

**Pronóstico de la endodoncia convencional después de negociar los conductos con
instrumento separado. Revisión sistemática**

Alexandra Ocampo Torres, Yuri Nerly Cuenca Zapata

Trabajo de grado para optar el título de Especialista en Endodoncia

Directora

Vicky Constanza Ortiz Castro

Es. Endodoncia

Directora Metodológica

Diana Parra Galvis

Es. Epidemiología

Director Metodológico

Oscar Mauricio Jiménez

Magister en Administración de salud, Doctor en salud pública

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

División de ciencias de la salud

Facultad de odontología

2022

Contenido

Introducción	9
1.1 Planteamiento del problema.....	11
1.2 Pregunta problema.	15
2. Justificación	16
3. Marco teórico	18
4. Objetivos.....	26
4.1 Objetivo general.....	26
4.2 Objetivos específicos.	26
5. Palabras claves:.....	27
6. Método	27
6.1 Tipo de estudio.....	27
6.2 Selección y descripción de Población.....	27
6.2.1 Población	27
6.3 Criterios de Selección	27
6.3.1 Criterios de Inclusión.....	27
6.3.2 Criterios de Exclusión.....	28
6.4. Operacionalización de las variables.....	28
6.5. Instrumento	29
6.6. Procedimiento	30

PRONÓSTICO DE LA SEPARACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS	3
6.7. Pregunta problema	30
6.8. Fuentes de información y estrategias de búsqueda	31
6.9. Selección de los estudios	32
6.9.1 Análisis de la información y del sesgo de los estudios incluidos	33
6.9.2 Implicaciones bioéticas	34
6.9.3 Conducción del estudio.....	34
7. Resultados	34
8. Discusión	40
9. Conclusiones	44
10. Recomendaciones	45
Referencias.....	46

Lista de tablas

Tabla 1. <i>Variables</i>	28
Tabla 2. <i>Pregunta PICTM</i>	30
Tabla 3. <i>Términos de búsqueda</i>	31
Tabla 4. <i>Tipos de estudio</i>	34
Tabla 5. <i>Parámetros de evaluación de series de caso, reporte de caso y estudio descriptivo.</i>	35
Tabla 6. <i>Parámetros de evaluación del estudio in vitro.</i>	36
Tabla 7. <i>Método/ Instrumento /Tiempo de seguimiento</i>	37
Tabla 8. <i>Tercio de separación, Negociación, Resultado de Negociación y Diagnóstico</i>	38
Tabla 9. <i>Pronóstico</i>	40

Listas de figuras

Figura 1. <i>Proceso de Inflamación, necrosis e infección de la pulpa a partir de la exposición a la caries (A), Hasta la formación de una periodontitis apical. Fuente: Cohen, Vías de la pulpa 10 edición 2011.</i>	20
Figura 2. <i>Diagrama de flujo a través de las diferentes fases de una revisión sistemática. Urrutia G, Bonfill X (2010).</i>	33

Resumen

Introducción: En la práctica clínica de la endodoncia se puede producir la separación de instrumentos intraconductos, en cualquier fase del procedimiento, instrumentos tales como Gates Glidden, limas de Níquel Titanio, limas de acero inoxidable, puntas ultrasónicas entre otros. Se pueden separar por fatiga cíclica o torsional o por combinación de ambas; cuando se producen fuerzas repetidas de compresión y tracción que actúan sobre la parte externa de la lima que gira dentro de un conducto curvo, o cuando la punta de la lima se queda trabada, pero el vástago de la lima sigue en movimiento por el motor. *Metodología:* El estudio es una revisión sistemática. Las bases de datos que se establecieron para la búsqueda fueron: Pubmed, Cochrane, Scopus, Lilacs, Embase. Por medio de esta búsqueda, se obtuvo 501 artículos, publicados entre 1999 y 2019 de los cuales, se obtuvo 484 por duplicidad de algunos de ellos. Se seleccionó un total de 17 para realizar lectura del resumen y después de aplicar los criterios de selección, se obtuvo 7 estudios y el análisis de todas las variables se realizó sobre la muestra reportada de 401 dientes. Para el análisis del riesgo de sesgo se elaboró una herramienta con base en la guía Prisma y las directrices CARE y Faggion. *Resultados:* De las siete publicaciones, 4 fueron series de caso, 1 estudio in vitro, 1 descriptivo de corte transversal y 1 reporte de caso. Los métodos de evaluación de la efectividad más frecuentes fueron los radiográficos en 5 publicaciones. Los instrumentos separados, más comúnmente reportados fueron las limas rotatorias en 6 estudios y el tiempo de seguimiento estaba entre 3 y 5 años. *Conclusión:* En los siete artículos evaluados, la separación intraconductos de los instrumentos presenta riesgo entre bajo y medio y el pronóstico de los dientes se encuentra entre buena y regular.

Palabras clave: Pronóstico, resultado del tratamiento, preparación del conducto radicular y fracaso del tratamiento

Abstract

Introduction: In the clinical practice of endodontics, separation of intracanal instruments can occur, at any stage of the procedure, instruments such as Gates Glidden burs, Nickel Titanium files, stainless steel files, ultrasonic tips, among others. They can be separated by cyclic or torsional fatigue or by a combination of both; when there are repeated compressive and tensile forces acting on the external part of the file rotating inside a curved canal, or when the tip of the file gets stuck, but the file shaft is still moved by the motor. **Methodology:** The study is a systematic review. The databases established for the search were: Pubmed, Cochrane, Scopus, Lilacs, Embase. Through this search, 501 articles were obtained, published between 1999 and 2019, of which 484 were obtained due to duplication of some of them. A total of 17 were selected to read the summary and after applying the selection criteria, 7 studies were obtained and the analysis of all variables was performed on the reported sample of 401 teeth. For the analysis of the risk of bias, a tool was developed based on the Prisma guide and the CARE and Faggion guidelines. **Results:** Of the seven publications, 4 were case series, 1 in vitro study, 1 descriptive cross-sectional study and 1 case report. The most frequent effectiveness evaluation methods were radiographic in 5 publications. The most commonly reported separate instruments were rotary files in 6 studies and the follow-up time was between 3 and 5 years. **Conclusion:** In the seven articles evaluated, the intracanal separation of the instruments presents a risk between low and medium and the prognosis of the teeth is between good and regular.

Keywords: Prognosis, treatment outcome, Root canal preparation and treatment failure.

Glosario

Fracaso del tratamiento: Una medida de la calidad de la atención médica mediante la evaluación de los resultados fallidos del manejo y los procedimientos utilizados para combatir la enfermedad, en casos individuales o en serie.

Periodontitis periapical: inflamación del tejido periapical. incluye inflamación general, no especificada o aguda no supurativa. la inflamación crónica no supurativa es granuloma periapical. la inflamación supurativa es un absceso periapical

Preparación del conducto radicular: Actividades preparatorias en la terapia del conducto radicular mediante la extirpación parcial o completa de la pulpa enferma, limpieza y esterilización del conducto vacío, agrandamiento y conformación del conducto para recibir el material de sellado. La cavidad puede prepararse por medios mecánicos, sónicos, químicos u otros.

Pronóstico: Una predicción del resultado probable de una enfermedad basada en la condición de un individuo y el curso habitual de la enfermedad como se ve en situaciones similares.

Resultado del tratamiento: Evaluación realizada para evaluar los resultados o consecuencias del manejo y los procedimientos utilizados en el combate de enfermedades para determinar la eficacia, efectividad, seguridad y factibilidad de estas intervenciones en casos individuales o series.

Introducción

En la actualidad la endodoncia es un área de la odontología compleja por la que muchos profesionales no se inclinan, sin embargo, puede ser realizada por el odontólogo general o por el especialista. Cuando decidimos realizar tratamientos de conductos nos enfrentamos a una serie de complicaciones, algunas previsibles, en donde encontramos conductos curvos, estrechos, calcificados, entre otros. (Grossman 1969)

Durante la ejecución de los tratamientos de conductos utilizamos una amplia gama de instrumentos y técnicas con el propósito de realizar un procedimiento eficaz, siguiendo un paso a paso para obtener el éxito de la endodoncia que, como ya es sabido, requiere de una adecuada preparación biomecánica, correcta irrigación y apropiada obturación con el objetivo de alcanzar un buen pronóstico. (Grossman 1969)

No obstante, cuando realizamos procedimientos endodónticos podemos encontrar interferencias que en muchas ocasiones obstaculizan la adecuada realización de la endodoncia convirtiéndose en un serio inconveniente a la hora del tratamiento, generando nuevas complicaciones durante su realización, e involucrando de manera directa o indirecta el bienestar del diente y por el contrario acentuando la falta de limpieza, en la conformación del conducto, del foramen apical, y donde podemos realizar escalones, perforaciones o separación de instrumentos. (Ramírez et al., 1997)

(Siqueira JF 2001) informa sobre la etiología del fracaso del tratamiento endodóntico; nos da una visión diferente que puede cambiar la percepción sobre el pronóstico de la endodoncia después de negociar los conductos con instrumento separado, explicando como los dientes pueden tener un fracaso aun cuando supuestamente el tratamiento de conducto está bien realizado. El autor hace énfasis en la cantidad de estos casos presentados por la presencia de microorganismos persistentes que causan una infección intrarradicular, al no alcanzar la

preparación los niveles aceptados de limpieza intraconductos. (Seltzer et al, Engstrom et al 1964).

En esta idea los dientes tratados endodónticamente que no responden al tratamiento, posiblemente es por los errores de procedimiento, que imposibilitan el control de microorganismos, presentándose persistencia de infección intrarradicular siendo el principal factor etiológico. (Nair 1990). Por esta razón es equivoco pensar que los procedimientos que experimentan un error en el tratamiento como la separación de instrumentos va a ser la causa directa del fracaso, aunque de presentarse dicho error de procedimiento y no poderse negociarse el conducto, si se va a alterar el pronóstico como consecuencia de la infección concomitante al imposibilitar la realización de la endodoncia lo que nos llevaría al fracaso. (Siqueira JF 2001)

(Crump M. C et al., 1970) Informan en sus investigaciones, 53 estudios clínicos y 2 radiográficos realizados en 2 o más años, que la separación de los instrumentos no conlleva al fracaso, pero en dichos estudios si denotan la presencia de diversas opiniones entre los investigadores, como es el caso de (Siskin M 1967) quien considera que la separación de los instrumentos es perjudicial para el tratamiento. (4).

Existen pocos estudios que evalúan el efecto de los instrumentos endodónticos separados dentro del conducto en relación con el pronóstico de los dientes, y lo que esta publicado hasta el momento son estudios en su mayoría serie de casos que ofrecen un bajo nivel de evidencia. (Spili P., Parashos P., Messer H.H., 2005) hacen referencia a 2 estudios en los que informan que un instrumento separado, puede reducir la cicatrización en dientes con lesiones preexistentes, Sin embargo, Ingle J. refiere que los instrumentos intraconductos no influyen en la cicatrización y el pronóstico. (Grossman 1969)

Por lo anterior, mencionado se decide investigar esta problemática, dado que como endodoncistas necesitamos apuntar al pronóstico de la endodoncia convencional después de negociar los conductos con instrumentos separados.

1.1 Planteamiento del problema

El tratamiento endodóntico adecuado es aquel que cuenta con una buena limpieza, conformación, mantenimiento de la anatomía original del sistema de conductos, foramen apical original y una obturación adecuada, promoviendo cicatrización y previniendo posibles lesiones apicales, manteniendo la función de los dientes tratados endodónticamente (Ramírez et al., 1997)

La endodoncia está fundamentada en la siguiente triada: preparación biomecánica, control microbiano y obturación adecuada del sistema de conductos radiculares; teniendo cada una la misma relevancia.(Marquis V et al.,2006) Cuando los tratamientos endodónticos no alcanzan los estándares anteriormente mencionados se considera un fracaso, debido a la persistencia de microorganismos en el tercio apical del sistema de conductos radiculares, aun cuando la obturación se observe adecuada; sin embargo, una radiografía no garantiza la visualización de una completa limpieza y obturación del sistema de conductos radiculares, estos microorganismos para sobrevivir deben resistir a la limpieza y adaptarse al entorno donde hay pocos nutrientes, además se pueden localizar en zonas como istmos, ramificaciones, delta apicales e irregularidades que a veces no son alcanzadas por el proceso de desinfección endodóntica. (Siqueira JF et al., 2001)

La periodontitis apical es un proceso inflamatorio localizado en el tejido perirradicular, como consecuencia de la infección. (McGuigan M et al., 2013) Las bacterias tienen un papel importante en el desarrollo de la enfermedad apical, y éstas son erradicadas con el tratamiento convencional de conductos.

Los componentes estructurales de una lesión periapical dependen del balance de los factores microbiológicos y las defensas del huésped. Por ello, cuando se produce una infección pulpar se extiende por el periápice, como respuesta sintomática (Inflamación) del tejido conectivo, produciendo un absceso o lesión aguda, donde se encuentran leucocitos polimorfonucleares (PMN), rodeados por tejidos de granulación, y se presentan linfocitos, macrófagos y células plasmáticas (Suter B et al., 2005)

Una de las razones por la que los dientes no responden al tratamiento endodóntico es por errores de procedimiento que impiden la limpieza, preparación y control de la infección microbiana dentro del sistema de conductos radiculares, complicándose aún más con la presencia de conductos curvos (Ramírez et al 1997)

El tratamiento endodóntico puede estar asociado a diferentes circunstancias indeseables e imprevistas que en el campo profesional se denominan accidentes de procedimiento. Desde el punto de vista endodóntico, se define como un evento adverso que ocurre durante el procedimiento, por falta de atención, pericia o factores externos que en su mayoría son imprevisibles e infortunados que pueden suceder antes, durante o después del tratamiento. (6) Es importante tener el conocimiento de las causas de estos accidentes, la técnica endodóntica para poderlos prevenir, los métodos indicados para solucionar dichos errores y sus efectos en el pronóstico (McGuigan M et al., 2013).

Un accidente de procedimiento impide el tratamiento o imposibilita su finalización aumentando el riesgo de fracaso, dentro de los errores más comunes tenemos: subobturación, sobreobturación, instrumentos separados, perforaciones, escalones, entre otros. Sin embargo, dichos errores no ponen en riesgo el resultado del tratamiento endodóntico a menos que se tenga una infección perirradicular de base. (Parashos P y Messer H.H. 2006)

Cuando sucede la separación de instrumentos durante la preparación químico-mecánica se puede iniciar la infección o reinfección de los conductos radiculares por falta de limpieza, a

consecuencia de dicha omisión, instrumentación y obturación, ya sea por eventos iatrogénicos o re infecciosos de los conductos radiculares. (Siqueira JF et al., 2001 y McGuigan M et al., 2013)

(Suter B et al., 2005) refieren que los instrumentos separados son consecuencia del uso incorrecto y/o excesivo de los instrumentos endodónticos y se producen con mayor frecuencia en el tercio apical con un 41%, en el tercio medio con 32% y en el tercio coronal 20%. En relación con lo anterior se encontró la tasa de fractura y el tipo de instrumento separado que corresponde a: instrumentos rotatorios de níquel titanio con el 52%, acero inoxidable 28%, lentulos 14%, otros instrumentos 6% (Suter B et al., 2005 y Parashos P y Messer H.H. 2006).

En general, la fractura del instrumento se puede clasificar como frágil o dúctil. La ductilidad se refiere a la capacidad del material para sufrir una deformación antes de romperse, mientras que la fragilidad se asocia con poca deformación plástica. La superficie de la fractura resultante de estos dos procesos se caracteriza por una superficie con hoyos. La fatiga cíclica de los metales es el resultado de tensiones que provoca cambios acumulativos e irreversibles del metal, que pueden estar causadas por fuerzas de tracción, cizallamiento, corrosión, desgaste o los cambios producidos por la expansión y la contracción térmica. El crecimiento de las grietas por fatiga cíclica puede identificarse por las marcas de estrías en las superficies de fractura y se ha demostrado en los instrumentos rotatorios separados que han sido evaluados microscópicamente. Sin embargo, hay pruebas recientes que sugieren que la fractura puede producirse tras un único evento de sobrecarga basándose en la ausencia en la superficie de fractura de las estrías características asociadas a la fractura por fatiga cíclica.

En el caso de los instrumentos que se fracturan como resultado de torsión por el hecho de estar enganchados en la punta dentro del conducto radicular mientras el contra ángulo que sujeta el vástago sigue rotando muestran una deformación variable, como el desenrollamiento, el enderezamiento y la torsión del instrumento. (Parashos P y Messer H.H. 2006).

El pronóstico del tratamiento endodóntico en dientes con instrumento separado en el sistema de conductos radiculares va a depender de la fase de la instrumentación previa a la separación del instrumento, del estado del tejido pulpar o perirradicular previo al tratamiento y si el instrumento puede o no ser retirado. (Heydari A et al., 2016)

Según (Simón S et al 2004), la técnica es adecuada, se demuestra que el tratamiento endodóntico es exitoso en un 94.5%, los signos, síntomas clínicos y radiográficos se encuentran en los parámetros normales, considerándose un éxito, y definiéndolo como la reparación total de los tejidos involucrados, pero cuando hay un error de procedimiento con un instrumento fracturado se reduce la tasa de éxito en su resultado final en un 91.8%, (Marquis V et al., 2006).

La separación de un instrumento es frustrante para el profesional, pero es más complicado aun informarle al paciente dicho suceso; desde la parte legal es necesario comunicarle al paciente las dificultades encontradas durante el tratamiento y esta información debe centrarse en las posibles consecuencias de este suceso, la influencia de la tasa de éxito, las complicaciones que podrían producirse y el tratamiento posterior que podría ser necesario. (Simon S et al., 2004)

(Hülsmann y Schinkel 999) demuestran que el éxito de una terapia endodóntica depende del diagnóstico acertado y el tratamiento. Este puede empeorar cuando se aumenta el tiempo en el procedimiento y se relaciona con la fatiga del operador, la sobre instrumentación del conducto o el riesgo de perforación (Lin L et al., 2005).

El problema principal que ocurre cuando se separe un instrumento es el bloqueo que ocasionan al momento de la limpieza, conformación y obturación correcta del conducto, adicional los conductos radiculares se llenan de barrillo dentinal potencialmente inflamatorio, que puede deberse a la sobre instrumentación (Parashos P y Messer H.H. 2006), y nos pueden conducir a ocasionar adelgazamientos, stripping, enderezamiento de los conductos y

perforaciones de las paredes de los conductos como resultado de la excesiva eliminación de dentina, (Spili P et al., 2005)

Existen algunos instrumentos que pueden ser removidos y otros no, estos últimos, debido a la anatomía o curvatura del conducto, evitando eliminar o sobrepasar el instrumento fracturado (Heydari A et al., 2016).

El pronóstico y supervivencia de los dientes con instrumentos separados depende de componentes importantes en el momento del error de procedimiento endodóntico, dentro de

los cuales encontramos: detección, corrección, y prevención (Heydari A et al., 2016), es importante tratar de eliminar el fragmento, seguido de la limpieza, conformación adecuada y al final la obturación del sistema de conductos radiculares; si este instrumento no se puede retirar, y presenta pulpa necrótica o periodontitis apical el pronóstico y éxito del tratamiento puede ser incierto.

Por tal motivo este grupo de investigación busca conocer cuál es el pronóstico del tratamiento endodóntico una vez se tiene la separación de un instrumento en el sistema de conductos radiculares durante el tratamiento endodóntico, y se plantea la siguiente pregunta:

1.2 Pregunta problema.

¿Cuál es el Pronóstico clínico y radiográfico reportado en la literatura de los dientes posterior a negociar los conductos con separación de un instrumento endodóntico en un periodo de 2 a 5 años?

2. Justificación

Esta investigación se enfocará en estudiar y evaluar el pronóstico de la endodoncia convencional después de la separación del instrumento, que dificulta el tratamiento endodóntico y su finalización, y la obstrucción del sistema de conductos radiculares que causa una experiencia negativa en el paciente. Cuando se separa un instrumento existen diferentes alternativas de tratamiento que podrían elegirse, y que deben ser conocidas por el especialista; sin embargo, su elección debe basarse en el efecto del instrumento separado en el resultado del tratamiento desde el punto de vista medicolegal. (Suter B et al., 2005 y Parashos P y Messer H.H. 2006)

Según los investigadores (Crump M. C et al., 1970) y otros existen diversas opiniones sobre la separación de estos instrumentos dentro del conducto radicular, en la prognosis de los dientes que han sido tratados endodónticamente. Los informes consultados no muestran un efecto relevante de los instrumentos fracturados sobre el éxito de los casos, en el estudio realizado por (Grossman 1969), otros como (Siskin M 1967). estiman que cuando es inasequible retirar o sobrepasar el instrumento fracturado puede ser desafortunado para el pronóstico del diente con tratamiento endodóntico convencional y aconsejan una cirugía periapical correctiva, o indican que la fractura del instrumento en el conducto es suficiente para realizar como tratamiento la extracción rutinaria del diente. (Crump M. C et al., 1970)

Debido a esta problemática surge como objetivo evaluar el pronóstico de la endodoncia convencional después de la separación de un instrumento reportado en la literatura. Esta complicación es importante, ya que el especialista no podrá garantizar la limpieza completa del sistema de conductos radiculares quedando residuos de tejido necrótico infectado en la porción apical debido a la instrumentación insuficiente e incompleta, resultado del instrumento separado que no se pudo retirar, sobrepasar o conducir a otra serie de errores.

Pero si durante el procedimiento el instrumento separado puede retirarse o negociarse mejorará su pronóstico, y se puede decir que es necesario realizar un seguimiento radiográfico que nos permita evaluar y controlar la salud periapical del diente afectado. (Simon S et al., 2004)

(McGuigan MB, Louca C y Duncan HF 2013), refieren que es claro, que los instrumentos separados retenidos en el diente no interfieren con el pronóstico de los dientes tratados endodónticamente a menos de que exista una periodontitis apical, lo que reduciría de manera importante el pronóstico del tratamiento endodóntico. No obstante, en la mayoría de los casos donde las bacterias viables se quedan dentro de los conductos radiculares estimulan un riesgo constante de poder seguir estimulando la inflamación perirradicular lo que conduce en la mayoría de las veces al fracaso del tratamiento endodóntico incluso en dientes que fueron tratados exitosamente (Siqueira JF et al., 2001)

Algunos estudios de (Lin L et al., 2005 y Siqueira JF 2001) demostraron que durante la preparación quimicomécanica de los conductos, algunos espacios quedan sin tratar independientemente de la técnica o el instrumento utilizado lo que pueden desarrollar en las partes no tratadas, microorganismos y necrosis.

Un aspecto importante del tratamiento endodóntico es la eliminación y barrido de las bacterias del sistema de conductos radiculares. Sin embargo, si esto no se lleva a cabo, la infección bacteriana persistirá en el conducto radicular provocando el inicio de un proceso de inflamación perirradicular de total importancia después de la terapia endodóntica con presencia de una radiolucidez apical confirma el proceso de la infección del conducto; pero, la ausencia de esta lesión no debe considerarse, ni asegurarse como una garantía de esterilidad y limpieza absoluta.

Según lo que concluyeron (McGuigan MB, Louca C y Duncan HF 2013), se dio a conocer la escasez de información y estudios eficientes sobre resultados clínicos a largo plazo

de la separación de los instrumentos lo que hace más interesante su estudio en el pronóstico de estos hallazgos. (McGuigan MB et al., 2013) Teniendo en cuenta los riesgos y complicaciones a la extracción del instrumento fracturado tal vez sólo deba intentarse si hay enfermedad apical. (Lin L et al., 2005)

Este estudio se hace necesario para establecer si realmente los errores de procedimiento endodóntico asociado a la patología periapical son la causa directa del fracaso o lo que hacen es aumentar el riesgo y por ende empeorar el pronóstico del tratamiento debido a la incapacidad del especialista para eliminar el barrillo y los microorganismos intrarradiculares de los conductos radiculares infectados. (Lin L et al., 2005)

3. Marco teórico

La endodoncia es el campo de la odontología que estudia la morfología de la cavidad pulpar, la fisiología y la patología de la pulpa dental, así como la prevención, el tratamiento de las alteraciones pulpares y de sus repercusiones de sus tejidos periapicales. (Soares IJ et al., 2002). La endodoncia clínica comprende varios tratamientos. Uno de los más importantes es el referido a la pulpa y al conducto radicular (con o sin patología de origen pulpar) en la idea de que los pacientes mantengan sus dientes naturales con una función plena y una estética adecuada. (Simon S et al., 2004)

El tratamiento endodóntico tiene como objetivo principal tratar o prevenir la periodontitis apical, y está basado en la triada de desbridamiento, desinfección exhaustiva y obturación, todos con igual importancia. El proceso de limpieza y conformación determina el grado de desinfección y la obturación del espacio radicular, produciendo el sellado tridimensional, Ahora el éxito del tratamiento de conductos radiculares está basado en principios más amplios donde se incluye: el diagnóstico, planificación del tratamiento, conocimiento de la anatomía y morfología, además de los métodos de desbridamiento, desinfección exhaustiva, obturación y la restauración coronal. (Soares IJ et al., 2002). Por otro

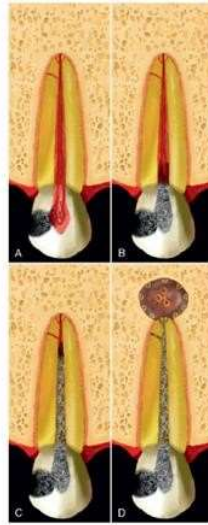
lado, el éxito endodóntico se puede ver afectado cuando hay una inadecuada aplicación de los anteriores principios y pueden pasar varios meses e incluso años para que aparezcan las pruebas objetivas del fracaso en una radiografía. (Simon S et al., 2004)

La periodontitis apical es una enfermedad inflamatoria de etiología microbiana (Miller 1894), que ocurre por la infección del sistema de conductos radiculares, la infección endodóntica se desarrolla a partir de la ausencia de las defensas del huésped, dando como consecuencia la necrosis de la pulpa, (como secuela de caries, trauma, compromiso periodontal o procedimientos iatrogénicos). En este proceso infeccioso podemos detectar la presencia de hongos, arqueas y virus, aunque las bacterias son los principales microorganismos implicados en la patogenia. En fases avanzadas podemos observar colonias bacterianas organizadas a modo de biopelículas adheridas a las paredes de los conductos. (Hargreaves KM et al., 2011)

Las bacterias que colonizan el sistema de conductos radicular entran en contacto con los tejidos perirradiculares a través de los forámenes apicales o laterales de la raíz, y se produce el encuentro entre las bacterias y las defensas del huésped, y comienza la reacción inflamatoria en el tejido perirradicular que da paso a la periodontitis apical. (Hargreaves KM et al., 2011)

Cuando la pulpa ya está necrótica, también pueden acceder otras especies bacterianas distintas a la que participaron en el proceso infeccioso inicial, y que pudieron llegar al conducto a través de la exposición coronal, o por túbulos de dentina expuestos, y con el paso del tiempo esta microbiota se va organizando cada vez más tanto estructural como espacialmente (Hargreaves KM et al., 2011).

Figura 1. *Proceso de Inflamación, necrosis e infección de la pulpa a partir de la exposición a la caries (A), Hasta la formación de una periodontitis apical. Fuente: Cohen, Vías de la pulpa 10 edición 2011.*



La razón por la que muchos dientes no responden al tratamiento de conductos es por los errores de procedimiento que impiden el control y la prevención de la infección dentro del sistema de conductos radiculares y /o en la zona perirradicular. En la mayoría de los casos los errores de procedimiento no ponen en peligro el resultado del tratamiento endodóntico, a menos que exista una infección previa; en realidad un accidente de procedimiento suele impedir o hacer imposible la realización de procedimientos endodónticos adecuados, por lo tanto existe la probabilidad de fracaso durante el tratamiento. (Siqueira JF et al., 2001)

Dentro de los errores de procedimiento más comunes encontramos: subobturación, sobreobturación, perforación de la raíz e instrumentos separados. La obturación insuficiente o incompleta del sistema de conductos radiculares se produce durante la instrumentación mecánica, y suele estar causada por una inexacta longitud de trabajo o por una recapitulación e irrigación inadecuadas, lo que conduce a la acumulación de detritus y a la obstrucción del conducto. En consecuencia, no se elimina el tejido necrótico infectado que queda en la porción más apical por la instrumentación incompleta. En los dientes con pulpa necrótica y lesión

perirradicular las bacterias colonizan estos milímetros sin tratar y el foramen apical, persistiendo la infección perirradicular después de la terapia endodóntica. (Lin L et al., 2005)

En el caso de la sobreobtención del sistema de conductos radiculares, más allá del ápice radiográfico, se puede producir como resultado de una reabsorción apical inflamatoria, un ápice incompleto o la instrumentación a través del foramen por una medida inexacta de la longitud de trabajo, donde no hay tope apical, conduciendo a la sobreobtención, que puede actuar como un cuerpo extraño produciendo irritación de los tejidos perirradiculares; la respuesta de estos tejidos a los materiales de obturación depende de la compleja interacción entre las propiedades de los materiales es decir, citotoxicidad, cantidad y las defensas inmunitarias del huésped. (Lin L et al., 2005)

Las perforaciones de las paredes de la raíz pueden ser el resultado de causas iatrogénicas, procesos de reabsorción o caries. Las perforaciones iatrogénicas se deben a menudo a la falta de atención en detalles y variaciones anatómicas del sistema de conductos radiculares. Es decir, la perforación es el resultado de una excesiva eliminación de la dentina del conducto y se puede dar por agrandamientos excesivos en la corona o por la incapacidad de mantener la curvatura de los conductos. (Lin L et al., 2005)

Pero si hablamos de instrumentos separados, encontramos que suelen estar causados por el uso inadecuado o excesivo de los mismos, o por fuerzas aplicadas a los instrumentos en conductos curvos o calcificados durante la instrumentación. Cuando ocurre la separación del instrumento tenemos 2 opciones: 1. Dejar el instrumento en el conducto o 2. Intentar retirar el instrumento de forma quirúrgica y no quirúrgica. En las opciones de tratamiento hay que tener en cuenta el estado de la pulpa, la infección del conducto radicular, la anatomía del conducto radicular, la posición, el tipo de instrumento fracturado y la cantidad de daño que se puede producir a la estructura dental si se intentara extraer el fragmento. (Saunders JL et al., 2004 y Gencoglu N et al., 2009).

En la práctica clínica de la endodoncia se puede producir dicha separación de instrumentos intraconductos, en cualquier fase del procedimiento y esto puede incluir instrumentos como: fresas Gates Glidden, limas de Níquel Titanio, limas de acero inoxidable, puntas ultrasónicas entre otros. (Ungerechts et al., 2014)

(Suter B et al. En 2005), informaron las tasas de separación de los tipos de instrumentos separados: Y encontraron que los instrumentos rotatorios de Níquel-Titanio: 50 (52%), 7 fracasos, instrumentos de acero inoxidable 27 (28%) 3 fracasos, lentulos 14 (14%) 2 fracasos y otros instrumentos (GG, Giromatic): 6 (6%) 1 fracaso. En cuanto a la localización de los instrumentos separados observaron: instrumentos separados en el tercio coronal: 19 (20%) 2 fracasos, en el tercio medio: 31 (32%) 4 fracasos, y en el tercio apical. 40 (41%) 5 fracasos. (10,5)

Es importante resaltar que la incidencia de separación de los instrumentos de forma global durante la preparación químico-mecánica de los sistemas de conductos por parte de los odontólogos general corresponde al 70.92% en comparación a los endodoncistas que tiene una tasa de fractura de instrumentos que corresponde al 75%, aunque la proporción de la separación de los instrumentos fue significativamente mayor en los endodoncistas se debe a que está relacionado a la ejecución de un mayor número de tratamientos de conductos en comparación con los odontólogos generales.(Madarati A et al., 2008)

Las causas de las separación del instrumento son debidas al uso incorrecto, donde podemos destacar un acceso inadecuado, un uso excesivo, una presión excesiva durante la instrumentación y el uso continuo de un instrumento grande en un conducto curvo, otros factores que pueden contribuir son la experiencia del odontólogo, la velocidad de la rotación, la curvatura de los conductos, el diseño del instrumento, la técnica empleada, torques, tipo de aleaciones Ni Ti utilizados, y tipo de movimiento de rotación (continuo o reciprocante).

Los instrumentos endodónticos se pueden separar por fatiga cíclica o torsional o de una combinación de ambas. La fatiga cíclica se crea cuando se producen fuerzas repetidas de compresión y tracción que actúan sobre la parte externa de la lima que gira dentro de un conducto curvo, que conducen a la falla cíclica sin signos de deformación plástica. La falla torsional se genera cuando la punta de la lima se queda trabada, pero el vástago de la lima sigue en movimiento por el motor que posteriormente produce la separación del instrumento. (Hargreaves KM et al., 2011)

Cuando se nos presenta el caso de separación del instrumento dentro del sistema de conductos radiculares y tratamos de eliminarlo, podemos utilizar métodos no quirúrgicos (mecánicos o químicos) o métodos quirúrgicos. En la extracción mecánica se utilizan instrumentos diseñados para recuperar los instrumentos separados. Para la extracción química se utilizan disolventes químicos que corroen el instrumento y procesos electroquímicos para disolverlos. Entre las técnicas quirúrgicas cabe destacar la cirugía radicular, la reimplantación, la amputación radicular o la hemisección. Una vez que se le ha informado al paciente sobre las opciones terapéuticas y se toma la decisión de extraer el instrumento separado, el tratamiento que se elija dependería de la localización del instrumento. (Hargreaves KM et al., 2011)

Si el instrumento separado se permite observar por el orificio de entrada al sistema de conductos radiculares, se puede tratar de extraer con portaagujas, castroviejo modificado o cucharillas, en la idea de enganchar el instrumento y procurar de extraerlo a través de la preparación de la cavidad de acceso en sentido coronal.

En ocasiones se puede introducir una lima manual más allá del instrumento separado, donde se podría utilizar la técnica de trenzado, en muchos casos la lima se separa en un sitio más profundo del sistema de conductos radiculares, con poca visibilidad, donde es necesario crear un acceso coronal en línea recta con Gates Glidden Modificada, lo que nos proporciona

un acceso amplio y adecuado para poder emplear la técnica adecuada y crear una plataforma de apoyo perimetral que facilita el uso del ultrasonido. (Hargreaves KM et al., 2017)

Existen muchas puntas ultrasónicas con diferentes tamaños y ángulos para retirar instrumentos; cabe recordar que entre más profundo este el instrumento separado más larga y delgada deberá ser la punta. Existen otras técnicas, que utiliza variantes de un microtubo, otra opción que se puede utilizar es una aguja de calibre 25 con alambre de ligadura más fino. Se puede utilizar también el equipo de endo extractor con cianoacrilato. (Hargreaves KM et al., 2017) La técnica de Masserann, también recomendada utiliza al igual que el Endo Extractor trépanos, estas técnicas muy eficaces, pero nos puede conducir a retirar bastante tejido dentinario, debilitando la raíz.

Se han descrito varias técnicas e instrumentos para el retiro de los instrumentos separados, sin embargo, ninguno de ellos es tan importante como el microscopio ya que no solo aumenta la amplificación y la iluminación si no que aumenta la eficacia y la seguridad de cualquier técnica escogida. (Hargreaves KM et al., 2017 y Gencoglu N et al., 2009) Existen 2 técnicas específicas para extraer instrumentos con la ayuda del microscopio: el instrumento de Cancellier y el extractor de Mounce.

Luego de elegir la técnica para la remoción de los instrumentos separados, hay que tener en cuenta que la extracción de dichos instrumentos nos puede conllevar a diversas complicaciones que incluyen la eliminación excesiva de la dentina, la formación de escalones, la perforación, la extrusión del fragmento a través del ápice, y en ocasiones nos puede conllevar a comprometer el pronóstico. (Suter B et al., 2005)

Los instrumentos utilizados para la extracción también pueden separarse y complicar más el tratamiento. Esto es más probable que ocurra cuando utilizamos limas Hedström, limas tipo K, puntas de ultrasonido, este tipo de complicación se puede evitar; ejemplo, las puntas de ultrasonido deben de utilizarse sin irrigación para mantener la visión constante y a baja potencia,

lo que disminuye el calor dentro del conducto, y disminuye la separación de la misma punta ultrasónica. Además, disminuye el calor externo de la superficie de la raíz y su efecto perjudicial en el tejido periodontal. No obstante, la activación de puntas ultrasónicas durante periodos de tiempo largos puede provocar graves daños en el tejido periodontal y la pérdida de los dientes.

La preparación de acceso en línea recta es importante a la hora de tratar de retirar los instrumentos separados, la mayoría de las técnicas requieren una instrumentación adicional del conducto radicular; en el caso del uso de ultrasonido se requiere una plataforma adicional creada con las Gates Glidden y en este caso la pérdida de la dentina puede ser el motivo de preocupación, porque entre más profundo esté el instrumento más dentina tendrá que ser retirada y más débil será la raíz. (Madarati A et al., 2013).

Otra consecuencia de una preparación excesiva del sistema de conductos radiculares es la perforación de la raíz o (stripping) generalmente ocurre cuando se prepara la plataforma, sobre todo en los conductos curvos o cuando las raíces son delgadas, por lo que hay que tener mucho cuidado y precaución, sobre todo en zonas próximas a la furca. (Madarati A et al., 2013)

La extracción del fragmento más allá del ápice suele ocurrir por la presión excesiva aplicada a los instrumentos utilizados para la extracción o instrumentos ultrasónicos especialmente, si se aplica en el extremo final del instrumento separado en vez de la periferia. (Madarati A et al., 2013)

En algunos casos puede ser prudente renunciar a la extracción del instrumento para evitar complicaciones posteriores, sobre todo en los casos donde el fragmento se encuentra en la curva del conducto especialmente dando el mínimo impacto en pronóstico. (Parashos P y Messer H.H. 2006)

En realidad, puede que este no empeore en absoluto, dependiendo de la fase de instrumentación en la que se produce la separación, del estado preoperatorio de la pulpa y los tejidos perirradiculares y de que se pueda extraer o negociar el conducto. (Simon S et al., 2004)

La persistencia de un instrumento separado no predispone per sé a la enfermedad postratamiento. Por el contrario, lo que condiciona el pronóstico es la presencia de tejido pulpar infectado y necrótico en el conducto apical. Los resultados serán mejores si la separación se produce en fases posteriores a la instrumentación, la pulpa era vital (no estaba infectada), no había periodontitis apical. Si el instrumento se logra extraer sin ensanchar mucho los conductos y sin problemas iatrogénicos adicionales, el pronóstico no variará. Tampoco debe cambiar el pronóstico si no se puede extraer el instrumento y queda incluido dentro de la obturación, Sin embargo, si no se logra extraer el instrumento en dientes con pulpa necrótica o periodontitis apical, allí el pronóstico será incierto. En estos casos deben realizarse controles, y si los síntomas persisten, se debe considerar la opción con cirugía apical o exodoncia. (Hargreaves KM et al., 2017).

4. Objetivos

4.1 Objetivo general.

- Determinar el pronóstico clínico y radiográfico de la endodoncia convencional reportado en la literatura después de negociar los conductos con instrumento separado en un periodo de tiempo de 2 a 5 años.

4.2 Objetivos específicos.

- Determinar el pronóstico clínico de la endodoncia después de negociar un conducto con separación de instrumento reportado en la literatura.

Determinar el pronóstico radiográfico de la endodoncia después de negociar un conducto con separación de instrumento reportado en la literatura.

Comparar los diferentes escenarios posteriores a la separación de un instrumento en dientes tratados endodónticamente reportados en la literatura.

Analizar la calidad metodológica de los artículos y del reporte sobre pronóstico clínico y radiográfico de los tratamientos endodónticos después de negociar un conducto después separación de un instrumento.

5. Palabras claves:

Pronóstico, diente tratado endodónticamente, falla del tratamiento, negociación del conducto radicular, separación de instrumento, éxito endodóntico

6. Método

6.1 Tipo de estudio.

Revisión de sistemática

6.2 Selección y descripción de Población.

6.2.1 Población

Artículos publicados o indexados y encontrados en las bases de datos Pubmed, Cochrane, Scopus, Lilasc, Embase durante la búsqueda sobre “El Pronóstico de la endodoncia después de negociar los conductos con instrumentos separados” desde 1997 hasta 2022.

6.3 Criterios de Selección

6.3.1 Criterios de Inclusión

- 1.** Pronóstico de dientes después de negociar un conducto con instrumento separado.
- 2.** Pronóstico clínico y radiográfico de dientes después de negociar un conducto con instrumento separado
- 3.** Presencia de periodontitis apical en dientes después de negociar aun conducto con instrumento separado

4. Frecuencia de la separación del instrumento entre el odontólogo general y el especialista en endodoncia.
5. Presencia de instrumento separado en dientes en sus diferentes tercios (coronal, medio y apical)
6. Tipos de instrumentos separados dentro del conducto radicular.

6.3.2 Criterios de Exclusión

1. Presencia de retenedor intrarradicular e instrumentos separados de rehabilitación posterior a la endodoncia.
2. Presencia de instrumentos separados en dentición temporal.
3. Pronóstico de dientes con instrumento separado en retratamiento (2 vez).
4. Revisiones literarias, revisiones sistemáticas, cartas de autor o del editor.

6.4. Operacionalización de las variables

Tabla 1. Variables

Variable	Definición conceptual	Definición operativa	Naturaleza	Escala de medición	Valores que asume
Resultado de la negociación del conducto	Desenlace de la negociación del conducto	Resultado del procedimiento en el momento de negociar el instrumento	Cualitativo	Nominal	Sobrepaso Retiro Dejo
Tipo de negociación del conducto	(sobrepaso, retiro, o dejar el instrumento)	Tratamiento sorteado durante la negociación del conducto	Cualitativo	Nominal	Sobrepaso Retiro Dejo
Tiempo pronóstico	Estado de observación clínica y radiográfica durante un laxo de tiempo	Espacio de tiempo utilizado para conseguir un pronóstico clínico y radiográfico después de la	Cuantitativo	Discreta	2 años 3 años 4 años 5 años

			negociación del conducto			
Tipo de instrumento fracturado	Variedad de instrumentos separados en cuanto a estructura, forma, tamaño y función y material.	Instrumentos metálicos o plásticos encontrados durante la negociación del conducto.		Cualitativo	Nominal	Instrumento manual Instrumento rotatorio
Tercio de separación del instrumento	Porción del diente en el que encuentra separado el instrumento (Coronal, medio o apical)	Porción del radicular en la que se aloja el instrumento durante un tratamiento endodóntico		Cualitativo	Ordinal	Coronal Medio Apical
Diagnostico posterior al tratamiento endodóntico	Detección enfermedad posterior a la separación del instrumento	Valoración clínica posterior al tratamiento endodóntico con separación de instrumentos		Cualitativo	Nominal	Presente Ausente
Supervivencia del diente	Pronóstico del diente (bueno, regular o malo) después de la separación del instrumento	Resultado favorable y desfavorable post separación del instrumento		Cualitativo	Ordinal	Bueno Regular Malo

6.5. Instrumento

Se elaboro un libro en el programa Excel que consta de varias tablas de acuerdo con las variables mencionadas anteriormente donde se encontrarán todos los artículos seleccionados y para los cuales se obtendrá información de cada variable que se mencionó el en cuadro de variables.

6.6. Procedimiento

Este proyecto de investigación se inició con la formulación de la pregunta de investigación, con esta pregunta se obtuvieron los términos principales de la investigación y con los cuales se buscan los termino MESCH y similares que permitan ampliar la búsqueda generando estrategias de la misma, posteriormente se realizó una estrategia de búsqueda y selección de estudios para la realización de la matriz de resultados, explicada en la sección extracción de datos. Por último se elaboró la introducción, los resultados, discusión conclusiones y recomendaciones.

6.7. Pregunta problema

¿Cuál es el pronóstico clínico y radiográfico reportado en la literatura de los dientes posterior a negociar los conductos con separación de un instrumento endodóntico en un periodo de 2 a 5 años?

Tabla 2. Pregunta PICTM

P	I	C	T	M
Población	Exposición	Desenlace	Tiempo	Riesgo.
Dientes con separación de instrumento durante el tratamiento endodóntico.	Separación del instrumento durante el procedimiento endodóntico.	Resultado de la negociación del conducto	De 2 a 5 años de seguimiento.	Factor de éxito o fracaso.

6.8. Fuentes de información y estrategias de búsqueda

Las bases de datos que se establecieron para la búsqueda fueron: Pubmed, Cochrane, Scopus, Lilacs, Embase más la búsqueda manual. Posteriormente se establecieron como términos principales de búsqueda: “Pronostic”, “Endodontically treated tooth”, “treatment failure”, “root canal negotiation”, “fractured instrument”, “endodontic success”.

Tabla 3. *Términos de búsqueda*

Términos de búsqueda			
Termino principal	Termino MeSh-DeCs		Sinónimos
Pronostic	Prognosis		Prediction
Endodontically treated tooth	treatment outcome / Root canal preparation		endodontically treated tooth / teeth endodontically-treated
treatment failure	treatment failure		endodontic failure / failure of endodontic treatment
root canal negotiation			Bypass
fractured instrument			instrument separation
endodontic success			success rate

Las combinaciones utilizadas para la búsqueda en cada base de datos serán:

1: (“Pronostic” OR “prognosis” OR “Prediction”)

2: (“Endodontically treated tooth” OR “treatment outcome” OR “root canal preparation” OR “teeth endodontically-treated”)

3: (“Treatment failure” OR “endodontic failure” OR “failure of endodontic treatment”)

4: (“root canal negotiation” OR “bypass”)

5: (“fractured instrument” OR “instrument separation”)

6: (“endodontic success” OR “success rate”)

Formula 1: # 1 AND # 2 AND # 3 AND # 4 AND # 5 AND # 6 AND

Formula 2: # 1 AND # 4 AND # 5 AND # 2 AND # 3 AND

Formula 3: # 1 AND # 4 AND # 5 AND # 2 AND # 6 AND

Formula 4: # 1 AND # 4 AND # 5 AND # 3 AND

Formula 5: # 1 AND # 4 AND # 5 AND # 6 AND

Formula 6: # 1 AND # 4 AND # 5 AND

Formula 7: #1 AND # 4 AND # 5 AND # 2 AND

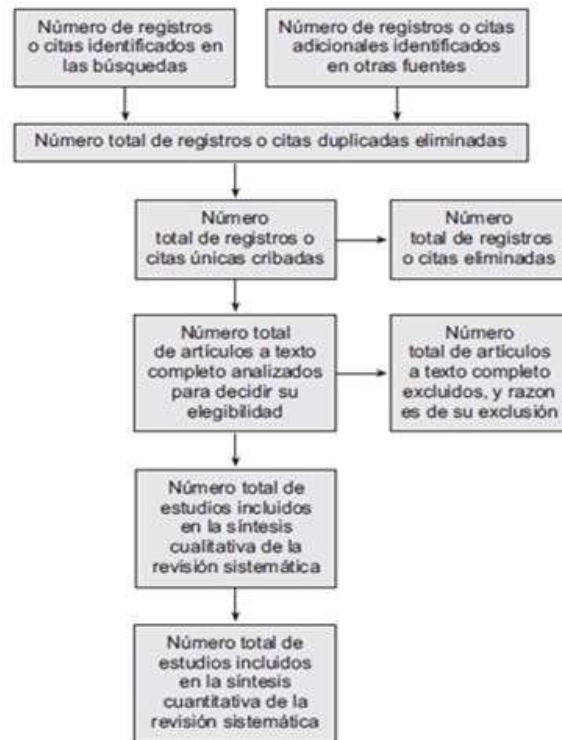
Formula 8: # 1 AND # 4 AND # 5 AND # 3 AND # 6 AND

6.9. Selección de los estudios

Se tuvieron en cuenta 7 artículos dentro de esta revisión clasificados de la siguiente manera: 1 estudio In vitro, 1 estudio observacional descriptivo de corte transversal, 4 estudios series de casos y 1 reporte de caso, que hablaran o describieran el pronóstico clínico y radiográfico de los dientes después de negociar los conducto con presencia de instrumento separado.

La búsqueda electrónica se llevó a cabo desde 01 de octubre de 2021 hasta el 18 de diciembre 2021, siguiendo el diagrama de flujo sugerido por prisma (figura 1) (21) Se eliminaron los estudios duplicados, luego según los criterios de inclusión y exclusión se fueron seleccionando los estudios, primero mediante lectura crítica inicial del título, si cumplía los parámetros lectura de resumen y si cumplía lectura de texto completo. Para la escritura y realización de la revisión se utilizó la guía PRISMA.

Figura 2. Diagrama de flujo a través de las diferentes fases de una revisión sistemática. Urrutia G, Bonfill X (2010).



6.9.1 Análisis de la información y del sesgo de los estudios incluidos:

Para la lectura crítica de los estudios incluidos se utilizará la guía de estudios preclínicos in vitro sobre materiales dentales de Faggion (Faggion CM 2012), en el caso del estudio observacional de corte transversal, serie de casos y reporte de caso se utilizó las directrices CARE: casos clínicos basado en consenso desarrollo de pautas para informes (Murad MH et al., 2018). Para el análisis del riesgo de sesgo se elaboró una herramienta por parte de los autores con base en algunos apartados de la guía de Faggion y las directrices CARE. A cada condición evaluada se le dio un puntaje según su nivel de relevancia. Si el estudio evaluado sumaba al final 4 o menos tendría riesgo alto de sesgo, 5 a 8 riesgo moderado, y 9 o más riesgo bajo de sesgo.

6.9.2 Implicaciones bioéticas

Según la resolución 008430 de 1993 del ministerio de protección social, por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud.

Artículo 11. Para efectos de este reglamento la investigación se clasifica en la siguiente categoría: Investigación sin riesgo: Estudios que emplean técnicas y métodos de investigación documental retrospectivos y aquellos en los que no se realiza ninguna intervención o modificación intencionada de las variables biológicas, fisiológicas, psicológicas o sociales de los individuos que participan en el estudio, entre los que se consideran: revisión de historias clínicas, entrevistas, cuestionarios y otros en los que no se le identifique ni se traten aspectos sensitivos de su conducta.

6.9.3 Conducción del estudio

Lugar de Investigación: Universidad Santo Tomas extensión Bogotá

Manejo de sustancias o especímenes: No aplica Archivo de Datos y Sistematización:

Los datos se recolectarán en Microsoft Excel 2022.

7. Resultados

De las siete publicaciones, cuatro fueron series de caso, un estudio in vitro, uno descriptivo de corte transversal y un reporte de caso. El tamaño de la muestra se encontró entre 105 dientes y un diente, con un total de 401 dientes evaluados. (**Tabla 4**).

Tabla 4. Tipos de estudio

Estudio	Primer Autor	Año	Diseño del estudio	Muestra (dientes)
1	Hülsmann M.	1999	Serie de casos	105
2	Shen Y.	2004	Descriptivo de corte transversal	72
3	Tzanetakis G.	2008	Serie de casos	82

4	Shahabinejad	2013	Estudio in vitro	35
H.				
5	Schipper M.	2015	Reporte de caso	1
6	Al-Nazhan S.	2018	Serie de casos	84
7	Kannan R.	2019	Serie de casos	22 (401)

Los parámetros de evaluación que se cumplieron en su totalidad fueron el título, el tercio de separación del instrumento y tipo de diente con presencia del instrumento. El parámetro que menos se cumplió fue el pronóstico del diente después del tratamiento. Respecto al riesgo de sesgo tres estudios presentaban sesgo bajo y tres, sesgo medio.

Tabla 5. *Parámetros de evaluación de series de caso, reporte de caso y estudio descriptivo.*

Estu dio	Tit ul o	Abs trac t	R X / H C	In r. X	Tipo de instru mento separ ado	Terci o de separ ación del instru mento	Frecu encia de cond ucto con separ ación del instru ment o	Dient e con prese ncia de instru mento	Trata mient o realiz ado (Retir o Bypa ss dejar)	Éxi to/ fra cas o	Pron ostic o del dient e desp ués del trata mien to	Ri esg o de ses go	Res ulta do
Shen Y	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	10	Bajo
Hüls man n M	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	9	Bajo
Kan nan	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	8	Med io
Al- Naz han S	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	10	Bajo
Tzan etaki s G	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	7	Med io

Schi pper M	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	8	Med io
-------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-----------

En la evaluación del estudio in vitro, el único parámetro faltante fue el pronóstico del diente después del procedimiento y se clasificó como riesgo de sesgo bajo. Los métodos de evaluación de la efectividad más frecuentes fueron los radiográficos en 5 publicaciones y método radiográfico más microscopio quirúrgico en las otras dos publicaciones.

Tabla 6. *Parámetros de evaluación del estudio in vitro.*

Estu dio	Re su me n	Obj etiv o	Ta ma ño de la M ue str a	Aleat oriza ción de la mue stra	R X de sd e el m is m o án gu lo	Prese ncia de instru ment o separ ado	Terci o de separ ación del instru ment o	Tip o de instru me nto sepa rado	Trat ami ento reali zad o (Ret iro - Byp ass - deja r)	Pron ostic o del dient e desp ués del proce dimi ento	An ális is esta díst ico	Ri es go de se sg o	Res ulta do
Shah abin ejad H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	10	Baj o

Los instrumentos separados, más comúnmente reportados fueron las limas rotatorias en 6 estudios. En cuanto al tiempo de seguimiento los tres estudios que lo reportaron estaba entre 3 y 5 años. (Tabla 7).

Tabla 7. Método/ Instrumento /Tiempo de seguimiento

Primer autor	Método de evaluación de la efectividad	de la instrumento separado	Tipo de instrumento separado	de seguimiento	Tiempo de seguimiento (Años)
Hülsmann M	Radiográfico	Hedström,	Lentulos, limas fresas Gates		Sin dato
Shen Y	Radiográfico y microscopio quirúrgico		Glidden, limas manuales y rotatorias		3
Tzanetakis G	Radiográfico		Limas manuales y rotatorias (Profile)		6
Shahabinejad H	Radiográfico y microscopio quirúrgico		Limas de Ni Ti, limas tipo k, limas Hedström, limas rotatorias y léntulos,		Sin dato
Schipper M	Radiográfico		Limas manuales, y rotatorias		Sin dato
Al-Nazhan S	Radiográfico		Lima sin especificar		5
Kannan R	Radiográfico		Limas manuales y rotatorias		Sin dato
			Limas rotatorias		Sin dato

Respecto a las variables evaluadas en Tercio de separación, se encontró que el tercio apical presentó los mayores porcentajes en 5 de los estudios que lo reportan así: 77.1%, 41.9%, 18.1%, 67.9% y 52.5%.

En el Tipo de negociación, el más frecuente fue dejar los instrumentos dentro del conducto. En cuanto al resultado de negociación los mayores porcentajes reportados fueron, instrumentos retirados en tercio medio y tercio coronal en el 100% de los casos y los diagnósticos de la negociación encontrados fueron líneas de fractura, en primer lugar, seguidos por perforación, fractura repetida de instrumentos y Periodontitis apical asintomática en uno de los casos. **(Tabla 8).**

***Tabla 8.** Tercio de separación, Negociación, Resultado de Negociación y Diagnóstico*

Shahabinejad H. (35 dientes)	Tercio coronal 0%	Sobrepaso (bypass)	Retiraron instrumento en tercio medio 100%	Línea de fractura en 27 dientes
	Tercio medio 22,8%	Dejaron instrumentos	Sobrepaso (Bypass) con instrumento retirado 84.6%	Transporte en 2 dientes
	Tercio apical 77.1%	Retiro	Sobre paso (Bypass) no se retiró instrumento 15.3%	Perforación en 2 dientes
			Retiraron instrumentos del tercio apical 74%	Sin dato 4 dientes
			Dejaron instrumentos en tercio apical 25.9%	
Shen Y. (72 dientes)	Sin dato	Retiro	Retiraron 44%	Perforación en 4 dientes
			Sobrepaso (bypass) 9%	Fractura repetida de instrumentos 2 dientes
			Dejaron instrumento 47%	Sin dato 66 dientes
		Sobrepasaron (bypass)		
		Dejaron instrumentos		
Hülsmann M. (105 dientes)	Tercio coronal 16.1%	Retiro	Retiraron 48,2%	
	Tercio medio 41.9%	Sobrepaso (Bypass)	Sobrepaso (Bypass) 19,4%	
	Tercio apical 41.9%	Dejaron instrumentos	Dejaron instrumentos 31,8%	
Kannan R. (22 dientes)	Tercio coronal 40.9%	Sin dato	Sin dato	Sin dato
	Tercio medio 40.9%			
	Tercio apical con separación 18.1%			
AL Nazhan S. (84 dientes)	Tercio coronal y medio 2,4%	Retiro	Retiraron 34,30%	Sin dato
	Tercio apical 67.9%	Sobrepaso Bypass	Sobrepasaron 19%	
	Instrumento en todo el conducto 15,5%	Dejaron instrumentos	Dejaron 32,45%	
			Retiro Quirúrgico 14,3%	
Tzanetakis G.	Tercio coronal: 12.5%	Retiro Sobrepaso (Bypass)	Retiraron y Bypass en el tercio coronal 100%	Sin dato

(82 dientes)	Tercio medio 27.5%	Dejaron instrumentos	Retiraron y Bypass tercio medio 45.5% y	
	Tercio apical 52.5%		Dejaron instrumentos en tercio medio 54.5%	
	Sin dato 7.5%		Retiraron y Bypass tercio apical 37.5% y	
			Dejaron instrumentos en tercio apical 62.5%	
Schipper M. (1 diente)	Tercio Apical	Dejaron instrumento	Dejaron instrumento 100%	Periodontitis apical asintomática.

El pronóstico después de realizada la negociación de los instrumentos de los dientes en los estudios incluidos es bueno para tres de los autores, regular para uno y no aplica para tres autores. (**Tabla 9**).

Tabla 9. Pronóstico

Bueno		No reporta		Regular	
Hülsmann M. (1999)		Shen Y. (2004)		Al-Nazhan S. (2008)	
Shahabinejad H. (2013)		Tzanetakis G. (2008)			
Schipper M. (2015)		Kannan R. (2019)			

8. Discusión

Los eventos adversos y complicaciones se han convertido en un gran riesgo durante los tratamientos de endodoncia convencional, tanto para los pacientes como para los

endodoncistas, aunque se aúnan esfuerzos para tratar de evitar o minimizar la presencia de estos porque pueden llegar a afectar el pronóstico del diente.

A pesar de conocer que son muchos los eventos adversos y complicaciones que se presentan no son reportados a los entes de control encargados y son pocos los estudios publicados a nivel local, nacional e internacional sobre estas situaciones y los factores relacionados con su aparición. (Alvarado V et al., 2010)

Al indagar sobre las complicaciones que más se presentan en odontología se sabe que la endodoncia es la segunda área que más errores notifica, después de la cirugía. En los tratamientos de endodoncia la sobreobtención es la más reportada seguida de la separación del instrumento dentro de los conductos radiculares. (Alvarado V et al., 2010) Aunque este fenómeno ocurre con poca frecuencia, cuando se negocian los conductos existe el riesgo de separación de los instrumentos manuales o rotatorios quedando dentro del conducto radicular, con obvias dificultades para su extracción total y parcial. Cuando esto sucede, es complejo realizar la limpieza, conformación y la obturación adecuada del conducto considerándose como un factor importante en el pronóstico a largo plazo de los dientes tratados. Algunos instrumentos como las limas Hedström, tienden a separarse cuando se utilizan en un movimiento excesivamente rotatorio y una vez allí en la dentina de la raíz es difícil recuperar los fragmentos. (Hülsmann M et al., 1999)

En el presente estudio, y según lo reportado por Shahabinejad et al, (Shahabinejad H et al., 2013) se encontró que la frecuencia general de separación de instrumentos de endodoncia (ya sean limas rotatorias o manuales) osciló entre 1.83% y 8.2%, datos similares reportó Vouzara et al., donde la frecuencia de separación de instrumentos rotatorios se encontraba entre 0,13% y 10% e incluye varias clases y tipos de instrumentos. (Vouzara T, et al., 2018) Sin embargo, el manejo clínico de esta situación requiere de estrategias operativas para negociar el conducto y mejorar el pronóstico del diente una vez se presente la separación del instrumento.

Según los autores revisados, existen tres métodos conservadores que son: remover el fragmento, sobrepasarlo y mantenerlo, siendo los pronósticos variables según cada caso. La recuperación del instrumento separado permite la reanudación sin trabas del tratamiento de endodoncia, pero no todos los fragmentos se pueden eliminar; hay factores, como la curvatura del conducto, el ancho general de la raíz y la profundidad a la que se separó el instrumento, que pueden dificultar los intentos de extraer el fragmento. (Al-Nazhan et al., 2018 – Alvarado V et al., 2010 - Hülsmann M et al., 1999 – Kannan R et al 2019 – Schipper M et al., 2015 – Shahabinejad H et al., 2013 – Shen Y et al., 2004 – Tzanetakis G et al., 2008)

Varios informes clínicos recomiendan dispositivos y técnicas para el tratamiento de tales situaciones, pero existen muy pocos datos sobre sus tasas de éxito. Hülsmann M et al., 1999 reportaron el retiro del instrumento en el 48,7% de los casos tratados con buen pronóstico de los dientes. Resultados similares se encontraron en los estudios de Shen Y. et al., 2004, Hülsmann M et al., 1999 y Al-Nazhan S et al., 2018. Mientras que Tzanetakis G et al., 2008 refieren que el retiro se realizó con éxito en 44% y 34,3% respectivamente.

Sobrepasar el instrumento separado se considera la vía de tratamiento más segura, porque no implica la eliminación de una cantidad excesiva de dentina de la raíz y permite la instrumentación y obturación del conducto; también se considera el primer paso hacia la extracción del fragmento del instrumento separado del conducto radicular, porque reduce el contacto entre el instrumento y la dentina radicular, además de crear espacio para insertar otros instrumentos, como puntas ultrasónicas, capaces de separar completamente el fragmento de la dentina de la raíz. (Hargreaves KM et al., 2017). Sin embargo, esta es una técnica muy exigente donde el éxito depende del sentido del tacto y la experticia del clínico.

Adicional, a esto, las radiografías son necesarias para detectar a tiempo cualquier posible ruta errónea de la lima y evitar el riesgo de una perforación. Al- Nazhan S et al., 2018 reportaron el sobrepaso en 32,4% de la muestra evaluada, con un pronóstico bueno; resultados

que contrastan con el porcentaje de sobrepaso encontrado en los estudios de Shen Y et al., 2004 y Hülsmann M et al., 1999 que fueron solamente de 9% y 19,4%.

Cuando la extracción conservadora o sobrepaso del fragmento es imposible o existe un alto riesgo de complicaciones, se recomienda la instrumentación y obturación del conducto radicular coronalmente al fragmento con seguimiento posterior. En caso de síntomas clínicos, persistencia o presencia de la lesión perirradicular, se sugiere un tratamiento de endodoncia quirúrgica. (Siqueira J. et al., 2008) El fracaso de la opción conservadora de tratamiento aumenta debido a la incapacidad para eliminar totalmente los microorganismos intrarradiculares de los conductos.

Siquiera J et al., 2008 en su estudio afirman esta hipótesis reportando que aquellos microorganismos que logran sobrevivir en el nuevo entorno drásticamente modificado pueden establecer una infección persistente que pone en riesgo el resultado del tratamiento.

Hay controversia sobre si la separación de los instrumentos afecta el pronóstico del diente, no obstante, esta revisión sistemática muestra que, cuando el instrumento se separa al inicio de la instrumentación de un conducto radicular infectado, su presencia afecta negativamente el pronóstico de la terapia, mientras que, si la separación ocurre durante las últimas etapas de instrumentación de un conducto radicular infectado, o en un conducto radicular aséptico, el pronóstico es mejor, coincidiendo con lo publicado por Stephane et al., en 2008.

Otro factor que podría influir en el pronóstico es el tercio en donde se alojó el instrumento: coronal, medio o apical; al respecto Tzanetakis G et al., 2008 reportan el retiro y sobrepaso en el tercio coronal del 100%, en el tercio medio de 45.5% y en apical de 37.5%; resultado similar al reportado por Kannan R et al., 2019 donde se retiró 34,3% de los instrumentos, de los cuales 40,9% fueron en los tercios coronal y medio y 18,1% en tercio

apical. Por el contrario, Al-Nazhan S et al., 2018 reportaron mayor porcentaje de retiro en el tercio apical 67,9%.

De acuerdo con los resultados de esta investigación se recomienda inicialmente contar con una radiografía periapical para confirmar la separación y ubicación del instrumento, evaluar la anatomía del conducto radicular y medir la longitud del fragmento y poder así tomar decisiones sobre el tipo de tratamiento a seguir para afrontar la situación (Alvarado V et al., 2010 y Vouzara et al., 2018).

Dentro de esta revisión sistemática, se encontraron algunas limitaciones entre las cuales se mencionan: la reducida cantidad de los artículos, seguimientos variables, muestras diferentes e información limitada en algunos aspectos como el pronóstico de los dientes. Pero es lógico saber que los resultados de los estudios publicados muestran información heterogénea, por lo que es difícil sacar conclusiones exactas. Aunque todos evaluaron la negociación de los conductos se encuentran variables que dificultan su comparación como el tercio donde fue separado el instrumento, la técnica de intento de remoción, el tiempo de evaluación y el tipo de estudio.

9. Conclusiones

Dejar in situ el fragmento del instrumento separado y considerar el tiempo de seguimiento de 2 a 6 años, para valorar el pronóstico del diente tratado.

El tercio de separación del instrumento más frecuentemente reportado fue el tercio apical y respecto al pronóstico posterior a la endodoncia este depende de la presencia o no de patología periapical previa a la separación del instrumento.

La mayoría de las fracturas se producen en molares; los conductos radiculares más frecuentemente afectados son los mesiales de los molares mandibulares, seguidos de los conductos vestibulares de los molares maxilares.

La mayoría de las separaciones de los instrumentos ocurrieron más allá de la curvatura del conducto radicular.

La prevalencia y el manejo de la separación del instrumento durante la preparación del conducto radicular realizada por estudiantes de postgrado, determinó que la frecuencia de fracturas fue mayor en los casos de retratamiento en relación con el tratamiento primario.

La aplicación ultrasónica no afectó significativamente la fuerza requerida para la fractura de la raíz. La fractura vertical en dirección vestíbulo-lingual fue el patrón de fractura más frecuente. Los errores de procedimiento observados incluyeron el transporte, la perforación y la línea de fractura.

Cuando un instrumento separado queda dentro del conducto radicular el pronóstico no disminuye significativamente

Se observó que los instrumentos de mano SS y Ni Ti fueron los más frecuentes; la localización se encontraba más en el conducto vestibular de los premolares maxilares y el dispositivo ultrasónico fue más activo en la eliminación de los instrumentos separados.

En la evaluación de la separación de las limas rotatorias y su retirada con éxito de los conductos radiculares los dientes más comunes con separación y recuperación fueron los molares inferiores; los sitios más comunes fueron el tercio coronal y el medio.

10. Recomendaciones

Se requiere más evidencia científica con muestras de mayor tamaño y seguimiento a largo plazo para obtener resultados más fiables acerca del pronóstico de los dientes.

Es importante que los profesionales de la salud oral reporten los eventos adversos de los instrumentos separados, para realizar un mejor análisis de incidencia de esta complicación.

Debido a que la Universidad Santo Tomás con la Federación Odontológica Colombiana son pioneras en reportar los antecedentes o eventos adversos sucedidos durante los procedimientos, se sugiere realizar una guía donde se tenga en cuenta los parámetros como diagnóstico, tipo de instrumento separado, tiempo de separación y pronóstico para así tener un mejor seguimiento de los casos y futuros estudios de cohorte retrospectivos.

Referencias

Al-Nazhan, S., Al-Attas, M., & Al-Maflehi, N. (2018). Retrieval outcome of separated endodontic instruments by Saudi endodontic board residents: A Clinical retrospective study. *Saudi Endodontic Journal*, 8(2), 77. https://doi.org/10.4103/sej.sej_13_18

Alvarado, V., Ramírez, V., Sánchez, N., & Pineda, E. (2010). Identificación de pacientes con iatrogenias realizadas en otras instituciones, que ingresaron al servicio de atención prioritaria de la facultad de odontología de la universidad de Antioquia. *Revista. Facultad de Odontología Universidad de Antioquia*, 22, 72–80.

Crump, M. C., & Natkin, E. (1970). Relationship of broken root canal instruments to endodontic case prognosis: a clinical investigation. *Journal of the American Dental Association* (1939), 80(6), 1341–1347. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.1970.0259>

Faggion, C. M., Jr. (2012). Guidelines for reporting pre-clinical in vitro studies on dental materials. *The Journal of Evidence-Based Dental Practice*, 12(4), 182–189. <https://doi.org/10.1016/j.jebdp.2012.10.001>

Gagnier, J. J., Kienle, G., Altman, D. G., Moher, D., Sox, H., Riley, D., & CARE Group*. (2013). The CARE guidelines: Consensus-based clinical case reporting guideline development. *Global Advances in Health and Medicine*, 2(5), 38–43. <https://doi.org/10.7453/gahmj.2013.008>

Gencoglu, N., & Helvacioclu, D. (2009). Comparison of different techniques for removing fractured endodontic instruments from root canal systems. *Eur J Dent*, 3(2), 90–95.

Givol, N., Rosen, E., Taicher, S., & Tsesis, I. (2013). Tsesis I. *Risk Management in Endodontics*, 39, 569–581.

Grossman, L. I. (1969). Guidelines for the prevention of fracture of root canal instruments. *Oral Surgery, Oral Medicine, and Oral Pathology*, 28(5), 746–752. [https://doi.org/10.1016/0030-4220\(69\)90423-x](https://doi.org/10.1016/0030-4220(69)90423-x)

Hargreaves, K. M., Cohen, S., & Berman, L. H. (2011). *Las Vías De La Pulpa*. Elsevier.

Heydari, A., Rahmani, M., & Heydari, M. (2016). Removal of a broken instrument from a tooth with apical periodontitis using a novel approach. *Iranian Endodontic Journal*, 11(3), 237–240. <https://doi.org/10.7508/iej.2016.03.018>

Hülsmann, M., & Schinkel, I. (1999). Influence of several factors on the success or failure of removal of fractured instruments from the root canal. *Endodontics & Dental Traumatology*, 15(6), 252–258.

Kannan, R., Sandeep, A. H., & Duraiswamy, R. (2019). Evaluation of rotary file separation and its retrieval from root canals-an institutional based study 2019. *International Journal of Dentistry and Oral Science*, 84–89.

Lin, L. M., Rosenberg, P. A., & Lin, J. (2005). Do procedural errors cause endodontic treatment failure? *Journal of the American Dental Association (1939)*, 136(2), 187–193; quiz 231. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2005.0140>

Madarati, A. A., Watts, D. C., & Qualtrough, A. J. E. (2008). Opinions and attitudes of endodontists and general dental practitioners in the UK towards the intracanal fracture of endodontic instruments: part 1. *International Endodontic Journal*, 41(8), 693–701. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2008.01425.x>

Madarati, Ahmad A., Hunter, M. J., & Dummer, P. M. H. (2013). Management of intracanal separated instruments. *Journal of Endodontics*, 39(5), 569–581. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2012.12.033>

Marquis, V. L., Dao, T., Farzaneh, M., Abitbol, S., & Friedman, S. (2006). Treatment outcome in endodontics: the Toronto Study. Phase III: initial treatment. *Journal of Endodontics*, 32(4), 299–306. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2005.10.050>

McGuigan, M. B., Louca, C., & Duncan, H. F. (2013). The impact of fractured endodontic instruments on treatment outcome. *British Dental Journal*, 214(6), 285–289. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2013.271>

Murad, M. H., Sultan, S., Haffar, S., & Bazerbachi, F. (2018). Methodological quality and synthesis of case series and case reports. *BMJ Evidence-Based Medicine*, 23(2), 60–63. <https://doi.org/10.1136/bmjebm-2017-110853>

Parashos, P., & Messer, H. H. (2006). Rotary NiTi instrument fracture and its consequences. *Journal of Endodontics*, 32(11), 1031–1043. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2006.06.008>

Ramirez-Salomon, M., Soler-Bientz, R., de la Garza-González, R., & Palacios-Garza, C. M. (1997). Incidence of Lightspeed separation and the potential for bypassing. *Journal of Endodontics*, 23(9), 586–587. [https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(06\)81128-3](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(06)81128-3)

Saunders, J. L., Eleazer, P. D., Zhang, P., & Michalek, S. (2004). Effect of a separated instrument on bacterial penetration of obturated root canals. *Journal of Endodontics*, 30(3), 177–179. <https://doi.org/10.1097/00004770-200403000-00012>

Schipper, M., & Peters, L. B. (2015). Treatment of a fractured endodontical instrument in the root canal. *Nederlands tijdschrift voor tandheelkunde*, 122(12), 663–665. <https://doi.org/10.5177/ntvt.2015.12.14234>

Shahabinejad, H., Ghassemi, A., Pishbin, L., & Shahravan, A. (2013). Success of ultrasonic technique in removing fractured rotary nickel-titanium endodontic instruments from root canals and its effect on the required force for root fracture. *Journal of Endodontics*, *39*(6), 824–828. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2013.02.008>

Shen, Y., Peng, B., & Cheung, G. S.-P. (2004). Factors associated with the removal of fractured NiTi instruments from root canal systems. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics*, *98*(5), 605–610. <https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2004.04.011>

Simon, S., Machtou, P., Tomson, P., Adams, N., & Lumley, P. (2008). Influence of fractured instruments on the success rate of endodontic treatment. *Dental Update*, *35*(3), 172–179. <https://doi.org/10.12968/denu.2008.35.3.172>

Siqueira, J. F., Jr. (2001). Aetiology of root canal treatment failure: why well-treated teeth can fail: Aetiology of endodontic failure. *International Endodontic Journal*, *34*(1), 1–10. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2591.2001.00396.x>

Siqueira, José F., Jr, & Rôças, I. N. (2008). Clinical implications and microbiology of bacterial persistence after treatment procedures. *Journal of Endodontics*, *34*(11), 1291-1301.e3. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2008.07.028>

Siskin, M. (1967). Surgical techniques applicable to endodontics. *Dental Clinics of North America*, *11*(3), 745–769. [https://doi.org/10.1016/s0011-8532\(22\)03245-1](https://doi.org/10.1016/s0011-8532(22)03245-1)

Soares, I. J., & Fernando, G. (2002). *Endodoncia: Técnica y Fundamentos. 1ra Ed.*

Spili, P., Parashos, P., & Messer, H. H. (2005). The impact of instrument fracture on outcome of endodontic treatment. *Journal of Endodontics*, *31*(12), 845–850. <https://doi.org/10.1097/01.don.0000164127.62864.7c>

Suter, B., Lussi, A., & Sequeira, P. (2005). Probability of removing fractured instruments from root canals. *International Endodontic Journal*, *38*(2), 112–123. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2004.00916.x>

Tzanetakakis, G. N., Kontakiotis, E. G., Maurikou, D. V., & Marzelou, M. P. (2008). Prevalence and management of instrument fracture in the postgraduate endodontic program at the Dental School of Athens: a five-year retrospective clinical study. *Journal of Endodontics*, *34*(6), 675–678. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2008.02.039>

Ungerechts, C., Bårdsen, A., & Fristad, I. (2014). Instrument fracture in root canals - where, why, when and what? A study from a student clinic. *International Endodontic Journal*, *47*(2), 183–190. <https://doi.org/10.1111/iej.12131>

Urrútia, G., & Bonfill, X. (2010). PRISMA declaration: A proposal to improve the publication of systematic reviews and meta-analyses. *Med Clin (Barc)*, *135*(11), 507–511.

Vouzara, T., El, C., Maryam, & Lyroudia, K. (2018). Separated instrument in endodontics: Frequency, treatment and prognosis. *Balkan Journal of Dental Medicine*, *22*(3), 123–132. <https://doi.org/10.2478/bjdm-2018-0022>