



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE ODONTOLOGIA

**“Localizadores apicales y su impacto en la disminución de fracasos
endodónticos”.**

Trabajo de Titulación para optar al título de Odontóloga

Autor:

Garces Gualaquiza Ana Yajaira

Tutor:

Dr. Carlos Alberto Albán Hurtado

Riobamba, Ecuador. 2023

DERECHOS DE AUTORÍA

Yo, Ana Yajaira Garces Gualaquiza, con cédula de ciudadanía 0604681080, autora del trabajo de investigación titulado: Localizadores apicales y su impacto en la disminución de fracasos endodónticos. Revisión bibliográfica, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 6 de noviembre del 2023



Ana Yajaira Garces Gualaquiza

C.I:0604681080

DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DE TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado del trabajo de investigación: Localizadores apicales y su impacto en la disminución de fracasos endodónticos. Revisión bibliográfica por Ana Yajaira Garces Gualaquiza, con cédula de identidad número 0604681080, emitimos el DICTAMEN FAVORABLE, conducente a la APROBACIÓN de la titulación. Certificamos haber revisado y evaluado el trabajo de investigación y cumplida la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 6 de noviembre del 2023.

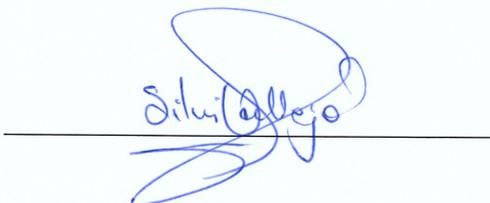
Dra. Tania Jacqueline Murillo Pulgar

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Dra. Silvia Verónica Vallejo Lara

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Dr. Carlos Alberto Albán Hurtado

TUTOR



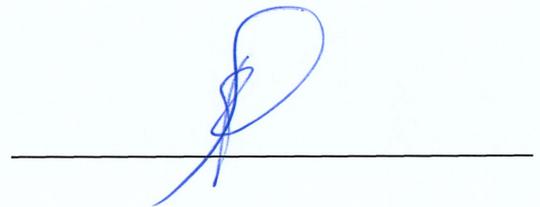
CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación Localizadores apicales y su impacto en la disminución de fracasos endodónticos. Revisión bibliográfica por Ana Yajaira Garces Gualaquiza, con cédula de identidad número 0604681080, bajo la tutoría de Dr. Carlos Alberto Alban Hurtado; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 6 de noviembre del 2023.

Dr. Raciél Jorge Sánchez Sánchez

Presidente del Tribunal de Grado



Firma

Dra. Tania Jacqueline Murillo Pulgar

Miembro del Tribunal de Grado



Firma

Dra. Silvia Verónica Vallejo Lara

Miembro del Tribunal de Grado



Firma

CERTIFICADO ANTIPLAGIO

Original



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO CID
EXT. 1133

Riobamba 07 de noviembre del 2023
Oficio N°163-2023-2S-URKUND-CID-2023

Dr. Carlos Alberto Albán Hurtado
DIRECTOR CARRERA DE ODONTOLOGÍA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
UNACH
Presente.-

Estimado Profesor:

Luego de expresarle un cordial saludo, en atención al pedido realizado por el **Dr. Carlos Alberto Alban Hurtado**, docente tutor de la carrera que dignamente usted dirige, para que en correspondencia con lo indicado por el señor Decano mediante Oficio N°0327-D-FCS-ACADEMICO-UNACH-2023, realice validación del porcentaje de similitud de coincidencias presentes en el trabajo de investigación con fines de titulación que se detalla a continuación; tengo a bien remitir el resultado obtenido a través del empleo del programa URKUND, lo cual comunico para la continuidad al trámite correspondiente.

No	Documento número	Título del trabajo	Nombres y apellidos del estudiante	% URKUND verificado	Validación	
					Si	No
1	0327-D-FCS-18-04-2023	Localizadores apicales y su impacto en la disminución de fracasos endodónticos	Garces Gualaquiza Ana Yajaira	3	x	

Atentamente,



PhD. Francisco Javier Ustáriz Fajardo
Delegado Programa URKUND
FCS / UNACH
C/c Dr. Vinicio Moreno – Decano FCS

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi madre Narcisa Jesus Gualaquiza Totoy por siempre ser mi pilar esencial en mi vida, por apoyarme y motivarme a cumplir mis metas y ser partícipe de mis derrotas y logros y jamás abandonarme, también dedico este logro a su esposo Leonidas Alcidas Guapulema Bollo que a pesar de no ser mi padre de sangre, siempre me ha apoyado y de igual manera me ha impulsado siempre a cumplir mis sueños demostrándome que padre no es el que engendra sino el que cuida y estar siempre en las buenas y malas principalmente dándome la mano para ser mejor persona.

Dedico de igual manera a mi hermano Andy por cuidarme y darme ánimos y mi hermano Leonidas y Maite porque de igual manera están presente en mi vida dando ánimos.

A mi sobrino Lian que desde que nació ha ocupado un lugar muy especial en mi mente demostrándome que ser tía es un privilegio que Dios nos da, también a mi otr@ sobrin@ que pronto llegara a nuestras vidas y me promueven a seguir cumpliendo mis metas y siendo mejor persona cada día.

También a mi tío Serafín Gualaquiza por darme ánimos siempre y que muchas veces de mi vida estaba ahí para apoyarme y cumplir esta meta.

Y a mi Odontóloga Estefany Pazmiño porque desde que llegue a su vida me impulsa a ser cada día mejor y siempre esta y ha estado apoyándome.

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradezco a Dios por permitirme cumplir este logro por siempre iluminarme y darme sabiduría cada día. Y a mi patrono San Lucas que de igual manera me han bendecido.

Agradezco infinitamente al Dr. Carlos Alban por brindarme su apoyo desde el inicio de este proyecto, por su tiempo y paciencia que me regalo durante todo este tiempo hasta poder finalizar y cumplir mi meta de ser Odontóloga.

De igual manera a gran parte de mi familia que siempre me han alentado a seguir luchando por cumplir una meta más en mi vida y a varias personas que han formado parte en mi vida y de una u otra manera me han motivado siempre.

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I.....	15
1. INTRODUCCIÓN.....	15
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	16
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	18
1.3. OBJETIVOS.....	20
1.3.1. Objetivo General.....	20
1.3.2. Objetivo Específico.....	20
CAPÍTULO II.....	21
2. MARCO TEÓRICO.....	21
2.1. Tratamiento endodóntico.....	21
2.2. Anatomía radicular.....	21
2.3. Procedimiento endodóntico.....	22
2.3.1. Apertura e instrumentación.....	23
2.3.2. Acceso directo apical.....	23
2.3.3. Conservación del tejido.....	24
2.3.4. Eliminación del techo cameral.....	24
2.3.5. Conservación del piso de la cámara.....	24
2.4. Preparación biomecánica.....	24
2.4.1. Objetivos de la preparación biomecánica enumera.....	25
2.4.1.1. Biológicos.....	25
2.4.1.2. Mecánicos.....	25
2.4.1.3. Consideraciones anatómicas.....	25
2.5. Irrigación endodóntica.....	26
2.6. Técnicas endodónticas.....	26
2.6.1. Técnica clásica o ápico coronal.....	26

2.6.2.	Técnica convencional.....	26
2.6.3.	Técnica step back o escalonada	26
2.6.4.	Técnica step- Dow	27
2.6.5.	Técnica Crown Down	27
2.7.	Fracasos endodónticos.....	27
2.7.1.	Presencia de infecciones persistentes o recurrentes.....	28
2.7.2.	Escalones o rebordes.....	28
2.7.3.	Perforaciones o trepanaciones.....	28
2.7.4.	Instrumentos fracturados.....	29
2.7.5.	Causas de las fracturas	29
2.8.	Permeabilidad del conducto y preinstrumentación.....	29
2.9.	Longitud de trabajo.....	30
2.10.	Determinación de la contricción apical	30
2.11.	Limas.....	30
2.12.	Localizadores apicales.....	30
2.12.1.	Impedancia.....	31
2.12.2.	Tipos de localizadores de ápice según su generación	31
2.12.2.1.	Primera generación.....	31
2.12.2.2.	Segunda generación.....	31
2.12.2.3.	Tercera generación	32
2.12.2.4.	Cuarta generación.....	32
2.10.2.5.	Quinta Generación.....	32
2.10.2.6.	Sexta Generación.....	32
CAPÍTULO III		33
3.	METODOLOGIA.....	33
3.1.	Tipo de Investigación.....	33

3.1.1. Cualitativa.....	33
3.2. Diseño de Investigación.....	33
3.2.1. Descriptiva.....	33
3.2.2. Bibliográfica.....	33
3.3. Criterios de selección de estudios.....	34
3.4. Población de estudio y tamaño de muestra.....	34
3.5. Selección de palabras clave o descriptores.....	34
CAPÍTULO IV.....	39
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	39
4.1. Frecuencia de fracasos endodónticos y sus causas fundamentales durante el tratamiento endodóntico.....	39
4.2. Ventajas y desventajas de los localizadores apicales de última generación durante la terapia endodóntica.....	43
4.2.1. Ventajas.....	43
4.2.2. Desventajas.....	47
4.3. Eficacia de los localizadores apicales en los procedimientos endodónticos en comparación de estos sin el uso de estos.....	53
4.4. Impacto del uso de los localizadores apicales en la disminución de fracasos endodónticos.....	56
5.CAPITULO V.....	59
5.1.Conclusiones.....	59
5.2.Recomendaciones.....	60
6.BIBLIOGRAFIA.....	61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Número de artículos por base de datos.....	35
Tabla 2. Términos de búsqueda, utilizadas en base de datos.....	35
Tabla 3. Análisis de fuentes mediante método PICO.....	36
Tabla 4. Análisis PICO por selección de resultados de búsqueda.....	37
Tabla 5. Eficacia de los localizadores apicales en los procedimientos endodónticos en comparación de los mismos sin el uso de estos.....	50

ÍNDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1. Esquema de metodología PRISMA.....	38
Gráfico 2. Fracasos endodónticos y sus causas.....	42
Gráfico 3. Eficacia de los localizadores apicales	55
Gráfico 4. Impacto de uso de localizadores aplicables.....	58

RESUMEN

Los localizadores apicales son herramientas esenciales empleadas durante el tratamiento endodóntico con la finalidad de comprobar con precisión la longitud de trabajo en los conductos radiculares. Estos dispositivos permiten a los endodoncistas identificar de manera exacta la posición del ápice dental, es decir, la punta de la raíz del diente. Su utilización ofrece una serie de ventajas significativas en el campo de la endodoncia, contribuyendo a la reducción de los fallos en los procedimientos. El propósito fundamental de esta investigación es determinar de forma exhaustiva cómo la utilización de los localizadores apicales puede influir en la reducción de los fallos endodónticos. Esta revisión tiene como objetivo proporcionar una visión actualizada basada en la literatura científica disponible. Para abordar este tema, se llevó a cabo una revisión bibliográfica completa utilizando una metodología cualitativa que incluyó la recopilación de información de 62 artículos de diversas fuentes como PubMed, Scielo, Elsevier y Google Scholar. Los hallazgos revelaron que los localizadores apicales demuestran ser altamente efectivos en la determinación precisa de la longitud de trabajo en comparación con métodos convencionales como las radiografías. Estos dispositivos contribuyen significativamente a reducir la subinstrumentación del conducto radicular, y los factores cruciales relacionados con los fallos endodónticos. A pesar de que en años recientes se ha observado una tasa de fracasos mínima del 10% al 14%, esta cifra puede verse influenciada por múltiples variables, como la destreza del endodoncista, las características anatómicas del diente, el uso de materiales y la adecuada desinfección, entre otros. No obstante, gracias a los avances tecnológicos y técnicas actuales, se ha alcanzado un alto grado de éxito en los tratamientos endodónticos.

Palabras claves: Endodoncia, Conducto Radicular, Localizador Apical

ABSTRACT

Apical locators are essential tools in endodontic dentistry, used to accurately determine the working length of root canals. These devices enable endodontists to accurately identify the position of the apex, that is the tip of the tooth root. Their use offers a number of significant advantages in the field of endodontics, contributing to the reduction of procedural failures. The fundamental purpose of this research is to comprehensively evaluate how the use of apical locators can influence the reduction of endodontic failures. This review aims to provide an updated view based on the available scientific literature. To address this topic, a comprehensive literature review was conducted using a qualitative methodology that included the collection of information from 62 articles from various sources such as PubMed, Scielo, Elsevier and Google Scholar. The findings revealed that apical locators prove to be highly effective in accurately determining working length compared to conventional methods such as radiographs. These devices contribute significantly to reducing root canal under-instrumentation, and crucial factors related to endodontic failures. Although a minimum failure rate of 10% to 14% has been observed in recent years, this figure can be influenced by multiple variables, such as the skill of the endodontist, the anatomical characteristics of the tooth, the use of materials and adequate disinfection, among others. However, thanks to current technological advances and techniques, a high degree of success has been achieved in endodontic treatments.

Key words: Endodontics, Root canal, Apical Locator.



Reviewed by:
Msc. Jhon Inca Guerrero.
ENGLISH PROFESSOR
C.C. 0604136572

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN.

El presente estudio de investigación corresponde al tema sobre localizadores apicales y su impacto en la disminución de fracasos endodónticos, en la actualidad los dispositivos para localizar los ápices en la especialidad de endodoncia son de gran ayuda para poder determinar la longitud de trabajo o conductometría, de tal manera que no existan limitaciones durante la ampliación de la preparación biomecánica o bioquímica y la obturación de los conductos radiculares para obtener resultados positivos y evitar fracasos postoperatorios⁽¹⁾.

Esta investigación se enfoca en la problemática que existe dentro de los fracasos endodónticos principalmente la dificultad de obtener una longitud de trabajo adecuada, debido a varios factores que se presentan durante la preparación radicular como son las perforaciones de la raíz. Las cuales conllevan a una pérdida dental misma que se da por una iatrogenia, el avance progresivo de la caries dental, en otros casos la reabsorción y la morfología radicular, la ubicación el tamaño del foramen radicular lo cual permiten el fracaso del procedimiento endodóntico⁽²⁾.

El interés es de tipo académico profesional debido a que el conocimiento de este dispositivo puede hacer la diferencia en los procedimientos de la terapia pulpar debido a sus características, técnicas y funcionalidades, que conduzcan efectivamente al éxito en el tratamiento.

Esta revisión bibliográfica se basará en la recopilación de datos mediante la indagación de diversas bases científicas actuales a través de indicadores de calidad que permitan escoger los mejores artículos de divulgación científica sobre el tema; mismos que, serán procesados en una matriz bibliográfica que permitirá generar resultados idóneos tanto al estudio como a los objetivos planteados.

Determinado el impacto del uso de localizadores apicales ante los fracasos endodónticos y analizar las características y aplicaciones de utilidad para mejorar el procedimiento y evitar que se transgrede la salud del paciente.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El fracaso endodóntico se refiere a la falta de éxito en el tratamiento y la rehabilitación de una pieza dental. Desde la primera consulta, es fundamental realizar un diagnóstico preciso de las condiciones del diente y aplicar los principios biológicos y protocolos adecuados para evitar complicaciones durante el procedimiento. Esto incluye la apertura del acceso cameral, la limpieza y conformación del conducto radicular, la prevención de perforaciones en la raíz y fracturas del instrumental utilizado. Estas complicaciones pueden tener un impacto negativo en el pronóstico del tratamiento; por ende ¿El uso de los localizadores foraminales aumenta el éxito en el tratamiento de conductos radiculares?⁽³⁾.

En el continente asiático específicamente en Pakistán se realizó una revisión bibliográfica en la cual menciona los factores habituales que contribuyen al fracaso endodóntico, de los cuales se puede denotar dos principales el primero la sobreobturbación de conductos con el 65%, de los casos y en segunda instancia el fallo del procedimiento por canales radiculares no localizados con un 42%, lo que indica un alto porcentaje en este último caso por la mala localización⁽³⁾.

Las perforaciones radiculares suelen ser otros de los principales fracasos endodónticos estas son aberturas que se dan entre el conducto radicular hacia la cavidad bucal o al periodonto, esta complicación puede conllevar a la pérdida del órgano dental. En la terapia del conducto radicular existen otros criterios que impiden un resultado satisfactorio como lo son un buen acceso de la cavidad dental, correcta limpieza del canal, moldeado y obturación tridimensional del conducto radicular, para estos dos últimos es de suma importancia una precisa determinación de la longitud de trabajo⁽⁴⁾⁽¹⁾.

En lo referente a los fracasos endodónticos se han determinado varios factores que pueden complicar los tratamientos a un nivel de complejidad alta, para su clasificación la Asociación Americana de Endodoncistas formuló una herramienta muy práctica conocido como el formulario de evolución de las dificultades del tratamiento endodóntico (FEDTE), cuyos apartados mantiene relación con el paciente, diagnóstico y tratamiento, además de las consideraciones adicionales como antecedentes de traumas⁽⁵⁾.

FEDTE fue utilizado en la universidad de ciencias médicas en Cuba el cual emplea en su ítem de diagnóstico y tratamiento mencionando las siguientes dificultades que impiden tener éxito en la terapia endodóntica las cuales son:⁽⁶⁾

Restauraciones extensas representa el 23.2%, la moderada dificultad en la obtención e interpretación de la imagen radiográfica 22%, inclinaciones dentarias moderadas constituyen el 20.7%, los conductos visibles pero reducidos en sus tamaños indica el 19.5%, la destrucción dentaria extensa muestra el 18.3%, calcificaciones pulpares el 17.1%, dientes posteriores el 15.9%, la curvatura radicular moderada o extrema es 15.9%, rotación dentaria moderada o severa 13.5%, amplio diagnóstico diferencial de los signos y síntomas la alteración de la anatomía radicular , la reabsorción apical mínima simbolizan el 7.3%, longitud dental extrema demuestra el 6.1% y conductos no visibles 4.9%⁽⁶⁾.

En la ciudad de Ambato Ecuador se realizó un estudio en base al uso del localizador apical demostrando la efectividad durante el procedimiento el cual dependen de la eficiencia de la medición de la longitud de trabajo obtenida de estos instrumentos ya que aporta datos más precisos que la radiografía, además ayuda a reducir el tiempo durante el procedimiento y como desventaja se basan en que no pueden ser aplicados en pacientes con marcapasos⁽⁷⁾.

1.2. JUSTIFICACIÓN

En el tratamiento endodóntico se requiere establecer la longitud de trabajo para lo cual los localizadores apicales brindan beneficios que ofrecen la correcta obtención de medida del conducto radicular del diente misma que facilita el procedimiento durante la terapia y conlleve al éxito de esta. Demostrando la precisión de estos aparatos electrónicos ante, la presencia de diversos factores conllevados por el fracaso endodóntico principalmente como las perforaciones radiculares que ocurren durante el procedimiento.

Por ende, se busca expandir la información, que con el avance tecnológico existen nuevos dispositivos que facilitan el trabajo, entre estos están los localizadores apicales que se han perfeccionado desde el inicio de su aparición, clasificándose por generaciones y demostrando cada vez resultados más precisos no solo dentro del conducto seco sino que también se puede utilizar en presencia de varias soluciones irrigadoras, de tal manera que su impacto permitirá tener una reducción de fracasos endodónticos.

El tema acerca de estos instrumentos se debe investigar porque tiene como finalidad en la actualidad un impacto favorable debido a que al existir fracasos durante la terapia endodóntica estos han ayudado a la detección de iatrogenias que se han ocasionado durante el proceso, principalmente las perforaciones radiculares que se dan por el tamaño, forma o curvatura de las raíces. Impidiendo una correcta cicatrización al no detectar a tiempo y provocando una inflamación de los tejidos periodontales, por la extravasación de las soluciones de irrigación, la utilización de selladores apicales que se expanden fuera del conducto y la instrumentación sobre el área del periodonto.

La presente investigación tiene como pertinencia adquirir información actualizada sobre la función, eficiencia, precisión y clasificación según su generación de los aparatos apicales durante la terapia endodóntica, además, tiene como finalidad determinar el impacto ante la disminución de fracasos durante el procedimiento, varios estudios han demostrado como los localizadores de ápices han logrado determinar una longitud de trabajo adecuada, la limitación de la preparación biomecánica posterior a la obturación del conducto radicular. De igual manera ha evidenciado la eficacia ante la localización de la contricción apical misma que se le considera como el sitio más angosto en el interior del canal radicular.

El estudio beneficiará directamente a los odontólogos principalmente a los especialistas en el área de endodoncia, por tanto, en la actualidad y con el avance de la tecnología es de vital

importancia tener el conocimiento de los aparatos electrónicos nuevos que permiten obtener una terapia exitosa, menos tiempo de trabajo y evitar los fracasos que en muchos de los casos conllevan a una pérdida dental. A diferencia de los beneficiarios indirectos que mediante la información recopilada y el conocimiento hacia el profesional será empleada sobre los pacientes.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

Determinar el impacto que produce el uso de los localizadores apicales en la disminución de fracasos endodónticos.

1.3.2. Objetivo Específico

Establecer la frecuencia de fracasos endodónticos y sus causas fundamentales durante el tratamiento endodóntico.

Analizar las ventajas y desventajas de los localizadores apicales de última generación durante la terapia endodóntica.

Identificar la eficacia de los localizadores apicales en los procedimientos endodónticos en comparación de los mismos sin el uso de estos.

CAPÍTULO II.

2. MARCO TEÓRICO.

2.1. Tratamiento endodóntico

Se centra en el abordaje de la parte interna del diente, lo cual implica seguir una serie de procesos y tener un conocimiento profundo de la anatomía y estructuras que componen el diente. Mediante este tratamiento, se prepara cuidadosamente el interior del diente para proceder a la obturación y sellado de la cavidad, con el objetivo de restaurar adecuadamente la función dental ⁽⁸⁾⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾.

La finalidad de este tratamiento es prevenir y lograr una correcta cicatrización durante un proceso de periodontitis apical, reduciendo la infección en el conducto radicular y manteniendo la pieza dental en la cavidad bucal. Al mantener condiciones favorables, el porcentaje de éxito puede superar el 90%. ⁽¹¹⁾⁽¹²⁾⁽¹³⁾.

Un tratamiento endodóntico exitoso no solo se evidencia por la conservación de la pieza dental, sino también por la ausencia de síntomas o signos clínicos, y mediante radiografías se pueda observar una disminución o desaparición completa de la lesión apical. Sin embargo, muchas lesiones apicales persisten debido a que la infección no ha sido completamente eliminada de los conductos radiculares, principalmente debido al incumplimiento de los estándares de asepsia durante el procedimiento ⁽¹¹⁾⁽¹⁴⁾.

2.2. Anatomía radicular

Área que estudia la forma, tamaño, longitud, características y estructuras de cada una de las raíces y conductos radiculares, debido a las diversas variaciones que estos presentan ⁽¹²⁾.

2.2.1. Dientes superiores:

Incisivos centrales. Estos dientes tienen una sola raíz y un conducto, por lo general el agujero apical está ubicado cerca de la punta de la raíz. Incisivos laterales la anatomía es similar a la de los incisivos centrales. Canino una sola raíz y un conducto radicular, sin embargo, la raíz tiene una dimensión vestibulopalatina mucho mayor a los otros dientes ⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾.

Primer premolar generalmente este diente presenta dos raíces una vestibular y otra palatina en aproximadamente el 60% de los casos, y el 35.5% de los casos solo tiene una raíz y el 3.5% se han encontrado tres raíces, dos vestibulares y una palatina. Segundo premolar la mayoría de estas piezas tienen una sola raíz representando el 94.6% y un conducto que se encuentra en el 53.7%, sin embargo, en algunas piezas se ha encontrado dos raíces y dos conductos^{(17) (18)}.

Primer molar normalmente tiene 3 raíces y 3 conductos lo cual ocurre en el 30% de casos y el 70% se ha encontrado hasta 4 conductos. Segundo molar superior similar al primer molar con la única diferencia de que en el 50% de los casos tienen 3 conductos y la otra mitad del porcentaje existen cuatro conductos. Tercer molar esta es uno de los dientes mas complejas y diversas por su variación radicular, por lo general se desaconseja el acceso quirúrgico^{(17) (18)}.

2.2.2. Dientes inferiores:

El incisivo central es el diente más pequeño con una dimensión VL grande y dos raíces, además, presenta un conducto entre el 73.4% y el segundo el 26.65%. Incisivo lateral es un poco más grande que el central, tanto en dimensión como en la cámara pulpar. Canino tiene una raíz en el 94% de los casos y dos raíces en el 6%, mientras que en el caso de conductos el 88,2% tiene un conducto y el 11.8% tiene dos⁽¹⁷⁾.

Primer premolar se asemeja al canino con la única diferencia de poseer una cúspide extra tiene una raíz que representa el 82% y el 18% a dos y en número de conductos el 66.6% a uno solo, el 31,3% a dos y el 2.1% a tres. El segundo premolar tiene una raíz y una corona más grandes que el anterior, también puede tener una o dos raíces y conductos^{(17) (18)}.

Primer molar tiene una cámara pulpar amplia este tiene entre dos raíces en el 97.7% y tres con 2.3%, en cuanto a los conductos varía entre dos (8%), tres (56%) y cuatro (36%). Segundo molar también puede tener dos (98.5%) y tres raíces con el (1.5%), y los conductos tiene entre dos (16.2%), tres (72.5%) y cuatro (1.3%). Tercer molar normalmente este contiene tiene dos raíces y dos conductos^{(17) (18)}.

2.3. Procedimiento endodóntico

Consiste en una serie de pasos que se realizó en una o varias citas iniciando con:

2.3.1. Apertura e instrumentación

Previo a cualquier tratamiento odontológico, es fundamental realizar una radiografía preoperatoria para evaluar la morfología de las raíces y el diámetro de los conductos. Esto permite obtener un diagnóstico presuntivo y diferencial más justo, diferenciándolo de otras enfermedades pulpares. El éxito del procedimiento radica en lograr un análisis preciso y certero ^{(12) (15)}.

La apertura de la cámara es la primera maniobra quirúrgica que implica la remoción del techo de la cámara pulpar, así como la eliminación de cualquier tejido cariado o extraño al diente, lo que proporciona un acceso directo a uno o varios conductos radiculares. Esta etapa implica una preparación adecuada que permita que los instrumentos utilizados trabajen de manera eficiente dentro del conducto, facilitando una limpieza óptima y una conformación precisa de las paredes a lo largo de toda su extensión ^{(12) (16)}.

El tamaño y la forma de la apertura coronal están estrechamente relacionados con la anatomía del diente a tratar. Si la apertura es demasiado amplia con el objetivo de facilitar el acceso, esto puede debilitar la corona y aumentar el riesgo de fractura ^{(17) (18)}.

Una apertura adecuada proporciona diversos beneficios, como una excelente preparación que permite un adecuado acceso y manejo de los instrumentos, logrando ensanchar y modificar las paredes del conducto. Además, garantiza una limpieza efectiva, facilitando la eliminación de bacterias, barrillo dentinario, tejido orgánico e inorgánico mediante el uso de soluciones irrigadoras. Otra ventaja es obtener una óptima obturación, asegurando un correcto ingreso de la gutapercha y logrando un sellado apical óptimo ⁽¹⁶⁾.

Dentro de la apertura cameral también existen objetivos que ayudan a tener éxito en el tratamiento ^{(19) (20)}:

2.3.2. Acceso directo apical

El acceso directo apical implica introducir el primer instrumento en el conducto radicular, deslizándolo suavemente desde la apertura del diente hasta la cámara pulpar. Este proceso asegura una limpieza adecuada y una correcta conformación de las paredes. Es importante evitar interferencias durante el avance del instrumento, ya que esto podría ocasionar fracturas, creación de escalones y dificultades en la limpieza, dando como resultado la

presencia de material contaminado. Por lo tanto, es crucial que el primer instrumento utilizado se ajuste a la curvatura inicial del conducto ⁽¹⁶⁾(20).

2.3.3. Conservación del tejido.

Es esencial contar con un conocimiento preciso sobre la forma, tamaño y condiciones de la cámara pulpar de cada diente para llevar a cabo una apertura coronal adecuada. El desgaste del tejido debe ser controlado cuidadosamente, ya que un exceso de remoción puede debilitar el diente y ocasionar una fractura. Solo en casos especiales, como dientes con caries extensas, se permite realizar una ampliación adicional, sin embargo, es importante hacerlo con precaución y llevar a cabo una limpieza minuciosa para evitar la formación de aberturas ⁽¹⁶⁾.

2.3.4. Eliminación del techo cameral

La remoción crucial y completa de la pulpa presente en los conductos pulpares, asegurando un acceso claro y directo. Es de suma importancia contar con una buena visibilidad que facilite la localización precisa del conducto y permita una limpieza adecuada del mismo ⁽¹⁶⁾.

2.3.5. Conservación del piso de la cámara

En el caso de piezas dentales con múltiples conductos radiculares, es importante realizar el fresado de acuerdo a la forma del techo cameral con el fin de conservar el resto de tejido dental, lo que facilitará una mejor localización de cada uno de los conductos ⁽²¹⁾.

2.4. Preparación biomecánica

Es un conjunto de procedimientos clínicos que se enfocan en limpiar, desinfectar y preparar los conductos radiculares para una obturación tridimensional hermética. Esto implica lograr un acceso directo a la unión cemento-dentina-conducto (CDC) para una preparación adecuada. La preparación se puede realizar mediante instrumentación manual o rotatoria ⁽¹²⁾ ⁽²²⁾.

El objetivo principal es lograr un acceso directo y establecer a la unión cementodentinaria, eliminando por completo el tejido vivo o necrótico, al mismo tiempo que se intenta preservar la forma natural del conducto. Sin embargo, mantener la ubicación original del conducto puede ser un desafío debido a su forma y las variaciones anatómicas que pueden existir

dentro de él. Durante la preparación, es crucial emplear técnicas adecuadas para evitar iatrogenias y garantizar el éxito de la terapia, reduciendo el tiempo necesario y asegurando la satisfacción del paciente ⁽²³⁾⁽²⁴⁾⁽⁷⁾.

2.4.1. Objetivos de la preparación biomecánica.

2.4.1.1. Biológicos

Procura limitar el movimiento del instrumento dentro del conducto, evitando la dispersión de material putrefacto más allá del ápice durante la preparación. Además, busca eliminar todos los irritantes potenciales y lograr una expansión óptima en el centro coronario del conducto para permitir una irrigación abundante ⁽²⁴⁾⁽²⁵⁾.

2.4.1.2. Mecánicos

Pretende realizar un moldeado tridimensional del conducto, estableciendo de manera firme la matriz de dentina en la unión del CDC para fortalecer y mantener la integridad del foramen. Además, se busca eliminar por completo todos los restos generados durante la limpieza y conformación ⁽⁶⁾⁽²⁵⁾.

2.4.1.3. Consideraciones anatómicas

A una distancia de 0.5 mm de la superficie externa de la raíz, se encuentra la constricción apical, que suele incrementarse durante la formación continua del cemento. La terminación apical del conducto dentinario y del cemento se produce en la unión entre ellos. Los forámenes apicales no siempre se encuentran en la salida del ápice, sino que generalmente se ubican a nivel lateral. Para iniciar la instrumentación del conducto de manera adecuada, es esencial conocer la longitud precisa del mismo ⁽¹⁰⁾⁽²⁶⁾.

No todos los conductos ostentan un acceso fácil, ya que depende de los diversos tamaños y morfologías de las raíces de la pieza dental, e incluso la edad del paciente puede ser un factor relevante, ya que el interior del conducto puede presentar irregularidades, depresiones, indentaciones e incluso comunicación entre conductos. Muchas de las consecuencias que llevan al estrechamiento de la luz del conducto se deben a la respuesta del tejido dentinario ante diferentes irritantes, lo cual provoca una mayor producción de dentina en la base de los túbulos dentinarios y en la pulpa ⁽⁶⁾⁽²⁵⁾.

2.5. Irrigación endodóntica

La irrigación es fundamental para lograr una desinfección efectiva y prevenir futuras infecciones en los conductos radiculares. Para erradicar los microorganismos de manera profunda, es importante acompañar la instrumentación con una irrigación abundante que genere efectos químicos, mecánicos y biológicos. Existen diferentes métodos para lograr esto, como el uso de jeringa, agitación manual, presión apical positiva y negativa, activación sónica o ultrasónica, además, se recomienda combinar diferentes soluciones irrigadoras siendo las más utilizadas en la actualidad son el hipoclorito de sodio (NaOCL), clorhexidina (CHX) y el ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) ⁽¹⁶⁾.

2.6. Técnicas endodónticas

Existe una gran variedad de técnicas para la preparación biomecánica que son las siguientes:

2.6.1. Técnica clásica o ápico coronal

Consiste en la preparación del sistema de conductos siempre se inicia a nivel apical, determinando la conductometría, y luego la instrumentación y tratamiento biomecánico realizado con los instrumentos elegidos por el profesional ⁽⁹⁾.

2.6.2. Técnica convencional

Implica el uso progresivo de limas de mayor calibre, todas con la misma longitud de trabajo, y las limas Hedström son las herramientas adecuadas para este propósito. Esta técnica se utiliza principalmente en conductos rectos y amplios ⁽²⁷⁾.

2.6.3. Técnica step back o escalonada

Tiene como objetivo preservar la posición, forma y diámetro apical originales del conducto, con el fin de lograr una conicidad ideal para una limpieza y desinfección efectivas. Esta técnica comienza estableciendo la permeabilidad del conducto mediante el uso de una lima K precurvada y de pequeño calibre, inicia en el tercio apical y sube hasta el tercio coronal, la longitud de la herramienta disminuye en 1 mm a medida que aumenta el calibre. Logrando una morfología cónica y reduciendo la deformación del canal. Está indicado para dientes con pulpa viva, dientes con raíces curvas o rectas y para canales estrechos ^{(7) (10)}.

2.6.4. Técnica step- Dow

Se caracteriza por comenzar ensanchando la porción coronal del conducto antes de proceder a la preparación de la zona apical. Esto evita posibles interferencias de las limas a lo largo de las paredes del conducto, lo que proporciona mayor libertad en la zona apical para llevar a cabo la desinfección y la irrigación. Además, esta técnica facilita la obturación al permitir una mayor facilidad en el proceso ⁽⁷⁾.

2.6.5. Técnica Crown Down

Inicia con la instrumentación utilizando una lima K de calibre 35 de forma paulatina y sin ejercer presión en dirección apical, con la finalidad de identificar cualquier resistencia presente. En caso de que la lima no avance, se continúa el procedimiento utilizando limas más delgadas hasta llegar a la lima de calibre 35. Una vez que esta última lima se desliza libremente en el conducto, se utilizan los escarriadores Gates Glidden de calibre 2 y 3 de manera pausada. Posteriormente, se realiza una radiografía para verificar la presencia de resistencias causadas por el estrechamiento del conducto o si falla por alguna curvatura en la raíz ^{(28) (29)}.

Se procede a avanzar con una lima de calibre 15, realizando dos giros en sentido horario hasta acercarse al ápice del diente. Luego, se toma otra radiografía con la lima dentro del conducto para analizar la longitud de trabajo provisional. Continuando con la utilización de las limas de menor calibre hasta alcanzar la constricción apical y comprobar la longitud de trabajo precisa ⁽²⁹⁾.

2.7. Fracasos endodónticos

Actualmente, a pesar de que los tratamientos endodónticos tienen una tasa de éxito que oscila entre el 86% y el 98%, existe un porcentaje restante que refleja los posibles fracasos que pueden ocurrir durante o después del tratamiento. Estos fracasos se deben a la recurrencia de algunos síntomas clínicos. Por lo tanto, resulta crucial realizar un diagnóstico clínico y radiográfico completo desde el inicio de la terapia. Además, es importante seguir todas las etapas del tratamiento, utilizando localizadores apicales, hasta su terminación. No obstante, varios factores pueden contribuir a estos fracasos, como los siguientes: ^{(3) (30) (31)}

- Persistencia de bacterias (intracanal y extracanal)
- Relleno inadecuado del canal (canales mal limpiados y obturados)

- Sobreextensiones de materiales de obturación radicular
- Sello coronal inadecuado (fuga)
- Conductos no tratados (tanto mayores como accesorios)
- Errores de procedimiento iatrogénicos, como un mal diseño de la cavidad de acceso
- Complicaciones de la instrumentación (salientes, perforaciones o instrumentos separados).⁽³¹⁾

Además, entre los posibles incidentes y complicaciones también se encuentran ⁽¹⁴⁾:

2.7.1. Presencia de infecciones persistentes o recurrentes.

La reagudización de la infección y de los síntomas, aparición de lesiones apicales y dolor persistente debido a la inflamación de tejido pulpar no eliminado son algunos de los problemas que pueden contribuir al fracaso de la terapia la presencia de conductos radiculares complejos o curvados que dificultan la limpieza apropiada, la falta de sellado hermético del conducto radicular, la presencia de fracturas dentales o restauraciones defectuosas, entre otros ⁽³⁰⁾.

2.7.2. Escalones o rebordes

Según Canalda y sus colaboradores es la “deformación que se ocasiona con la lima en las paredes de un conducto y este ya se encuentra permeabilizado, ocasionado generalmente por la excesiva presión que ejerce la lima hacia apical más siendo extremadamente rígida, para evitar esta situación es esencial la toma radiográfica y mantener adecuadamente la curva de la lima y una abundante irrigación lo cual evitará el proceso”⁽³²⁾.

2.7.3. Perforaciones o trepanaciones

Ya sea a nivel de la furca, lateral o apical, son aberturas que pueden ocurrir en cualquier parte de la raíz, y se producen debido a la falta de conocimiento de la anatomía interna de los dientes o al uso excesivo de fresas durante la apertura, así como una operación agresiva de los instrumentos dentro de los conductos radiculares. Estas situaciones pueden resultar en una comunicación del conducto con el ligamento periodontal ⁽¹⁴⁾.

2.7.4. Instrumentos fracturados

El uso incorrecto de los instrumentos suele resultar en fracturas a nivel apical del conducto. Esto ocurre principalmente cuando se utilizan limas de acero inoxidable que no se desechan con la frecuencia adecuada o que presentan alteraciones. Además, el uso de limas rotatorias, que son más comunes en la actualidad, puede provocar fracturas debido al uso excesivo, alta velocidad, presión ejercida en el ápice y prolongado tiempo de rotación en una misma zona ⁽³¹⁾.

2.7.5. Causas de las fracturas

Estrés por torsión. – es otro factor a tener en cuenta, durante la rotación del vástago de la lima u otro instrumento, existe el riesgo de que la punta quede atrapada, lo que puede ocasionar una deformación plástica y, finalmente, la fractura del instrumento ⁽³²⁾.

Estrés por flexión. - la aplicación excesiva de ciclos de tensión y compresión durante la rotación en conductos curvos puede causar una flexión excesiva del material, lo que eventualmente puede llevar a su fractura ⁽³²⁾.

Existen numerosas causas que pueden llevar a la necesidad de un retratamiento dental debido a variaciones anatómicas y diversas condiciones que dificultan el éxito de la terapia. Por lo tanto, la planificación y evaluación del caso, así como la objetividad que se mantenga a lo largo del proceso, adquirieron la habilidad, destreza y conocimiento personal para evitar el fracaso ⁽³²⁾.

2.8. Permeabilidad del conducto y preisnstrumentación.

Es fundamental seguir un procedimiento preciso al utilizar las limas K de calibre 8 o 10 en cada caso. Se deben realizar movimientos suaves en orientación horaria y antihorario, evitando ejercer demasiada presión. Esto permitirá alcanzar la longitud de trabajo adecuada, que se verificará mediante radiografías y el uso de un localizador apical ⁽³³⁾

Una vez completada la etapa de permeabilidad, se procede a realizar la preisnstrumentación con el objetivo de lograr un glidepath adecuado. Esta etapa puede llevarse a cabo tanto de forma manual como rotatoria, según las necesidades y favoritismos del profesional ⁽¹²⁾.

2.9. Longitud de trabajo

La determinación precisa de la longitud de trabajo es una etapa clave y crítica en el tratamiento endodóntico. Se localiza en el punto de referencia entre la corona y la constricción apical, y establece los límites para la preparación y obturación del canal radicular. Es crucial garantizar una medición precisa de esta longitud para lograr resultados exitosos ⁽¹⁾⁽³⁴⁾.

Considerada el primer paso crucial hacia un tratamiento endodóntico exitoso. Esto ayuda a reducir los factores de riesgo asociados con la preparación de la zona apical, como la sobreinstrumentación del canal radicular. Al lograr una longitud de trabajo precisa, se disminuirán los posibles fracasos del tratamiento, como desviaciones del conducto o la formación de escalones ⁽³⁵⁾.

2.10. Determinación de la contricción apical

El diámetro de la constricción apical representa la zona más estrecha del conducto radicular, y su consideración resulta fundamental al seleccionar el diámetro de la punta del instrumento utilizado para finalizar el trabajo ⁽³⁶⁾.

2.11. Limas

Instrumentos que sirven para la preparación mecánica del conducto radicular con la finalidad de ampliar y regular las paredes durante la terapia endodóntica para edificar la zona durante la colocación del material de obturación. Las limas están compuestas por una parte activa, el vástago y el mango, existen dos tipos las limas manuales en acero inoxidable estandarizada mediante las normas ISO, estos instrumentos tiene tres series que van enumerados del 10 al 100 mediante saltos de cinco hasta llegar a la lima 60 y de esta hasta la lima 140 con saltos de 10 unidades, fabricados entre longitudes de 21,25, 28 y 31 mm y las limas rotatorias de Ni-Ti las cuales no se encuentran estandarizadas ⁽⁷⁾⁽²⁸⁾⁽²⁹⁾.

2.12. Localizadores apicales

Los localizadores de ápices tienen su funcionamiento a través de un circuito eléctrico formado por un aparato que controla el voltaje que debe ir agregado a la lima y de esta forma se transmite al vehículo que conduce la electricidad. El aparato busca medir la resistencia entre la punta de la lima y el forámen apical o CDC ⁽³⁷⁾.

Los localizadores apicales aparecieron en el año 1942 cuando Suzuki presentó la primera generación. Estos localizadores se basaron en medir la resistencia entre el ligamento periodontal y la mucosa oral mediante una corriente eléctrica, donde la resistencia se logró constante (Sunada, 1958). Posteriormente, se desarrollaron localizadores de segunda generación que evaluaron la impedancia, y los de tercera y cuarta generación que evaluaron la impedancia entre dos frecuencias (1990). Luego, se introdujeron los localizadores de quinta generación en 2003 y sexta generación en 2011, los cuales ya no valoraban la impedancia, sino que medían los valores de resistencia y capacitancia para compararlos con números almacenados en una base de datos. Estos avances han permitido reducir los errores en la medición^{(12) (37)}.

2.12.1. Impedancia

La integración de la resistencia no óhmica en el circuito eléctrico de corriente alterna se calcula para determinar la posición del ápice del conducto radicular en los localizadores apicales. Este cálculo se realiza mediante un instrumento o clic que controla el voltaje y se agrega a la lima, actuando como conductor de electricidad una vez que se introduce en el diente y poder medir la longitud del conducto radicular entre la punta de la lima y el CDC, se utilizan dos frecuencias eléctricas diferentes y se coloca un electrodo en la cavidad oral^{(12) (35) (38)}.

2.12.2. Tipos de localizadores de ápice según su generación

2.12.2.1. Primera generación

Localizadores de resistencia, aunque menos eficaces, a menudo arrojan lecturas demasiado cortas o excesivas del foramen apical. Su principal desventaja radica en el dolor que se experimenta al utilizar corrientes de alto voltaje, con estos instrumentos no se podía realizar las mediciones en conductos húmedos como en piezas con inflamación⁽¹²⁾.

2.12.2.2. Segunda generación

El desarrollo de esta generación se dio en la década de los 70 y 80 basado en la medición electrónica de la impedancia en lugar de la resistencia. Sin embargo, presenta una deficiencia en la lectura cuando hay presencia de medios electrolíticos. Además, requiere una calibración previa al uso, lo que demanda habilidad por parte del profesional. La eficacia de estos localizadores oscilaba entre un rango de precisión del 44% al 92%⁽¹²⁾.

2.12.2.3. Tercera generación

Presentaba similitudes con la generación anterior, pero se incorporaron equipos con dos o más frecuencias. Estas frecuencias se utilizan para calcular la distancia hasta el extremo del conducto radicular. Durante esta época, se introdujeron diferentes tipos de impedancia que utilizaban más de dos frecuencias. El procedimiento viene con el gancho labial como un polo, mientras que el otro polo correspondería a la lima ubicada dentro del conducto radicular. A medida que se avanzaba en la inserción de la lima, los valores de impedancia diferían y aumentaban gradualmente ⁽³⁸⁾.

2.12.2.4. Cuarta generación

En este periodo, entraron al mercado los localizadores Bingo 1020 y Raypex 4, los cuales emplearon dos frecuencias distintas por separado (0,4 Hz y 8 Hz), al igual que la generación anterior. Sin embargo, a diferencia de esta, utilizan una única frecuencia a la vez, lo que mejoraba la precisión de la medición ^{(38) (39)}.

2.12.2.5. Quinta Generación

Instrumento que cuenta con una técnica multifrecuencia que le permite trabajar en las diversas condiciones del conducto demostrando fiabilidad del 95%; además, puede ser manipulada en soluciones irrigantes. Las medidas se pueden obtener en una pantalla digital mediante ⁽³⁵⁾.

Una de las mejoras significativas de esta época es que el Propex II mantiene separados los componentes de resistencia y capacitancia del circuito, lo que lo hace más resistente a posibles interferencias causadas por soluciones de irrigación y sangre. En general, este dispositivo muestra una alta capacidad para evitar fallas en presencia de soluciones de irrigación y otros fluidos ^{(12) (35)}.

2.12.2.6. Sexta Generación

En 2013 una empresa alemana crea al localizador Raypex 6, que se destaca por su mayor adaptabilidad. Este dispositivo incorpora un algoritmo sólido que permite medir con precisión la longitud de trabajo en diferentes condiciones del conducto, ya sea seco o húmedo. El Raypex 6 demuestra su rapidez y capacidad de adaptación al proporcionar detectó precisas de manera eficiente ⁽³⁵⁾.

CAPÍTULO III

3. METODOLOGIA.

El presente trabajo de investigación bibliográfica ha incluido la metodología y métodos adecuados al tema principalmente basándose en base de datos científicos académicos, con publicaciones difundidas desde el año 2013 hasta el 2023 de manera ordenada guiada mediante el análisis de las variables del trabajo de estudio con la variable independiente (uso de los localizadores apicales) y la variable dependiente (fracasos endodónticos).

3.1. Tipo de Investigación.

3.1.1. Cualitativa

La presente investigación bibliográfica se ha desarrollado siguiendo una metodología apropiada, centrada en el tema principal y respaldada principalmente por bases de datos científicas académicas. Se ha llevado a cabo una exhaustiva revisión de publicaciones publicadas desde 2013 hasta 2023, con un enfoque organizado y guiado por un análisis de las variables del estudio. En este análisis, hemos considerado la variable independiente, que se refiere al uso de localizadores apicales, y la variable dependiente, relacionada con los fracasos endodónticos.

3.2. Diseño de Investigación

3.2.1. Descriptiva

La investigación se considera descriptiva debido a que su principal objetivo es recopilar, resumir y presentar de manera sistemática y ordenada la información existente en la literatura científica. En lugar de generar nueva información o datos empíricos a través de experimentos o encuestas, se enfoca en describir y analizar de manera detallada lo que otros investigadores han estudiado y publicado previamente.

3.2.2. Bibliográfica

La presente investigación se basa en una metodología bibliográfica, la cual implica la revisión exhaustiva de información proveniente de diversas fuentes de investigación, como libros, revistas, periódicos, publicaciones científicas, entre otros, para sustentar las variables de investigación y sostener los resultados reportados en el estudio.

3.3. Criterios de selección de estudios.

- Relevancia a los descriptores y palabras clave: Se han considerado investigaciones que estén directamente relacionadas con los descriptores y palabras clave asociados al tema de estudio.
- Alcance internacional: Se ha priorizado investigaciones con alcance global, lo que significa que se han incluido estudios realizados en diferentes partes del mundo para obtener una perspectiva más amplia.
- Actualidad: Se han seleccionado investigaciones publicadas dentro de los últimos 10 años, lo que asegura que la información sea actual y refleje los avances recientes en el campo.
- Publicación en revistas científicas: Se han incluido investigaciones que han sido publicadas en revistas científicas, lo que garantiza un riguroso proceso de revisión por pares y una alta calidad de investigación.
- Disponibilidad en repositorios institucionales y bases de datos científicas: Se han buscado investigaciones que estén disponibles en repositorios de instituciones de educación superior y en bases de datos científicas reconocidas, lo que facilita el acceso a la información.
- Publicaciones en revistas con factor de impacto y un índice moderado de promedio de conteo de citas: Se ha tomado en cuenta las investigaciones que han sido publicadas en revistas con un factor de impacto y un índice de citas moderado, lo que indica que tienen un reconocimiento en la comunidad científica y un nivel razonable de influencia en el campo.

3.4. Población de estudio y tamaño de muestra.

En el presente trabajo de investigación se han incluido un total de 62 investigaciones, publicaciones y estudios relevantes a nivel nacional e internacional, que abordan la temática del uso de localizadores apicales y su relación con los fracasos endodóntico producto de la selección de la metodología PICO y PRISMA.

3.5. Selección de palabras clave o descriptores

Descriptores de búsqueda: se usaron los términos: Apical Instrumentation, Endodontic, Apical Measurement Accuracy.

En la revisión de la información se usaron operadores lógicos: AND, IN, los que junto con las palabras clave ayudaron a la selección de artículos útiles para la investigación.

Tabla 1. Número de artículos por base de datos

Base de datos	Nro. Artículos
PudMed	36
Elsevier	21
Scielo	2
Google Scholar	3

Tabla 2. Términos de búsqueda, utilizadas en base de datos

BASE DE DATOS	ECUACIÓN DE LA BÚSQUEDA
PubMed	Apical Locators OR Apical Locators Endodontics OR Endodontics Endodontic Failures OR Endodontic Failures Apical Measurement Accuracy OR Apical Measurement Accuracy Apical Measurement Instruments OR Apical Measurement Instruments
Elsevier	Success in Endodontic Treatments OR Success in Endodontic Treatments Apical Technology in Endodontics OR Apical Technology in Endodontics Apical Instrumentation in Endodontics OR Apical Instrumentation in Endodontics
Scielo	Apical Instrumentation in Endodontics OR Apical Instrumentation in Endodontics Effectiveness of Apical Locators OR Effectiveness of Apical Locators Improved Endodontic Outcomes with Apical Locators OR Improved Endodontic Outcomes with Apical Locators
Google Scholar	Effectiveness of Apical Locators OR Effectiveness of Apical Locators Improved Endodontic Outcomes with Apical Locators OR Improved Endodontic Outcomes with Apical Locators Clinical Application of Apical Locators OR Clinical Application of Apical Locators

Tabla 3. Análisis de fuentes mediante método PICO.

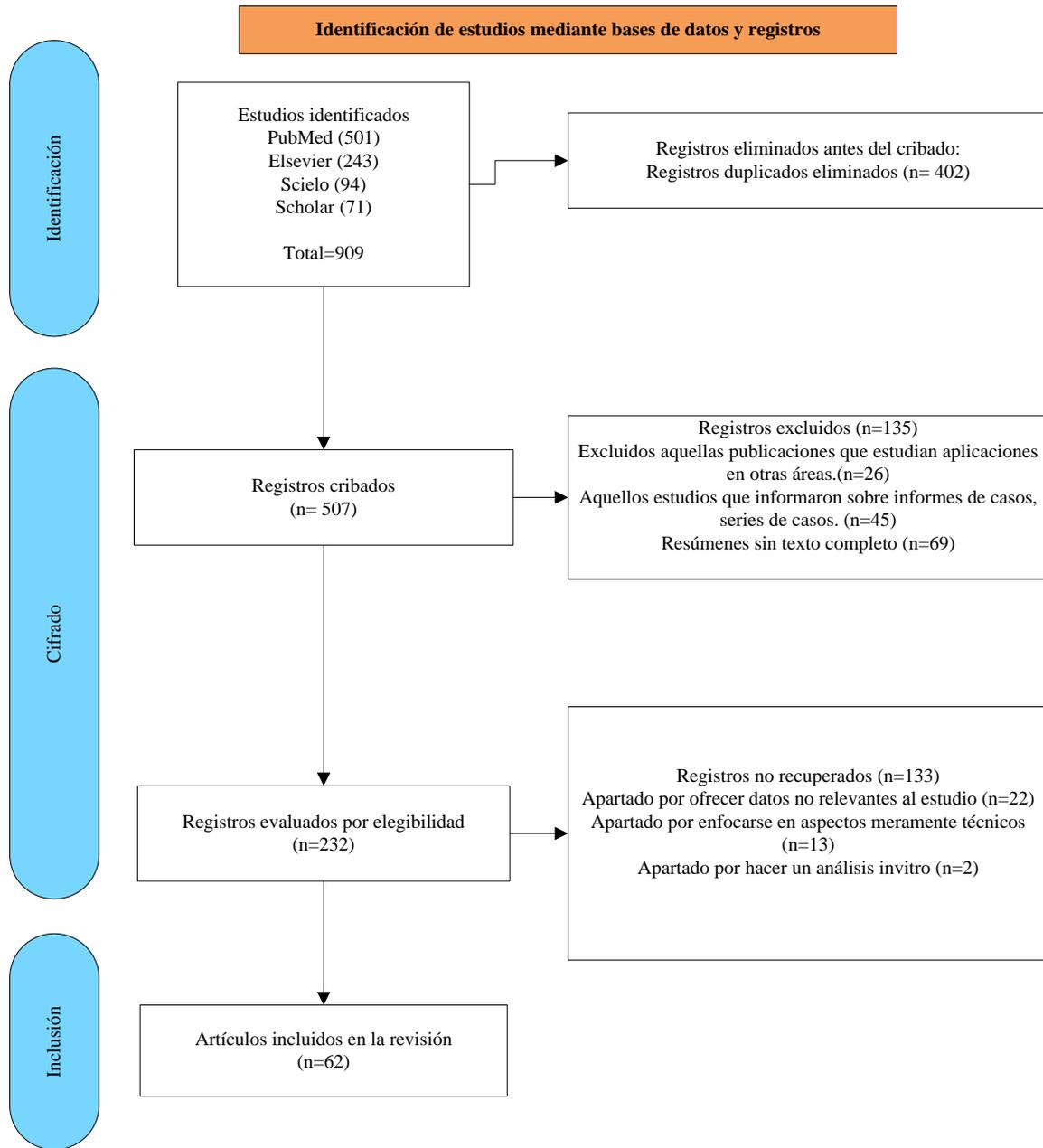
Frase	Palabra natural	Decs
Pacientes	Pacientes con tratamientos endodónticos	Endodontic
Intervención	Uso de localizadores apicales	Apex Locators
Comparador	Técnicas Aplicaciones Tratamientos	Technique Methods Treatments
Variable	Localizadores apicales Fracasos endodóntico	Apex Endodontic
Tipo de estudio	Metaanálisis Revisión bibliográfica Revisión sistemática Estudio clínicos	Meta-analysis Bibliographic review Systematic review Study of cases
Limites	Artículos publicados en los últimos 10 años. Idioma inglés y español. Artículos de texto completo. Artículos de disponibilidad gratuita.	

Tabla 4. Análisis PICO por selección de resultados de búsqueda.

Fecha	Base de datos	Combinación Decs	Selección/resultados
26/07/2023	PubMed	"Patients" AND "Endodontics" AND "Treatment" "Conventional Endodontic Techniques" "Electronic Apex Locators" "Success Rate" AND "Endodontic Treatment"	10/90 18/245 5/120 3/46
27/07/2023	Elsevier	"Patients" AND "Endodontics" AND "Treatment" "Success Rate" AND "Endodontic Treatment"	7/127 8/49

		"Clinical Trials as Topic" AND "Endodontics"	6/67
28/07/2023	Scielo	Patients" AND "Endodontics" AND "Treatment "Success Rate" AND "Endodontic Treatment" "Clinical Trials as Topic" AND "Endodontics"	1/76 0/12 1/6
28/07/2023	Google Scholar	Patients" AND "Endodontics" AND "Treatment "Success Rate" AND "Endodontic Treatment" "Clinical Trials as Topic" AND "Endodontics"	2/35 1/23 0/13

Gráfico 1. Esquema de metodología PRISMA.



CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Frecuencia de fracasos endodónticos y sus causas fundamentales durante el tratamiento endodóntico.

La frecuencia de los fracasos endodónticos puede variar debido a varios factores, como la habilidad y experiencia del profesional de la salud dental, la complejidad del caso clínico, la presencia de condiciones preexistentes en el diente, ect⁽⁴⁰⁾.

Sin embargo, se ha informado que los fracasos endodónticos pueden ocurrir en aproximadamente el 10-15% de los casos tratados. Los errores endodónticos se pueden clasificar en preoperatorios, intraoperatorios o postoperatorios. Los errores intraoperatorios son los más comunes y pueden incluir perforaciones, la persistencia o reinfección bacteriana, el tratamiento incompleto, fracturas de instrumentos, extrusión de irrigantes, subllenado o sobreobturación del conducto radicular, la anatomía compleja del conducto radicular, entre otros⁽⁴⁰⁾⁽⁴¹⁾.

Según Prada y colaboradores, la frecuencia de fracasos endodónticos puede variar, sin embargo, en general se estima que el tratamiento endodóntico tiene mayores tasas de éxito que oscilan entre el 86% y el 98%. Mientras que las causas principales de errar se relacionan con la persistencia de microorganismos que causan infecciones intrarradiculares o extrarradiculares, y que se vuelven resistentes a las medidas de desinfección⁽⁴²⁾.

Además, existen otros factores que pueden contribuir al fracaso; estos incluyen un diagnóstico incorrecto, falta de información adecuada al paciente, aplicación de un tratamiento inadecuado, persistencia de dolor, elección incorrecta de técnicas de tratamiento, y la prolongación necesaria del tratamiento. Conjuntamente a estos factores, se ha observado que la falta de acceso y visibilidad adecuada, el conocimiento de la anatomía dental y su necesidad, así como la falta de comprensión de los principios biológicos y físicos que rigen durante la terapia, pueden contribuir al fracaso del mismo⁽⁴¹⁾.

En general, se enfatiza la importancia de una evaluación cuidadosa y un plan de tratamiento adecuado, así como la necesidad de una formación y educación continua para los profesionales de la odontología para minimizar los errores y mejorar los resultados del tratamiento⁽⁴¹⁾.

Los problemas también pueden ocurrir debido a la persistencia de bacterias dentro de los conductos radiculares que están mal limpiados y obturados, el sellado coronal inadecuado (fugas) y los conductos no tratados (conductos perdidos). La presencia de ciertas especies de bacterias dentro del sistema de conductos radiculares, como *Enterococcus faecalis*, que es la principal causa de no tener éxito en el procedimiento, ya que estas bacterias son más resistentes a los agentes de desinfección y pueden causar una infección intra o extraradiculares persistente ⁽⁴³⁾.

Los microorganismos contribuyen a la insuficiencia endodóntico causando infecciones persistentes dentro del sistema de conductos radiculares. Estos microorganismos pueden resistir las medidas de desinfección y continuar prosperando, conllevando el desarrollo de infecciones dentro y fuera del conducto. Su presencia puede provocar inflamación persistente, dolor y la formación de fístulas. Además, los gérmenes pueden contribuir a la descomposición de los tejidos dentales y comprometer la integridad estructural del diente ⁽⁴²⁾.

La potencia de *Enterococcus faecalis* a los desinfectantes utilizados en la terapia pulpar según el estudio de Faisel y Marwa este microorganismo son más resistente a los agentes de desinfección comúnmente utilizados, como el hipoclorito de sodio y el EDTA, lo que puede dificultar su eliminación del sistema de conductos radiculares, aunque la instrumentación del conducto y la irrigación adecuada con hipoclorito de sodio pueden disminuir el número de bacterias, mas no se eliminan completamente el *Enterococcus faecalis* del conducto radicular⁽⁴³⁾.

Según Dioguardi y sus colaboradores, analizaron estudios donde argumentan las complicaciones uno de ellos indica que Sundqvist et al. (1998) encontró que la mayoría de los casos estaban asociados con la presencia de bacterias en el canal radicular. Mientras, Ricucci et al. (2016) informó sobre casos de infección intraradiculares complejas y biofilms mineralizados extraradiculares como causa de no tener éxito. En general, se puede decir que está asociado a la presencia de bacterias en el canal radicular y la falta de eliminación completa de la infección ⁽⁴⁴⁾.

Los fracasos en el tratamiento endodóntico pueden tener varias causas fundamentales entre las más comunes incluyen ⁽⁴⁴⁾:

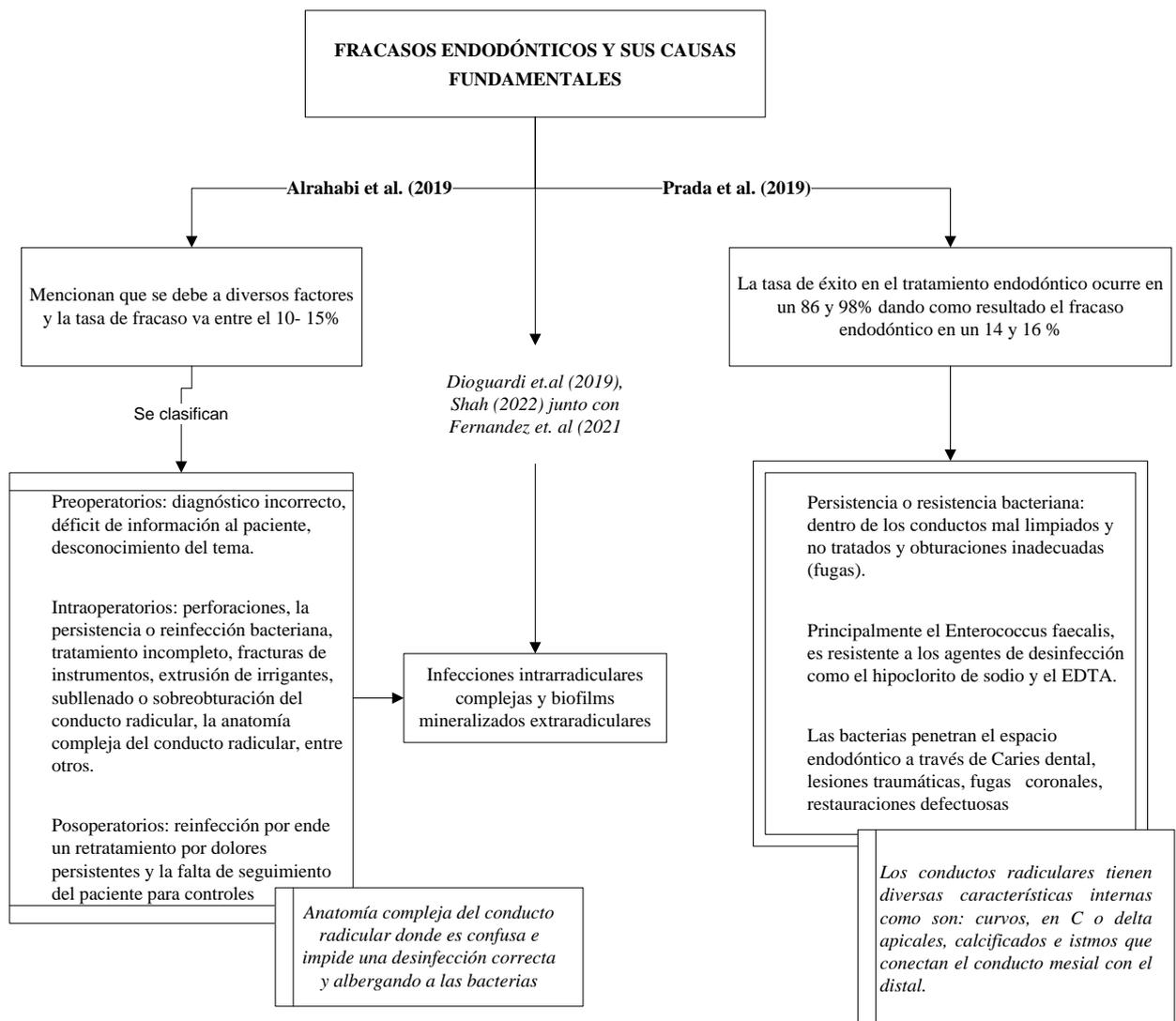
- Presencia o reinfección bacteriana: al no lograr una desinfección adecuada la presencia de las bacterias dentro del canal radicular indica una de las principales causas. Si las bacterias no se eliminan completamente del canal radicular, pueden continuar multiplicándose y causar una difusión de la infección en el sistema de conductos, lo que puede llevar a fallar el tratamiento ⁽⁴⁰⁾⁽⁴⁴⁾.
- Inadecuada obturación del canal radicular: Una obturación inadecuada del sistema de conductos, como un sellado incompleto, extruida o mal adaptada, puede permitir la entrada de bacterias y la persistencia. Si el canal radicular no se obtura adecuadamente, puede haber una filtración de microorganismos y fluidos hacia el interior del canal, lo que puede provocar una infección recurrente ⁽⁴⁰⁾⁽⁴⁴⁾.
- Fracturas dentales: logran permitir que las bacterias ingresen en el canal radicular y causen una infección. También las fisuras radiculares pueden ocurrir durante la terapia endodóntico o después de la obturación. Estas fracturas pueden comprometer la integridad del diente y conducir a la falla del tratamiento ⁽⁴⁰⁾⁽⁴⁴⁾.
- Anatomía compleja del canal radicular: Algunos dientes tienen una anatomía interna compleja, como conductos curvos, ramificaciones o deltas apicales, que pueden dificultar la limpieza y obturación adecuadas. Dificultando la eliminación completa de las bacterias, la obturación adecuada del canal y finalmente ocasionando el fracaso del tratamiento ⁽⁴⁰⁾⁽⁴⁵⁾.

Algunos autores han examinado diversas características y clasificaciones de los conductos radiculares en forma de C, y se evaluaron las causas de fracasar. Las imágenes obtenidas mediante microscopio endodóntico y microscopio electrónico de barrido (SEM) permitieron un análisis detallado de la superficie radicular reseca. Entre las causas de fracaso endodóntico se incluyen errores procedimentales como la perforación radicular, la separación de instrumentos o la falta de localización de todos los conductos radiculares ⁽⁴⁶⁾.

También se mencionan otras causas como la calcificación del conducto, la separación de limas, la filtración del material de obturación, la presencia de istmos que conectan los conductos mesial y distal, la sobreobturación y la falta de obturación de uno o más conductos radiculares ⁽⁴⁶⁾.

- Tratamiento incompleto: Si no se realiza una instrumentación y obturación adecuadas de los conductos radiculares, puede haber áreas no tratadas o conductos no obturados, lo que puede permitir la persistencia de la infección ⁽⁴⁴⁾.
- Falta de seguimiento: Si el paciente no sigue las instrucciones del dentista después del tratamiento endodóntico, como no asistir a las citas de control o no mantener una buena higiene oral, puede haber una mayor probabilidad de fracasar ⁽⁴⁴⁾.

Gráfico 2. Fracasos endodónticos y sus causas



Sin embargo, las bacterias pueden penetrar e invadir el espacio endodóntico a través de diferentes métodos, que incluyen ⁽⁴⁴⁾ ⁽⁴⁷⁾:

- Caries dental: La caries dental puede permitir que las bacterias entren en la pulpa dental y se propaguen hacia el canal radicular ⁽⁴⁷⁾.

- Lesiones traumáticas: Las lesiones traumáticas en los dientes pueden permitir que las bacterias entren en el canal radicular⁽⁴⁷⁾.
- Fugas coronales: Las fugas coronales pueden permitir que las bacterias entren en el canal radicular y causen una infección⁽⁴⁸⁾.
- Restauraciones defectuosas: Las restauraciones dentales defectuosas pueden permitir que las bacterias entren en el canal radicular⁽⁴⁸⁾.

Una vez que las bacterias han penetrado en el canal radicular, pueden formar un biofilm y propagarse a lo largo del canal. Es importante tener en cuenta que la eliminación completa de las bacterias del canal radicular es esencial para el éxito del tratamiento endodóntico⁽⁴⁴⁾

4.2. Ventajas y desventajas de los localizadores apicales de última generación durante la terapia endodóntica.

4.2.1. Ventajas

Los localizadores apicales fueron desarrollados en 1962 como una alternativa a las técnicas convencionales para determinar la longitud del conducto radicular midiendo la resistencia eléctrica del tejido periapical y la conductividad del líquido en el conducto radicular⁽⁴⁹⁾.

Estos dispositivos utilizan señales eléctricas para medir la posición del ápice del diente y, por lo tanto, la longitud del conducto radicular. Además de ser más precisos y cómodos para el paciente, también tienen la ventaja de evitar la exposición innecesaria a la radiación, que es un riesgo asociado con las técnicas radiográficas convencionales. Dentro de los localizadores apicales de tercera generación pueden determinar longitudes con precisiones mayores al 90%⁽⁵⁰⁾.

Se considera un dispositivo electrónico que presenta varias ventajas sobre las técnicas radiográficas, ya que proporciona facilidad de medición en odontometría, confiabilidad, velocidad, reducción de la exposición del paciente a la radiación, así como la detección de fracturas y perforaciones, porque el dispositivo muestra el momento exacto en que la punta de la lima entra en contacto con el periodonto, lo que reduce las posibilidades de iatrogenias⁽⁵¹⁾.

Demuestran mayor precisión al utilizar tecnología electrónica son rápidos y cómodos tanto para el paciente como para el dentista, lo que facilita el proceso de determinar la longitud

del conducto radicular, tienen adaptabilidad a diferentes condiciones demostrando, ser precisos incluso en presencia de diversas soluciones irrigadoras y en dientes con resorción apical⁽⁵²⁾⁽⁵³⁾.

Como resultado del estudio elaborado por Piasecki y sus colaboradores demuestra que el localizador de ápice Root ZX II, el Raypex 5 y el Propex Pixi tienen una alta precisión en la determinación de la longitud del conducto radicular, con una diferencia media de menos de 0,5 mm entre las mediciones electrónicas y las mediciones reales. Sin encontrar diferencias significativas en la precisión entre los tres localizadores apicales electrónicos evaluados en este estudio⁽⁵⁴⁾.

Se realizó en una investigación, la comparación de cuatro modelos de aparatos apicales electrónicos: Propex II, Raypex 6, Propex Pixi y Root ZX II. A continuación, se describe brevemente cómo funcionan estos dispositivos:⁽⁴³⁾.

1. Propex II: utiliza el principio de impedancia eléctrica para determinar la posición del foramen apical. Mide la resistencia eléctrica entre el instrumento endodóntico y los tejidos periapicales para calcular la longitud de trabajo del conducto radicular muestran precisión en la medición de la longitud de trabajo, tiene una tecnología de impedancia eléctrica que proporciona mediciones confiables, es fácil de usar y es portátil⁽⁵³⁾.

2. Raypex 6: de sexta generación contiene una alta tecnología para una determinación precisa de la longitud, fabricado por la empresa VDW (Alemania) e introducido al mercado en junio de 2011, mide la resistencia y la capacitancia por separado, usa una tecnología de multifrecuencia, contiene una pantalla táctil de estilo 3-D. dispone de zoom apical con indicaciones a través de diferentes colores su interfaz es muy fácil de usar gracias a su menú **intuitivo** para las opciones de ajuste. Tiene un modo DEMO (demostración) para una información clara al paciente y también incluye un modo CHECK (comprobación) para una prueba funcional del dispositivo⁽⁵³⁾⁽³⁹⁾.

3. Propex Pixi (Dentsply Maillefer): es un localizador apical electrónico compacto y portátil que utiliza el principio de impedancia eléctrica para medir la longitud de trabajo. Emite una señal eléctrica a través del instrumento endodóntico y mide la resistencia eléctrica para determinar la posición del foramen apical, en efecto tiene un tamaño compacto y portátil, ideal para uso clínico, su tecnología de impedancia eléctrica proporciona mediciones

precisas, al igual que el anterior contiene una pantalla LCD que muestra información clara y fácil de leer, y es fácil de usar y manipular en el conducto radicular ^{(50) (53) (55)}.

4. Root ZX II: utiliza el principio de impedancia eléctrica y la tecnología de medición de frecuencia múltiple para localizar el foramen apical. Emite señales eléctricas de diferentes frecuencias y mide la impedancia para determinar la posición del foramen apical, demuestra alta precisión en la localización del foramen apical, también tiene una tecnología de medición de frecuencia múltiple que mejora la precisión de las mediciones, una pantalla LCD que muestra información clara y precisa. Finalmente, su función de autocalibración y cerciora valoraciones concisas en diferentes condiciones clínicas, el dispositivo utiliza una lima de mano como electrodo y mide la resistencia eléctrica entre la lima y el tejido periapical para determinar la posición del ápice ^{(53) (56)}.

Indicando que no existe diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la precisión de medición entre los diferentes grupos de localizadores, se observó que Root ZX II y Raypex 6 mostraron un mejor desempeño global en la localización del foramen apical. Cabe destacar que estos dispositivos operan con el mismo principio básico de medir la resistencia eléctrica para determinar la posición del foramen apical, pero pueden diferir en términos de precisión, características adicionales y diseño ⁽⁵³⁾.

Diversos estudios incluyen también:

Apex ID: Es otro localizador de ápice electrónico que utiliza tecnología de impedancia y frecuencia para medir la posición del ápice. Proporciona mediciones rápidas y precisas, y se destaca por su diseño compacto y ergonómico. Tiene una pantalla OLED y una señal de audio para indicar la posición del ápice. Además, cuenta con una función de medición automática que puede ayudar a reducir el error humano en la medición ⁽¹²⁾⁽²⁾.

Propex IQ: Es un localizador de ápice electrónico que proporciona mediciones precisas y se caracteriza por su facilidad de uso y pantalla intuitiva, dentro de sus características contiene una tecnología de vanguardia para medir con precisión la longitud de trabajo en los tratamientos de conducto radicular ayudando a los profesionales de la endodoncia a realizar tratamientos más precisos y efectivos, se encuentra equipado con una pantalla fácil de usar y de navegación intuitiva, lo que facilita su operación en la práctica clínica diaria, contiene un diseño ergonómico para brindar comodidad y facilidad de uso durante los procedimientos endodónticos y una conectividad, lo que permite la transferencia de datos y la integración con otros sistemas o dispositivos, siendo compatible con otras técnicas de imagen, como la

tomografía computarizada de haz cónico (CBCT), lo que permite una evaluación más completa y precisa de la anatomía radicular⁽²⁾.

Canal Pro: es un localizador apical electrónico utilizado en endodoncia para determinar la longitud de trabajo de los conductos radiculares. Es relativamente nuevo en el mercado y hay pocos estudios sobre su precisión y confiabilidad⁽³⁴⁾.

IPex: actualmente utilizado en endodoncia, fabricado por NSK Ltd. y utiliza la tecnología de impedancia múltiple para medir la longitud del conducto radicular. El iPex también utiliza una lima de mano como electrodo y muestra la lectura en una pantalla digital⁽⁵⁶⁾.

Root ZX: considerado como un localizador de tercera generación y es fabricado por J. Morita Inc. en Tokio, Japón, según él. El Root ZX utiliza un microprocesador que calcula la relación de impedancia y se basa en cambios en la capacidad eléctrica en la constricción apical del canal radicular. Se ha demostrado que el Root ZX es preciso en la determinación de la longitud del canal en presencia de diferentes irrigantes y no requiere calibración⁽⁵⁷⁾.

En el año 2018 se realizó un estudio para evaluar la precisión del Root Zx, proporciono una tabla que muestra la distribución de la diferencia entre la longitud real y la longitud medida electrónicamente por este aparato electrónico en presencia de NaOCl al 2,5% y clorhexidina al 0,2%. Los resultados indican que la precisión del Root Zx en la presencia de NaOCl al 2,5% es del 90% y del 100% con una aceptación de error de 0,5 y 1 mm, respectivamente. En la presencia de clorhexidina al 0,2%, la exactitud del Root Zx es del 76,7% y del 96,7% con una aceptación de error de 0,5 y 1 mm, respectivamente. Por lo tanto, se puede inferir que el uso de NaOCl al 2,5% y clorhexidina al 0,2% junto con el localizador de ápices Root Zx puede mejorar la precisión de la medición de la longitud del canal radicular durante el tratamiento endodóntico⁽⁵⁷⁾.

Los localizadores apicales tienen grandes avances en la instrumentación electrónica a medida que han progresado incluyen⁽⁵⁸⁾:

1. Tecnología electrónica para determinar la posición del ápice del diente durante el tratamiento endodóntico. Utilizan principios de resistencia o impedancia eléctrica para medir la longitud de trabajo de manera más precisa que las radiografías convencionales⁽⁵⁸⁾.
2. Algoritmos matemáticos mejorados: Los dispositivos electrónicos utilizan algoritmos matemáticos avanzados para calcular la longitud de trabajo de manera más precisa. Estos

algoritmos tienen en cuenta factores como la resistencia eléctrica y las características del tejido periapical para proporcionar mediciones más confiables ⁽⁵⁸⁾.

3. Pantallas digitales y retroalimentación visual: Muchos dispositivos electrónicos ahora cuentan con pantallas digitales que muestran la posición del instrumento en relación con el ápice del diente. Esto proporciona una retroalimentación visual en tiempo real al operador, lo que facilita la navegación y el control durante el tratamiento ⁽⁵⁸⁾.

4. Integración con sistemas de imágenes: Algunos dispositivos electrónicos se pueden integrar con sistemas de imágenes, como radiografías digitales o tomografías computarizadas, para una evaluación más completa de la anatomía radicular y periapical ⁽⁵⁸⁾.

Estos avances en la instrumentación electrónica han mejorado la precisión y la eficiencia del tratamiento endodóntico, lo que a su vez puede conducir a mejores resultados clínicos y una experiencia más cómoda para el paciente, y con el paso de los años llegaran nuevos aparatos con mejor avance tecnológico.

4.2.2. Desventajas

Las desventajas de estos aparatos incluyen la prohibición del uso de este en casos de encontrarse con ápices abiertos y reabsorción de la raíz. Además, menciona que en el estudio realizado no se evaluaron características como facilidad de uso, resistencia, garantía, precio de reventa, entre otros ⁽⁵¹⁾.

Otra de las grandes desventajas de algunos aparatos apicales es el costo en comparación con las técnicas radiográficas convencionales, lo que puede limitar su accesibilidad para algunos profesionales o clínicas dentales. Al igual que dependen de la tecnología electrónica para determinar la longitud del conducto radicular significando que pueden estar sujetos a fallas técnicas o errores de calibración, lo que podría afectar la precisión ⁽⁵²⁾.

Dependen de la conductividad eléctrica del tejido periapical, así como la calidad del conducto radicular lo que puede verse afectado por diferentes factores como la humedad, la presencia de sangre o la presencia de materiales de obturación, Además, la habilidad y experiencia del operador también influyen en los resultados obtenidos. Es fundamental seguir las instrucciones del fabricante y realizar una evaluación clínica adecuada para obtener mediciones precisas ^{(54) (59)}.

Aunque los localizadores apicales suelen ser precisos, pueden presentar dificultades en casos de conductos radiculares calcificados, curvados o con resorción apical severa. En estas

situaciones, puede ser necesario recurrir a técnicas adicionales para determinar la longitud del conducto radicular. Es importante destacar que el uso adecuado de estos dispositivos requiere capacitación y experiencia por parte del dentista. La interpretación de las lecturas y la correcta colocación del localizador en el conducto radicular son habilidades que deben adquirirse y practicarse^{(52) (54)}.

Varios factores pueden afectar los mecanismos de interpretación de los localizadores apicales y sus mediciones en diferentes condiciones clínicas. Algunos de estos factores incluyen⁽⁵³⁾:

- Anatomía radicular: La complejidad morfológica de la zona apical de la raíz puede influir en la interpretación de las mediciones. La presencia de curvas, dilataciones, calcificaciones o conductos laterales puede dificultar la detección precisa del foramen apical⁽⁵⁵⁾.
- Estado de los tejidos periapicales: La presencia de inflamación, infección o cicatrización en los tejidos periapicales puede afectar la conductividad eléctrica y, por lo tanto, la precisión de obtener una medición de los EALs⁽⁵⁵⁾.
- Presencia de humedad: La presencia de humedad en el conducto radicular puede afectar la conductividad eléctrica y proporcionar un valor falso. Es importante secar adecuadamente el conducto antes de realizar las mediciones.
- Tipo de material de obturación: Algunos materiales de obturación, como los conos de gutapercha, pueden interferir al momento de utilizar el aparato apical debido a su conductividad eléctrica. Es importante tener en cuenta el tipo de material de obturación utilizado al interpretar las mediciones.
- Calibración y precisión del dispositivo: La calibración adecuada y la precisión del localizador apical utilizado también pueden influir en la interpretación de las mediciones. Es importante seguir las instrucciones del fabricante y asegurarse de que el dispositivo esté correctamente calibrado.

Presencia de residuos de hidróxido de calcio la fidelidad de los localizadores de ápices electrónicos se ve afectada ante una correcta precisión. Aunque se ha sugerido que el uso de irrigantes como el EDTA después del hipoclorito de sodio puede ayudar a eliminar los

residuos de hidróxido de calcio, otros estudios no han confirmado que esta combinación de irrigantes pueda eliminar completamente los residuos de hidróxido de calcio⁽⁶⁰⁾.

Tabla 5. Eficacia de los localizadores apicales en los procedimientos endodónticos en comparación de los mismos sin el uso de estos

Autores	Ventajas	Desventajas		
Shirazi Z, Al-Jadaa A, Saleh AR (2022)	Más precisos y cómodos para el paciente.	Chamba Cevallos GB et al. (2021)	Contravención del uso de este en casos de encontrarse con ápices abiertos y reabsorción de la raíz.	
Luna Roa Á, Peñaherrera M (2017)	Evita la exposición innecesaria a la radiación.	Adriano LZ, et al (2019)	Costo en comparación con las técnicas radiográficas convencionales	
Chamba Cevallos GB et al. (2021)	Facilita la medición en odontometría, seguridad, celeridad	Bud MG et al (2023), Shojaee NS, et al. (2020)	Al desconocer del uso por el operador existirán fallas durante el tratamiento.	
Adriano LZ et al. (2019) y Betancourt P et al (2019)	Exactos en presencia de diversas soluciones irrigadoras y en dientes con resorción apical.			Complejidad de la anatomía radicular.
Piasecki L et al (2018)	Propex II: determinar la posición del foramen apical es fácil de usar y es portátil Raypex 6: mediciones confiables, incluye pantalla LCD y muestra información clara.			Mala calibración del localizador interpretaría resultados negativos

Autores	Ventajas	Desventajas		
	<p>Propex Pixi (Dentsply Maillefer): tamaño compacto y portátil.</p> <p>Root ZX II: función de autocalibración y valoraciones concisas en diferentes condiciones clínicas.</p>		<p>Varios factores afectan la determinación adecuada como:</p>	<p>La presencia de humedad en el conducto radicular puede afectar la conductividad eléctrica.</p> <p>Tipo de material de obturación: Algunos materiales de obturación, como los conos de gutapercha, pueden interferir al momento de utilizar el aparato apical debido a su conductividad eléctrica⁽¹²⁾</p> <p>Mala calibración del localizador interpretaría resultados negativos</p>
<p>Mahmoud O et al (2021); Nasiri K et al (2022).</p>	<p>Apex ID: tecnología de impedancia y frecuencia para medir la posición del ápice. Proporciona mediciones automáticas, rápidas y precisas⁽¹²⁾.</p>			

Autores	Ventajas	Desventajas		
Bolbolian M et al (2018)	<p>Propex IQ: pantalla intuitiva y tecnología de vanguardia.</p> <p>Canal Pro: lanzado recientemente al mercado, pero demuestra precisión en estudios realizados</p> <p>IPex: contiene tecnología de impedancia múltiple</p> <p>Root ZX: preciso en la determinación de la longitud de trabajo frente a diferentes irrigantes y no requiere calibración.</p>			
Aires CDB (2021)	<p>Contienen una tecnología avanzada para determinar la longitud.</p>			
	<p>Utilizan algoritmos matemáticos avanzados para calcular la longitud de trabajo.</p>			
	<p>cuentan con pantallas digitales que muestran la posición del instrumento</p>			
	<p>Integran sistemas de imágenes, como radiografías digitales o tomografías computarizadas</p>			

4.3. Eficacia de los localizadores apicales en los procedimientos endodónticos en comparación de estos sin el uso de estos.

Es importante tener en cuenta que la eficacia de los localizadores apicales puede depender de varios factores, como la habilidad y experiencia del operador, las condiciones anatómicas del conducto radicular y la calidad del dispositivo utilizado, sin embargo, han demostrado ser una herramienta valiosa para la determinación de la longitud de trabajo y la localización del foramen apical, el uso de estos en los procedimientos endodónticos en comparación con los procedimientos endodónticos sin el uso de estos aparatos, se ha demostrado que el empleo de estos dispositivos mejora la precisión y reduce el riesgo de sobreinstrumentación y subinstrumentación⁽³⁹⁾.

Un estudio comparativo realizado en el año 2016 y en el 2018 evaluó la eficacia de los localizadores apicales en la determinación de la longitud de trabajo y del foramen apical en comparación con la radiografía convencional. Los resultados mostraron que estos aparatos fueron más precisos que la placa convencional, lo que sugiere el uso de estos al ser una herramienta valiosa en la práctica endodóntica⁽³⁹⁾.

La actividad de estos dispositivos en comparación con los procesos de desvitalización sin la aplicación del mismo ha sido ampliamente estudiada. Varios estudios demuestran que los localizadores apicales son más exactos y confiables en la interpretación de la longitud del conducto radicular ante las técnicas tradicionales, como el uso de la radiografía y la medición visual directa.⁽⁵²⁾

La determinación precisa de la longitud de trabajo es esencial para el éxito de la terapia, si el conducto radicular no se limpia y se sella adecuadamente, puede haber una infección residual que puede causar dolor y otros problemas de salud bucal, si el sellado es demasiado corto o largo, también puede producir complicaciones⁽⁸⁾.

El estudio enfocado en los localizadores apicales de quinta generación ha mostrado resultados estadísticamente aceptables y que la mayoría de estos aparatos se encuentran en la capacidad de llegar a la constricción apical, mencionando que tanto el localizador apical Propex II como el Woodpex III son instrumentos de gran utilidad al momento de obtener una longitud óptima⁽⁵¹⁾.

Algunos beneficios de los localizadores apicales electrónicos en comparación con métodos tradicionales sin su uso podrían incluir:

Reducción de la exposición a radiación: al eliminar o reducir la necesidad de radiografías periapicales repetidas para determinar la longitud de trabajo, los localizadores apicales electrónicos pueden ayudar a reducir la exposición del paciente a la radiación, brindando una experiencia más cómoda para el paciente. Además, provee mediciones rápidas y precisas, ayudando a acelerar el proceso de tratamiento de conductos radiculares ⁽⁶¹⁾.

Proporcionar mediciones correctas y ayuda a evitar la subinstrumentación o sobreinstrumentación del conducto radicular, brindando mayor seguridad y evitando la invasión de los tejidos apicales y periapicales, minimiza el riesgo de complicaciones y lesiones durante el tratamiento endodóntico ^{(53) (61) (54)}.

Mejor visualización al determinar la longitud de trabajo adecuada, en el conducto radicular durante la preparación y obturación facilitando un tratamiento eficaz ⁽⁵³⁾.

Sin embargo, estos dispositivos utilizan diferentes métodos, como la medición de la resistencia eléctrica entre los tejidos que rodean el ápice radicular y el interior del conducto radicular misma que varía dependiendo la posición del foramen apical y la conductividad de los tejidos circundantes o la impedancia de corriente alterna, para determinar la posición del ápice del diente y la longitud de trabajo del conducto radicular. ^{(59) (53)}

Es importante tener en cuenta que el mecanismo de interpretación de cada dispositivo puede afectar la determinación de las mediciones en diferentes condiciones clínicas. La literatura científica demuestra numerosos estudios para evaluar la precisión de los localizadores de ápices electrónicos en diferentes condiciones clínicas y con diferentes dispositivos. Estos estudios han demostrado que los localizadores de ápices electrónicos pueden proporcionar mediciones claras y consistentes de la longitud de trabajo, lo que ayuda a evitar la sobreinstrumentación o la subinstrumentación ^{(59) (53)}.

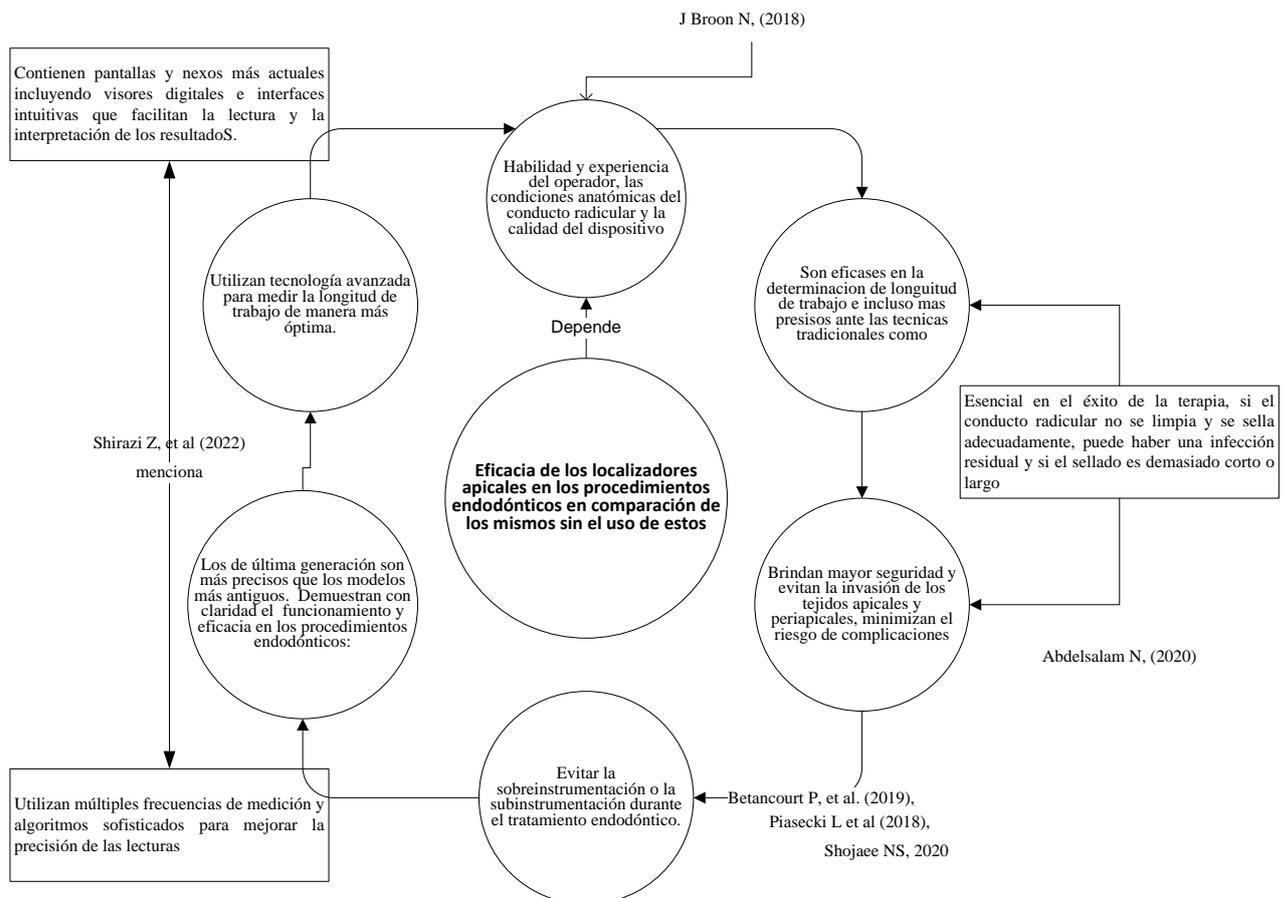
Varios estudios han evaluado la regularidad que tienen y se ha encontrado que los localizadores apicales de última generación son más precisos que los modelos más antiguos. Además, mencionan que el uso de los instrumentos apicales puede reducir la frecuencia de la sobreestimación de la longitud de trabajo en comparación con las técnicas radiográficas tradicionales. En general, se consideran una herramienta útil y efectiva para mejorar la exactitud y la eficacia de los procedimientos ⁽⁶²⁾.

Estos aparatos han experimentado avances significativos a lo largo de los años, principalmente los más actuales demuestran con claridad el funcionamiento y eficacia en los procedimientos endodónticos ⁽⁴⁹⁾:

Desde sus inicios los creadores han mostrado su mejora en la tecnología de medición de los localizadores apicales modernos utilizan tecnología avanzada para medir la longitud de trabajo de manera óptima. Incluso utilizan múltiples frecuencias de medición y algoritmos sofisticados para mejorar la precisión de las lecturas ⁽⁴⁹⁾.

Han creado pantallas y nexos mejoradas principalmente los más actuales suelen contar con visores digitales e interfaces intuitivas que facilitan la lectura y la interpretación de los resultados. Estos progresos en la visualización de los datos permiten a los profesionales de la odontología utilizar los EALs de manera más eficiente y concreta ⁽⁴⁹⁾.

Gráfico 3. Eficacia de los localizadores apicales



Muestran funciones adicionales como la capacidad de detectar la presencia de líquido en el conducto radicular o la capacidad de medir la conductividad eléctrica del tejido periapical,

estas labores complementarias pueden proporcionar información adicional para una mejor interpretación ⁽⁴⁹⁾.

Sin embargo, recomiendan consultar con un profesional para determinar la mejor opción de tratamiento ya que cada caso es individual, y al ser una herramienta útil para los operadores del área odontológica en la identificación de la longitud de trabajo, y ofrecer valores con veracidad y cómodas para el paciente, y evitar la exposición innecesaria a la radiación es necesario su uso ⁽⁶¹⁾.

4.4. Impacto del uso de los localizadores apicales en la disminución de fracasos endodónticos.

Los fracasos endodónticos pueden tener múltiples causas, como la falta de eliminación completa de la pulpa infectada, la presencia de canales radiculares no tratados o la contaminación bacteriana durante el procedimiento. El uso de localizadores apicales ha demostrado ser una herramienta valiosa para abordar estos problemas, ya que permiten una determinación precisa de la longitud de trabajo y una mejor navegación de los conductos radiculares ⁽⁵⁸⁾.

Los localizadores apicales se han convertido en dispositivos de gran utilidad para obtener la extensión adecuada del tratamiento de conductos. Su uso reduce las posibilidades de iatrogenias y ha demostrado tener un impacto positivo en la disminución de los fracasos endodónticos. Estos dispositivos proporcionan una estimación clara de la longitud del conducto radicular, lo que garantiza un tratamiento endodóntico completo y adecuado. Su incorporación en la práctica clínica mejora la precisión y la eficacia del tratamiento endodóntico ^{(51) (52)}.

También mejoran la desinfección y obturación radicular al proporcionar una medición precisa de la amplitud del conducto. Esto contribuye a facilitar una desinfección adecuada del conducto radicular y una obturación completa, aspectos cruciales para eliminar los microorganismos patógenos y prevenir la recurrencia de la infección ⁽⁴⁹⁾.

Las técnicas actuales ofrecen una mayor precisión en la medición de la longitud del conducto en comparación con los métodos convencionales, como las radiografías. Esto resulta fundamental para evitar la utilización de instrumentos demasiado cortos o largos, lo cual reduce significativamente la posibilidad de cometer errores como la sobreinstrumentación y la sobreobturación. Estos errores pueden causar irritación en el tejido periapical y dificultar

el proceso de cicatrización, incrementando así el riesgo y disminuyendo la efectividad del tratamiento⁽⁴⁹⁾.

La sobreinstrumentación implica la extensión del instrumento más allá del ápice radicular, puede provocar daños en los tejidos periapicales, como la perforación del ápice o la extrusión de materiales de obturación, mientras que la subinstrumentación que implica no alcanzar la longitud de trabajo adecuada, puede dejar áreas del conducto sin tratar, lo que permite la persistencia de microorganismos y la recurrencia de la infección del conducto radicular puede ser una causa común de fracasos endodónticos, los localizadores apicales permiten al dentista determinar con precisión la longitud exacta del conducto radicular, evitando así estos errores y contribuyan a un tratamiento más efectivo y exitoso⁽⁵³⁾.

Asegurando que el sellado y la obturación del conducto se realicen de manera adecuada, lo que reduce la posibilidad de infecciones recurrentes o persistencia de bacterias en el sistema de conductos radiculares, minimizando el riesgo de complicaciones y lesiones durante el tratamiento endodóntico, lo que también puede contribuir a un mejor resultado a largo plazo⁽⁵²⁾.

Mejor visualización y comprensión de la anatomía radicular: Los localizadores apicales proporcionan información en tiempo real sobre la posición del ápice y ayudan a identificar la presencia de conductos accesorios o canales radiculares adicionales, Esto permite un tratamiento más completo y efectivo, evitando posibles fracasos endodónticos debido a la falta de tratamiento en estos conductos adicionales, reduciendo la probabilidad de errores y fracasos^{(49) (52)}.

Según Nelly Abdelsalan el uso de localizadores apicales electrónicos se considera una práctica estándar en la endodoncia moderna y puede contribuir a la reducción de fracasos endodónticos al proporcionar una mayor precisión en la determinación de la longitud de trabajo del conducto radicular. Al lograr una limpieza y desinfección adecuadas de todo el espacio del conducto radicular y una obturación tridimensional precisa, se pueden mejorar los resultados del tratamiento de conductos radiculares y reducir la posibilidad de error durante el procedimiento⁽⁶¹⁾.

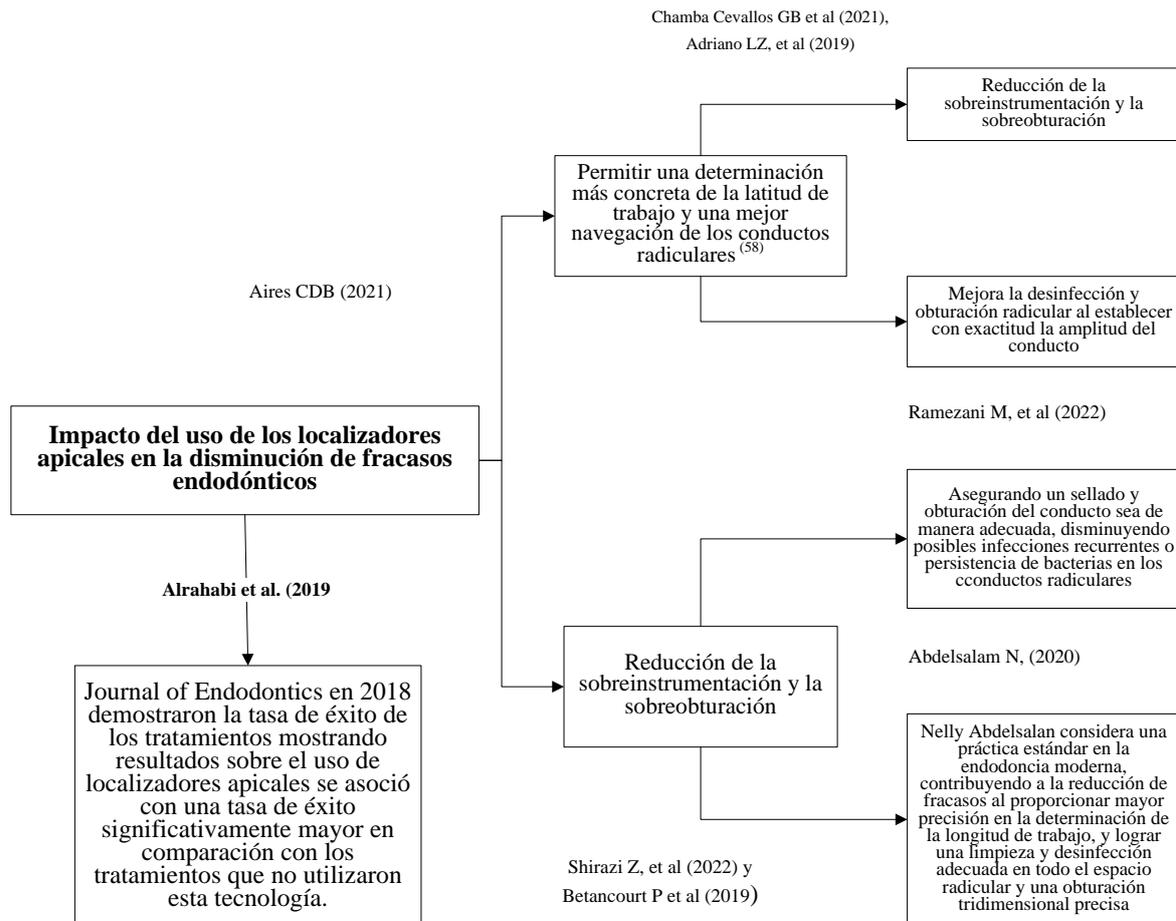
Un estudio publicado en el Journal of Endodontics en 2018 analizó el efecto del uso de estos aparatos revelando resultados que revelaron que el uso de estos tiene una significativa mejora en el éxito en comparación con los tratamientos que prescindieron de esta tecnología. Los

autores del estudio concluyeron que los localizadores apicales constituyen una herramienta valiosa para incrementar la precisión y el éxito de la terapia en el área endodóntica⁽⁵³⁾.

Es fundamental tener en cuenta que cada caso de fracaso en el tratamiento endodóntico es único y puede tener diferentes causas. Por lo tanto, es crucial que el dentista realice una evaluación completa del paciente y del diente afectado para identificar la causa subyacente del fracaso en el tratamiento endodóntico. Es importante destacar que el éxito del procedimiento depende de diversos factores, y que cada caso clínico presenta características particulares⁽⁶¹⁾.

Un diagnóstico preciso, un tratamiento adecuado y un seguimiento regular son aspectos esenciales para minimizar los fracasos endodónticos y lograr resultados exitosos a largo plazo. Cada uno de estos pasos contribuye a mejorar la calidad y la eficacia del tratamiento, asegurando así la salud bucal del paciente⁽⁴⁴⁾⁽⁴⁰⁾⁽⁴⁷⁾.

Gráfico 4. Impacto de uso de localizadores aplicables



5. CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

La frecuencia de fracasos endodónticos y sus causas principales durante el tratamiento varían según los factores que existen, como las habilidades del endodoncista, la complejidad del caso, las características anatómicas del diente, el uso de los materiales, una desinfección inadecuada y el cumplimiento del paciente. Aunque, actualmente la tasa de fracasos endodónticos ha disminuido significativamente en los últimos años gracias a los avances en técnicas, materiales y tecnología que se utiliza; los fracasos aún pueden ocurrir en algunos casos, debido principalmente a las infecciones persistentes que, al no ser eliminadas por completo las bacterias durante la terapia, pueden persistir y provocar un tratamiento fallido.

Las ventajas que ofrecen los localizadores apicales de última generación durante el procedimiento muestran mayor eficacia, seguridad y precisión gracias a que utilizan tecnología actualizada como la medición electrónica de la resistencia y la impedancia, lo que permite una localización precisa de la longitud de trabajo del conducto radicular. Ayudando a evitar la sobreinstrumentación y subinstrumentación, lo que a su vez previene complicaciones como perforaciones, acumulación de bacterias, fracturas del conducto radicular entre otras.

Entre las desventajas del localizador apical de última generación se encuentra su elevado precio en comparación con las generaciones anteriores e incluso con los métodos convencionales como las radiografías. Esto implica un gasto adicional para recibir la clínica. Además, es necesaria capacitación previa para utilizarlo correctamente, aunque estos localizadores son muy exactos, es posible que se presenten casos en los que existen limitaciones debido a la complejidad anatómica del conducto, la presencia de conductos calcificados, así como la presencia de humedad excesiva o sangre.

Los localizadores apicales son dispositivos que han demostrado ofrecer una mayor precisión y eficacia en el tratamiento endodóntico en comparación con las técnicas convencionales. Su utilización conlleva a obtener mejores resultados clínicos ya reducir la tasa de fracasos en los tratamientos endodónticos. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la eficacia del tratamiento endodóntico depende de varios factores, y el uso de localizadores apicales debe complementarse con otras técnicas y habilidades clínicas para lograr el éxito en el tratamiento.

5.2 Recomendaciones

Se recomienda utilizar localizadores apicales para reducir la tasa de fracaso en terapias endodónticas, ya que existe un bajo porcentaje de fallos atribuidos principalmente a la acumulación o resistencia bacteriana dentro del conducto radicular. Al utilizar métodos convencionales, a menudo no se logra obtener una longitud de trabajo adecuada. Los localizadores apicales permiten una mayor precisión en la determinación de la longitud de trabajo, lo que contribuye a mejorar los resultados del tratamiento.

Los localizadores apicales demuestran una mayor eficacia y precisión, por lo tanto, son de gran ayuda para determinar con exactitud la longitud de trabajo, impidiendo la sobreinstrumentación y subinstrumentación. Es recomendable que el profesional se capacite previamente, ya que los dispositivos apicales de última generación incorporan sensores electrónicos. A pesar de las desventajas asociadas al costo y posibles complicaciones, se recomienda combinar el uso de los localizadores apicales con otros dispositivos para obtener mejores resultados en el tratamiento endodóntico.

Los localizadores apicales de última generación, debido a su gran avance tecnológico, son ideales para obtener resultados eficaces durante el procedimiento endodóntico. Sin embargo, es importante destacar que el éxito en el tratamiento endodóntico se logra mejor al combinar estos localizadores con otras técnicas e instrumentos. La utilización conjunta de diferentes herramientas y enfoques contribuye a maximizar los resultados y garantizar el éxito en el tratamiento.

6. BIBLIOGRAFÍA

1. Sahni A, Kapoor R, Gandhi K, Kumar D, Datta G, Malhotra R. A comparative evaluation of efficacy of electronic apex locator, digital radiography, and conventional radiographic method for root canal working length determination in primary teeth: An in vitro study. *Int J Clin Pediatr Dent.* 2020;13(5):523–8.
2. Mahmoud O, Abdelmagied MHA, Dandashi AH, Jasim BN, Kayali HAT, Al Shehadat S. Comparative Evaluation of Accuracy of Different Apex Locators: Propex IQ, Raypex 6, Root ZX, and Apex ID with CBCT and Periapical Radiograph - In Vitro Study. *Int J Dent.* 2021;2021.
3. Tabassum S, Khan FR. Failure of endodontic treatment: The usual suspects. *Eur J Dent.* 2016;10(1):144–7.
4. Bilaiya S, Patni PM, Jain P, Pandey SH, Raghuwanshi S, Bagulkar B. Comparative evaluation of accuracy of Ipex, Root Zx Mini, and Epex pro apex locators in teeth with artificially created root perforations in presence of various intracanal irrigants. *Eur Endod J.* 2020;5(3):6–9.
5. Soares CJ, Rodrigues M de P, Faria-E-Silva AL, Santos-Filho PCF, Veríssimo C, Kim HC, et al. How biomechanics can affect the endodontic treated teeth and their restorative procedures? *Braz Oral Res.* 2018;32:169–83.
6. Coasaca Rivera RD. Endoconcia: Preparación biomecánica y medicación. 2021;1–40. Available from: [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/UCSM/10724/64.0001.O.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/UCSM/10724/64.0001.O.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
7. Chugh VK, Patnana AK, Chugh A, Kumar P, Wadhwa P, Singh S. Clinical differences of hand and rotary instrumentations during biomechanical preparation in primary teeth—A systematic review and meta-analysis. *Int J Paediatr Dent.* 2021;31(1):131–42.
8. Silva M, Andrea P. Use of the apex locator during endodontic therapy by professionals in the city of Ambato. 2022;7:19.
9. Canalda C, Brau E. Endodoncia. Técnicas Clínicas y Bases Científicas. 3°. Editor E, editor. España- Barcelona; 2014. 462 p.
10. Lima Álvarez L, Rodríguez Álvarez IL, Maso Galán MZ. Effectiveness of the step-back technique in single-visit endodontic treatment. *Rev Cubana Estomatol.* 2019;56(1).
11. da Costa Ferreira I, da Costa Ferreira G, Tavares WLF, de Souza Côrtes MI, Braga T, Amaral RR. Use of technology in endodontics by undergraduate dental students in a south-eastern state of Brazil. *Eur J Dent Educ.* 2021;25(2):225–31.
12. Nasiri K, Wrbas KT. Accuracy of different generations of apex locators in determining working length; a systematic review and meta-analysis. *Saudi Dent J [Internet].* 2022;34(1):11–20. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.sdentj.2021.09.020>
13. Pineda-Velez E, Maren-Muñoz A, Escobar-Marquez A, Tamayo-Agudelo WF. Factores relacionados con el resultado de los tratamientos endodonticos realizados en una institucion universitaria con odontologos en etformacion. *Rev CES Odontol [Internet].* 2021 Jun 7;34:14+. Available from: <https://link.gale.com/apps/doc/A667233620/IFME?u=anon~9867ac73&sid=googleScholar&xid=6dcae11c>
14. Herzmann MC, Anllo J. Silicato Tricálcico en Endodoncia Compleja. 2021;15(4):948–52.

15. Mandil OA, Ghoulah KT, Hazzam BM, Alhijji HS, Al Abbas AH, Rehan AK, et al. Modern versus traditional endodontic access cavity designs. *J Pharm Bioallied Sci.* 2022;14(Suppl 1):S24.
16. Al-Helou N, Zaki AA, Al Agha M, Moawad E, Jarad F. Which endodontic access cavity is best? A literature review. *Br Dent J.* 2023;234(5):335–9.
17. Jofre LAM. La apertura cameral conservadora y su impacto en la terapia endodóntica (Revisión Bibliográfica). 2019 p. 99.
18. M. A. Utilización del localizador apical durante la terapia endodóntica por parte de los profesionales de la ciudad de ambato. *Rev Univ Y Soc [Internet].* 2022;14(2):1–9. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/autism-spectrum-disorders>
19. Wall S, Maureira S, Madrid C, Antini C. Instrumentación rotatoria comparado con instrumentación manual para tratamiento endodóntico en dientes permanentes. *Int J Interdiscip Dent.* 2021;14(1):67–72.
20. Carvalho KKT, Petean IBF, Silva-Sousa AC, Camargo RV, Mazzi-Chaves JF, Silva-Sousa YTC, et al. Heat-treated NiTi instruments and final irrigation protocols for biomechanical preparation of flattened canals. *Braz Oral Res.* 2022;36:1–13.
21. Jurado CA, Amarillas-Gastelum C, Tonin BSH, Nielson G, Afrashtehfar KI, Fischer NG. Traditional versus conservative endodontic access impact on fracture resistance of chairside CAD-CAM lithium disilicate anterior crowns: An in vitro study. *J Prosthodont.* 2022;
22. Privada U, Pablo J. “ Técnicas de preparación biomecánica en Endodoncia ” Trabajo de Suficiencia profesional para optar el Título Bachiller : Miguel Angel Matos Huerta Asesora : Mg . Mirna Mayra Palomino Soto LIMA-2019. 2019 p. 27.
23. Schuffeneger TB, Dentista C. La Ciencia del Retratamiento Endodóntico Ortógrado- Presentación de Tres Casos. 2020;32–9.
24. Shabbir J, Zehra T, Najmi N, Hasan A, Naz M, Piasecki L, et al. Access Cavity Preparations: Classification and Literature Review of Traditional and Minimally Invasive Endodontic Access Cavity Designs. *J Endod [Internet].* 2021;47(8):1229–44. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2021.05.007>
25. Ernesto Borja VB. RESTAURADORA INTEGRAL Ernesto Borgia Botto. AMOLCA. 2022;25.
26. Luciana, Domingues; Silva SOO et al. Different biomechanical preparation protocols on the penetration and bond strength of the filling material ti dentin. *Brazilian Dent J.* 2021;32(5):11.
27. Pereira RD, Leoni GB, Silva-Sousa YT, Gomes EA, Dias TR, Brito-Júnior M, et al. Impact of Conservative Endodontic Cavities on Root Canal Preparation and Biomechanical Behavior of Upper Premolars Restored with Different Materials. *J Endod.* 2021;47(6):989–99.
28. de-Figueiredo FED, Lima LF, Lima GS, Oliveira LS, Ribeiro MA, Brito-Junior M, et al. Apical periodontitis healing and postoperative pain following endodontic treatment with a reciprocating single-file, single-cone approach: A randomized controlled pragmatic clinical trial. *PLoS One.* 2020;15(2):1–15.
29. Hasheminia S, Nohekhan A, Khazaei S, Farhad A. Apical transportation with different root canal preparation techniques using edgeEEvolve rotary instruments. *Dent Res J (Isfahan) [Internet].* 2022;19(9):76. Available from: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=ccm&AN=159629675&site=ehost-live>
30. Lilian Toledo Reyes 1, a AL. Factores asociados al fracaso de la terapia de conductos radiculares Factors associated to the failure of the root. 2018;21(2):93–102.

31. Sánchez Alemán JA, García-Guerrero CC. Categorización del fracaso para el tratamiento endodóntico primario. *Acta Odontológica Colomb.* 2019;9(2):10–23.
32. N.Arias KAHC. Revisión sistemática sobre accidentes en el tratamiento de endodoncia [Internet]. 2020 p. 39. Available from: file:///C:/ARTICULOS TESIS/Revisión sistemática sobre accidentes en el tratamiento de endodoncia.pdf
33. Khatri M, Ghivari S, Pujar M, Faras R, Gopeshetti P, Vanti A. Accuracy of two electronic apex locators in locating root perforations in curved canals in dry and wet conditions: A comparative in vitro study. *Dent Res J (Isfahan).* 2019;16(6):407–12.
34. Fretes VR, Cubilla RE. Estudio preliminar sobre la repetibilidad in vivo de tres localizadores apicales electrónicos Preliminary study about in vivo repeatability of three electronic apex locators. 2019;56(3):1–13.
35. Shirazi Z, Al-Jadaa A, Saleh AR. Electronic Apex Locators and their Implications in Contemporary Clinical Practice: A Review. *Open Dent J.* 2023;17(1).
36. Piasecki L. A laboratory study of the accuracy of three electronic apex locators : influence of embedding media and radiographic assessment of the electronic apical limit. 2021;1–7.
37. Andrade-Rojas BM, Guillen-Guillen RE. Localizadores apicales: análisis comparativo de la precisión de la longitud de trabajo entre el localizador apical I-ROOT (META BIOMED) y el ROOT ZX II (MORITA). *Dominio las Ciencias.* 2017;3(núm.2):841–62.
38. Swapna DV, Krishna A, Patil AC, Rashmi K, Pai VS, Ranjini MA. Comparison of third generation versus fourth generation electronic apex locators in detecting apical constriction: An in vivo study. *J Conserv Dent JCD.* 2015;18(4):288.
39. J Broon N, Cruz Á, Palafox Sánchez CA, Padilla Delgado RS, Torres Camarena A. Longitud de trabajo electrónica con Raypex 6 en conductos de molares inferiores. *Rev Odontológica Mex.* 2018;22(2):77–81.
40. Prada I, Micó-Muñoz P, Giner-Lluesma T, Micó-Martínez P, Muwaquet-Rodríguez S, Albero-Monteagudo A. Update of the therapeutic planning of irrigation and intracanal medication in root canal treatment. A literature review. *J Clin Exp Dent.* 2019;11(2):e185–93.
41. Alrahabi M, Zafar MS, Adanir N. Aspects of Clinical Malpractice in Endodontics. *Eur J Dent.* 2019;13(3):450–8.
42. Prada I, Micó-Muñoz P, Giner-Lluesma T, Micó-Martínez P, Collado-Castellano N, Manzano-Saiz A. Influence of microbiology on endodontic failure. Literature review. *Med Oral Patol Oral y Cir Bucal.* 2019;24(3):e364–72.
43. Alghamdi F, Shakir M. The Influence of *Enterococcus faecalis* as a Dental Root Canal Pathogen on Endodontic Treatment: A Systematic Review. *Cureus.* 2020;12(3):1–10.
44. Dioguardi M, Di Gioia G, Illuzzi G, Arena C, Caponio VCA, Caloro GA, et al. Inspection of the microbiota in endodontic lesions. *Dent J.* 2019;7(2):1–15.
45. Shah SA. Endodontic Management of Mandibular Second Premolar with Vertucci Root Canal Configuration Type V. *Case Rep Dent.* 2022;2022.
46. Kim Y, Lee D, Kim DV, Kim SY. Analysis of cause of endodontic failure of C-shaped root canals. *Scanning.* 2018;2018.
47. Fernández Caiño KA, Espinoza Vásquez XE. Endodoncia guiada como alternativa para el manejo de dientes con conductos radiculares calcificados: Una revisión integrativa de la literatura. *Res Soc Dev.* 2021;10(9):e11010918039.
48. Wolf TG, Krauß-Mironjuk A, Wierichs RJ, Briseño-Marroquín B. Influence of embedding media on the accuracy of working length determination by means of apex locator: an ex vivo study. *Sci Rep [Internet].* 2021;11(1):1–10. Available from: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-82942-6>

49. Shirazi Z, Al-Jadaa A, Saleh AR. Electronic Apex Locators and their Implications in Contemporary Clinical Practice: A Review. *Open Dent J.* 2022;17(1):1–10.
50. Luna Roa Á, Peñaherrera M. Eficacia de la conductometría aplicando tres tipos de localizadores apicales de tercera generación. *Dominio las Ciencias [Internet].* 2017;3(1):21–34. Available from: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5802913>
51. Chamba Cevallos GB, Amoroso Acosta AA, Chamba Ramírez EY, Merchán Baque AV. Eficacia De Localizadores Apicales De Quinta Generación, Woodpex Iii Y Propex Ii, En La Determinación De La Longitud De Trabajo. *Estudio in Vitro. Rev Científica Espec Odontológicas UG.* 2021;4(2).
52. Adriano LZ, Barasuol JC, Cardoso M, Bolan M. In vitro comparison between apex locators, direct and radiographic techniques for determining the root canal length in primary teeth. *Eur Arch Paediatr Dent [Internet].* 2019;20(5):403–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s40368-018-00413-5>
53. Betancourt P, Matus D, Navarro P. Accuracy of Four Electronic Apex Locators During Root Canal Length Determination. 2019;13(3):287–91.
54. Piasecki L, José dos Reis P, Jussiani EI, Andrello AC. A Micro-computed Tomographic Evaluation of the Accuracy of 3 Electronic Apex Locators in Curved Canals of Mandibular Molars. *J Endod.* 2018;44(12):1872–7.
55. Bud MG, Delean AG, Pop-ciutril I sofia. In Vitro Evaluation of the Accuracy of Three Electronic Apex Locators Using Different Sodium Hypochlorite Concentrations. 2023;
56. Saritha V, Raghu H, Kumar TH, Totad S, Kamatagi L, Saraf PA. The accuracy of two electronic apex locators on effect of preflaring and file size: An in vitro study. *J Conserv Dent.* 2021;24(1):46–9.
57. Bolbolian M, Golchin S, Faegh S. In vitro evaluation of the accuracy of the Root ZX in the presence of Naocl 2.5% and chlorhexidine 0.2%. *J Clin Exp Dent.* 2018;10(11):e1054–7.
58. Aires CDB. El tratamiento endodóntico : instrumentación electrónica y radiográfica. 2021;24(i):257–8.
59. Marigo L, Plotino G. Effectiveness of a new electronic apex locator in two modalities in detecting the working length: an. 2021;10–6.
60. Shojaee NS, Zaeri Z, Shokouhi MM, Sobhnamayan F, Adl A. Influence of calcium hydroxide residues after using different irrigants on the accuracy of two electronic apex locators: An in vitro study. *Dent Res J (Isfahan).* 2020;17(1):48–53.
61. Abdelsalam N, Hashem N. Impact of Apical Patency on Accuracy of Electronic Apex Locators: In Vitro Study. *J Endod [Internet].* 2020;46(4):509–14. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2020.01.010>
62. Ramezani M, Bolbolian M, Aliakbari M, Alizadeh A, Tofangchiha M, Faegh SM, et al. Accuracy of Three Types of Apex Locators versus Digital Periapical Radiography for Working Length Determination in Maxillary Premolars: An In Vitro Study. *Clin Pract.* 2022;12(6):1043–53.