

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA



EVALUACIÓN DE LA PRECISIÓN DE DOS LOCALIZADORES DE ÁPICES: ROOT ZX MINI Y EL E-PEX, PARA DETERMINAR LA LONGITUD DE TRABAJO EN DIENTES UNIRRADICULARES IN VITRO.

Por

Nadia Montserrat Jiménez López.

Como requisito parcial para obtener el Grado de
Especialización en Endodoncia.

Diciembre, 2023

Especialización en Endodoncia.

EVALUACIÓN DE LA PRECISIÓN DE DOS LOCALIZADORES DE ÁPICES: ROOT ZX MINI Y EL E-PEX, PARA DETERMINAR LA LONGITUD DE TRABAJO EN DIENTES UNIRRADICULARES IN VITRO.

Nadia Montserrat Jiménez López.

Comité de Tesis

Presidente

Secretario

Vocal

Especialización en Endodoncia.

EVALUACIÓN DE LA PRECISIÓN DE DOS LOCALIZADORES DE ÁPICES: ROOT ZX MINI Y EL E-PEX, PARA DETERMINAR LA LONGITUD DE TRABAJO EN DIENTES UNIRRADICULARES IN VITRO.

FIRMA

TESISTA

Nadia Montserrat Jiménez López.

Comité de Tesis

FIRMA

DIRECTOR DE TESIS

Fanny López Martínez

CODIRECTOR DE TESIS

René Hernández Delgadillo

ASESOR METODOLÓGICO

Idalia Rodríguez Delgadillo.

ASESOR METODOLÓGICO

Gustavo Israel Martínez González.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, les agradezco a mis padres que siempre me han brindado su apoyo incondicional para poder cumplir todos mis objetivos personales y académicos. Ellos son los que con su cariño me han impulsado siempre a perseguir mis metas y nunca abandonarlas frente a las adversidades y son mi mayor ejemplo para seguir.

A los docentes que han sido parte de mi camino universitario por transmitirme sus conocimientos necesarios para hoy poder estar aquí.

A mis compañeros, gracias por las horas compartidos, trabajos realizados en conjunto y convertirse en amigos,

A todas las personas que contribuyeron de una forma u otra en la realización de este trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

Sección	Página
AGRADECIMIENTOS	iv
LISTA DE TABLAS.....	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
1. INTRODUCCIÓN	12
2. HIPÓTESIS	13
3.OBJETIVOS.....	14
3.1 Objetivo general	
3.2 Objetivos particulares	
4.ANTECEDENTES	15
4.1 Tratamiento de endodoncia.....	15
4.2 Longitud de trabajo	15
4.3 Métodos para la determinación de la longitud de trabajo	15
4.4 Historia de los localizadores apicales electrónicos	16
4.5 Tipos de localizadores de acuerdo con la generación.....	16
4.5.1 Primera generación.....	16
4.5.2 Segunda generación.....	16
4.5.3 Tercera generación.....	17
4.5.4 Cuarta generación.....	17
4.6 Ventajas del uso de localizadores apicales electrónicos.....	17
4.6.1 Desventajas del uso de localizadores apicales electrónicos.....	17
4.7 Partes de los localizadores apicales electrónicos.....	18
4.7.1 Root ZX mini (J Morita, Tokyo, Japan).....	18
4.7.2 E-pex (Eighteeth, China)	18
5. MÉTODOS.....	19
5.1 Descripción de procedimientos.....	19
5.1.1 Selección de muestra.....	19
5.1.2 Mediciones Electrónicas in vitro de los localizadores de Ápice Root ZX Mini y E-pex.....	19
5.1.3 Toma de la Longitud Real (LR).....	19
5.1.4 Comparación de longitud de trabajo.....	20

5.1.5 Análisis estadístico.....	20
6. RESULTADOS	21
7. DISCUSIÓN.....	25
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	27
9. LITERATURA CITADA	28
RESUMEN BIOGRÁFICO	33
APÉNDICES	32

LISTA DE TABLAS

Tabla	Página
Tabla 1. Se muestra la prueba t de comparación de la precisión de los localizadores de ápices con la longitud de trabajo real.	23
Tabla 2. Se muestra las mediciones electrónicas de localizadores de ápices y mediciones obtenidas in Vitro.	24
Tabla 3. Se muestra la diferencia entre las mediciones electrónicas de ROOT ZX MINI y la LTR.	25
Tabla 4. Se muestra la diferencia entre las mediciones electrónicas de E- PEX y la LTR.	26

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
Figura 1. Material requerido para el estudio.	35
Figura 2. Toma de la LT con localizador Root ZX mini.	35
Figura 3. Toma de la LT con localizador E-PEX.	35
Figura 4. Lima k al ras del foramen apical.	35
Figura 5. Lima k fuera del foramen apical.	35

NOMENCLATURA

LT	Longitud de trabajo
LR	Longitud real
EAL	Localizador de ápice electrónico
PA	Periapical

TESISTA: Nadia Montserrat Jiménez López.
DIRECTOR DE TESIS: Fanny López Martínez.
CODIRECTOR DE TESIS: René Hernández Delgadillo.
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

EVALUACIÓN DE LA PRECISIÓN DE DOS LOCALIZADORES DE ÁPICES: ROOT ZX MINI Y EL E-PEX, PARA DETERMINAR LA LONGITUD DE TRABAJO EN DIENTES UNIRRADICULARES IN VITRO.

RESUMEN

INTRODUCCIÓN: Los localizadores apicales son usados para establecer una longitud de trabajo en endodoncia ya que permite una localización más exacta del foramen apical, y ayudan a realizar tratamientos en menos tiempo, menos citas y menos exposición radial. **OBJETIVO:** Evaluar y comparar la precisión in vitro de los localizadores de ápices Root ZX mini y el E-pex para determinar la longitud de trabajo. **METODOLOGÍA:** En este estudio se utilizaron 30 dientes unirradiculares, se realizaron las medidas con Root ZX mini y E-pex para comparar los dos localizadores de ápices se utilizaron cubiertas de plástico, en los cuales se llenaron de alginato y los dientes se sumergieron hasta el cuello y una vez gelificado se tomaron las longitudes con una lima K #10 y #15. Se compararon las medidas de cada localizador con la longitud real la cual fue determinada por observación bajo microscopio. **RESULTADOS:** No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre las mediciones electrónicas de los dos localizadores de manera in vitro en comparación con las obtenidas de la longitud de trabajo real, Root Zx mini ($p=0.172$), E-pex ($p=0.976$). **CONCLUSIONES:** No hay diferencias significativas en las mediciones obtenidas de manera in vivo de la longitud de trabajo real.

TESISTA: Nadia Montserrat Jiménez López.
DIRECTOR DE TESIS: Fanny López Martínez
CODIRECTOR DE TESIS: René Hernández Delgadillo
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

EVALUACIÓN DE LA PRECISIÓN DE DOS LOCALIZADORES DE ÁPICES: ROOT ZX MINI Y EL E-PEX, PARA DETERMINAR LA LONGITUD DE TRABAJO EN DIENTES UNIRRADICULARES IN VITRO.

ABSTRACT

INTRODUCTION: Apical locators are used to establish a working length in endodontics since it allows a more exact location of the apical foramen, and helps to perform treatments in less time, fewer appointments and less radial exposure. **OBJECTIVE:** To evaluate and compare the in vitro accuracy of the Root ZX mini and E-pex apex locators for determining working length. **METHODOLOGY:** In this study, 30 single-rooted teeth were used. Measurements were made with Root ZX mini and E-pex to compare the two apex locators. Plastic covers were used, in which they were filled with alginate and the teeth were immersed up to the neck and once gelled the lengths were taken with a #10 and #15 K file. The measurements of each locator were compared with the actual length which was determined by observation under a microscope. **RESULTS:** No statistically significant differences were observed between the electronic measurements of the two locators in vitro compared to those obtained from the actual working length, Root Zx mini ($p=0.172$), E-pex ($p=0.976$). **CONCLUSIONS:** There are no significant differences in the measurements obtained in vivo of the real working length.

1.- Introducción

Uno de los pasos más importantes en el tratamiento de endodoncia es la longitud de trabajo ya que a través de ella llevamos a cabo los objetivos del tratamiento como lo son la eliminación de bacterias dentro del sistema de conductos radiculares, conformación, desinfección y un obturado final del conducto radicular.

Los localizadores de ápice electrónicos son una herramienta innovadora que ayuda a determinar la longitud de trabajo, los cuales son usados la mayoría por endodoncistas.

Existen diferentes tipos de localizadores electrónicos por lo cual en este trabajo evaluamos dos localizadores para buscar la respuesta a la siguiente pregunta ¿Tienen la misma precisión los localizadores de ápices Root ZX mini y E-pex para medir la longitud de trabajo?

Ya que actualmente en la literatura no se tiene suficiente información acerca del localizador E-pex por lo cual esta investigación tiene como objetivo evaluar si los localizadores de ápices Root ZX mini y el E-pex tiene la misma precisión al determinar la longitud de trabajo. Es importante tener estudios acerca de los nuevos productos que salen al mercado.

En este estudio se usaron 30 dientes unirradiculares, se realizaron las medidas con Root ZX mini y E-pex. Los localizadores apicales fueron utilizados según las indicaciones del fabricante. Para testar los dos localizadores de ápices se utilizaron cubiteras de plástico, las cuales fueron llenas con alginato cada nicho de la cubitera y se sumergieron los dientes hasta el cuello y se esperó a que el alginato se gelificó completamente, en el cubo con alginato se colocó previamente el gancho para labio y la pinza porta-limas a una lima K #15. Se realizaron las mediciones en grupo de 5, hasta completar los 30. Se compararon las medidas de cada localizador con la longitud real para determinar cuál fue más preciso.

Dentro de los resultados obtenidos no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre las mediciones electrónicas de los dos localizadores de manera in vitro en comparar con las obtenidas de la longitud de trabajo real, Root Zx mini ($p=0.172$), E-pex ($p=0.976$).

2.- **Hipótesis**

Los localizadores de ápices Root ZX mini y E-pex presentan la misma precisión en la determinación de la longitud de trabajo.

3.- Objetivos Generales

Evaluar la precisión de los localizadores de ápices Root ZX mini y E-pex para determinar la longitud de trabajo.

3.1.- Determinar la longitud de trabajo real.

3.2.- Evaluar la eficacia de los localizadores de ápice Root ZX mini y E-pex para la toma de longitud de trabajo in vitro en dientes extraídos unirradiculares.

3.3.- Comparar las mediciones otorgadas entre los localizador y a su vez con la longitud de trabajo real:

- Root ZX Mini in vitro
- E-pex in vitro

4. Antecedentes

4.1 Tratamiento de endodoncia

La Endodoncia es una rama de la odontología dedicada al estudio de la pulpa dental, su morfología, fisiología y patología, así como también de los tejidos periapicales (Torabinejad y Walton, 2010).

Una de las fases más importantes en la terapia endodóntica es la instrumentación del conducto radicular, que se basa básicamente en la determinación de la longitud de trabajo (LT). Una LT adecuada es de suma importancia para mantener la preparación dentro del espacio radicular restringido, prohibiendo la extrusión apical y asegurando una buena obturación (Pham, 2020). La constricción apical es el punto ideal y práctico donde se debe terminar el procedimiento del conducto radicular, aunque este punto de referencia anatómico no existe en todos los casos (Ricucci et al., 2019).

4.2 Longitud de trabajo

La longitud de trabajo consiste en obtener una medida que corresponde a la distancia desde un punto de referencia coronal hasta el punto donde termina o se aproxime al foramen apical (Rodríguez-Niklischek y Oporto V, 2014) y se basa generalmente en la observación radiográfica, desafortunadamente, la distancia del ápice radiográfico a la constricción apical es variable (Vertucci, 2005).

Si se subestima la longitud de trabajo, quedarán residuos de tejido y/o bacterias en las áreas no instrumentadas del sistema de conductos radiculares. Por otro lado, si la longitud de trabajo se determina más allá de los límites apicales, el material vital y/o infectado será transportado a los tejidos periapicales. Lo más probable es que una longitud de trabajo determinada erróneamente comprometa el resultado de un tratamiento de endodoncia, ya que dará lugar a procedimientos de modelado y obturación inexactos. Esto puede conducir a la inflamación y/o infección del tejido periapical (Farzaneh et al., 2004).

4.3 Métodos para la determinación de la longitud de trabajo

La técnica táctil digital y la radiografía convencional son técnicas comunes para determinar la longitud de trabajo, pero ambas técnicas tienen algunas limitaciones. Un método más nuevo para estimar la longitud de trabajo implica el uso del localizador de ápices (Rathore et al., 2020).

La radiografía periapical (PA) es el método más común para la determinación confiable y estándar de LT en muchas facultades de odontología de todo el mundo. Sin embargo, esta película analógica o digital tiene ciertos defectos, que conducen a una mala interpretación de la situación real, una identificación errónea de la punta de la raíz, una distorsión de la imagen y una sobreestimación de la LT (Pham, 2020). Después del fracaso de la primera generación de localizadores electrónicos de ápices (EAL), las principales deficiencias de estos EAL esta siendo superadas por los EAL contemporáneos con la llegada del “método multifrecuencia” o “método de relación” (Nekoofar et al., 2006). Aunque EAL supera a la radiografía en términos de confiabilidad y precisión, su desempeño puede verse afectado por diversas circunstancias, tales como: falta de permeabilidad, conductividad eléctrica de la restauración o complejidad de la configuración anatómica (Martins et al., 2014).

4.4 Historia de los localizadores apicales electrónicos

La presunción fundamental de los localizadores apicales electrónicos es que los tejidos humanos tienen ciertas características que pueden ser modeladas mediante la combinación de componentes eléctricos. Además, midiendo las propiedades eléctricas del circuito eléctrico equivalente, algunas propiedades clínicas como la posición de la lima pueden ser extraídas (Nekoofar et al., 2006). Los localizadores apicales se conceptualizaron por Custer quien fue el pionero en intentar determinar la longitud del conducto a través de un método electrónico en 1918, introduciendo un nuevo método para ubicar el término del conducto radicular que era dependiente del hecho de que la conductividad eléctrica de los tejidos que rodeaban al ápice de la raíz era mayor que la conductividad dentro del sistema de conductos de la raíz, de coronal hacia el término del conducto y más tarde por Suzuki en 1942; este observó que la existencia de una resistencia eléctrica constante entre un instrumento en un conducto de la raíz y un electrodo en la mucosa oral podría ser utilizada para medir la longitud del conducto. Desde este descubrimiento, varias generaciones de localizadores apicales electrónicos se han desarrollado (Vinayak y Pishipati et al., 2013).

4.5 Tipos de localizadores de acuerdo con la generación

4.5.1 Primera generación

El medidor de conducto radicular (Onuki Medical Co., Tokio, Japón) fue desarrollado en 1969. Utilizaba el método de resistencia y corriente alterna como una onda sinusoidal de 150 Hz. El dolor a menudo se sentía debido a las altas corrientes en la máquina original, por lo que se realizaron mejoras y se lanzaron como el medidor de endodoncia y el medidor de endodoncia S II (Onuki Medical Co.) que usaba una corriente de menos de 5 miliamperios (Kobayashi 1995).

Otros dispositivos de la primera generación incluyen el dentómetro (Dahlin Electromedicine, Copenhague, Dinamarca) y el Endo Radar (Elettronica Liarre, Imola, Italia). Se encontró que estos dispositivos no eran confiables en comparación con las radiografías, y muchas de las lecturas eran significativamente más largas o cortas que la longitud de trabajo aceptada (Tidmarsh et al. 1985). Los médicos innovadores en el Reino Unido diseñaron un localizador de ápices de tipo resistencia hecho en casa con materiales simples de un proveedor eléctrico y reportaron resultados comparables a las máquinas disponibles comercialmente (Foreman & Howat 1986).

4.5.2 Segunda generación

A finales de los años 70 estudios cuestionaron la posibilidad de medición exacta en conductos húmedos o forámenes apicales anchos e inmaduros. En esta generación de localizadores se utilizó la impedancia que es la oposición al paso de corriente alterna, en lugar de utilizar la resistencia para determinar la ubicación del foramen (Gordon y Chandler, 2004). Estos localizadores de ápice presentaban problemas similares de deficiente lectura en presencia de medios electrolíticos en el conducto y también en conductos secos (Fouad et al., 1990).

El método de medición del cambio de frecuencia fue desarrollado por Inoue en 1971 como el Sono-Explorer (Hayashi Dental Supply, Tokio, Japón) que calibraba en la bolsa

periodontal de cada diente y medía por la retroalimentación del bucle del oscilador (Inoue 1972). El pitido del dispositivo indicó cuándo se alcanzó el vértice, por lo que algunos médicos pensaron erróneamente que medía utilizando ondas sonoras (Inoue 1973). Un modelo posterior, el Sono-Explorer Mk III usa un medidor para indicar la distancia al ápice (Inoue & Skinner 1985).

Un dispositivo de medición de ondas de alta frecuencia (400 kHz), el Endocater (Yamaura Seisokushu, Tokio, Japón) fue introducido por (Hasegawa et al. 1986). Con un electrodo conectado al sillón dental y una funda sobre la sonda, pudo realizar mediciones en conductos incluso con fluidos conductores presentes (Fouad et al. 1990, Himel & Schott 1993).

4.5.3 Tercera generación

En los años 90 surgió esta generación de localizadores apicales de doble frecuencia, estos miden la impedancia a dos o más frecuencias eléctricas distintas para determinar la distancia a la que se encuentra el foramen apical (Kobayashi y Suda, 1994).

Estos localizadores de tercera generación son similares a los de la segunda generación, excepto que utilizan múltiples frecuencias para determinar la distancia. (Gordon y Chandler, 2004). Endex, Root ZX y Justy II son algunos ejemplos de localizadores comúnmente usados (López et al., 2004).

4.5.4 Cuarta generación

Estos dispositivos similares a los de tercera generación empleaban también dos frecuencias, pero las median por separado. Median la resistencia y la capacitancia por separado (en lugar del valor de impedancia resultante) para mejor precisión (Comin et al., 2012).

Los localizadores de cuarta generación introdujeron el Elements Diagnostic Unit y el Apex Locator (SybronEndo) y el Bingo 1020/Ray-X4 (Forum Engineering Technologies, Rishon Lezion, Israel). El Bingo emplea únicamente una de las dos frecuencias cada vez (8 o 400Hz). Según el fabricante, el Elements (que trabaja a frecuencias de 0,5 y 4 kHz) compara la información de la resistencia y la capacitancia con una base de datos que determina la distancia entre la lima y el ápice. Cuando la punta de la lima alcanza el foramen apical, el localizador emite una señal. (Pascon et al., 2009).

Recientemente, SybronEndo y MedicNRG, Kibutz Afikim, Israel (el Apex NRG277,278) han presentado localizadores de ápice electrónicos miniaturizados (Moshonov J, et al 2004).

4.6 Ventajas del uso de localizadores apicales electrónicos

Localiza la constricción apical sin la necesidad de irradiar al paciente, menor tiempo para medir la longitud de trabajo y obtiene una medida de trabajo más precisa. Sin embargo, sigue siendo medio auxiliar de las radiografías (Mandlik et al., 2013).

4.6.1 Desventajas del uso de localizadores apicales electrónicos

Pueden causar interferencia en pacientes con dispositivos eléctricos implantables cardiacos. En el estudio de Miradan-Rius et al, en el 2016 se buscó el porcentaje de riesgo de diversos aparatos de uso dental con dispositivos electrónicos cardiacos implantable y se determinó que los localizadores apicales tenían el menor riesgo de interferencia, sin embargo, esta es 3.5 veces mayor en pacientes con marcapasos cardiacos que con desfibriladores cardioversores implantables (Miranda-Rius et al., 2016).

4.7 Partes de los localizadores apicales electrónicos

El localizador de ápices consta básicamente de cuatro partes:

- a) el clip labial
- b) el clip para la lima
- c) el instrumento propiamente dicho
- d) un cable que conecta estas tres partes. Una pantalla señala el avance de la lima hacia el ápice (Moshonov J, et al 2004).

4.7.1 Root ZX mini (J Morita, Tokyo, Japan)

Es un localizador apical electrónico de cuarta generación de método ratio, de dos frecuencias, que ha mostrado una alta eficacia sobre diferentes condiciones. Realiza las medidas entre la impedancia de dos frecuencias (0.4 y 8 kHz) e indica la posición de la lima endodóntica dentro del conducto radicular. La exactitud de la medida no se afecta por la presencia o ausencia de sangre, otras secreciones, electrolitos, salino, agua corriente o peróxido de hidrógeno. No es necesario ajustar el aparato a cero antes de la medición de cada conducto. Se auto calibra. Cuenta con una pantalla a color cristal para dar fácil lectura (J Morita MFG Corp, 2011).

4.7.2 E-pex (Eighteeth, China)

Es un localizador apical electrónico de cuarta generación con tecnología avanzada multifrecuencia, que ha mostrado una alta eficacia sobre diferentes condiciones. Con una frecuencia de 50/60Hz, que indica la localización del ápice con alta precisión en conductos húmedos y secos. No es necesario ajustar el aparato a cero antes de la medición de cada conducto, cuenta con calibración automática y cuenta con una pantalla LCD a color de 3.5” para dar fácil lectura (Eighteeth, 2022)

5. Métodos

5.1 Descripción de procedimientos

5.1.1 Selección de muestra

Para el estudio se seleccionaron 30 dientes monorradiculares, de un 1 conducto radicular con ápice maduro, indicados para extracción por razones periodontales, protésicas u ortodóncicas. Se excluyeron aquellas piezas que presentaban lesiones perirradiculares.

5.1.2 Mediciones Electrónicas in vitro de los localizadores de Ápice Root ZX mini y E-pex

Un solo investigador efectuó las mediciones (operador 1). Los localizadores apicales se utilizaron según las indicaciones del fabricante. Para probar los dos localizadores de ápices se utilizaron cubiertas de plástico, las cuales fueron llenadas con alginato y los dientes se sumergieron hasta el cuello y se esperó a que el alginato se gelificará completamente. En el cubo con alginato se colocó previamente el gancho labial de los localizadores y la pinza porta-limas de los localizadores a una lima K # 10 o #15.

El procedimiento descrito se efectuó en grupos de 2 dientes hasta completar los 30 dientes incluidos en el estudio para cada localizador.

Para el localizador Root ZX Mini el instrumento se avanzó hasta que la barra indicadora y auditiva marcó “APEX”, después se retiraron hasta que la barra indicadora se detuviera en la línea ubicada entre “APEX” y “1”.

En el caso de E-pex la lima se avanzó hasta la barra indicadora encienda en rojo y se retiró hasta la marca “0.0” y que en la pantalla estuviera en las líneas verdes encendidas, el fabricante recomienda reducir la LT entre 0.5 y 1 mm para tomar la medida.

Las mediciones, se tomaron cuando la señal de los localizadores permaneció estable durante 5 segundos en el sitio designado. El tope de goma se colocó perpendicular a la lima y se ajustó al punto de referencia previamente establecido. Posteriormente se retiró la lima del conducto, y con un anillo milimétrico se realizó la toma de la medida, se midió la distancia entre la base del tope de goma y la punta de la lima.

Las mediciones obtenidas se registraron como LT-1 Root ZX Mini y E-pex. Todas las mediciones fueron realizadas bajo un mismo operador (Operador 1), dentro de un rango de 1 hora, tiempo durante el cual el alginato aún conserva suficiente humedad.

5.1.3 Toma de la Longitud Real (LR)

Se estableció una Longitud Real (LR) bajo examinación a través del microscopio Opmi pico Dental Zeiss. Un operador (operador 2) insertó una lima K número 10 o 15 de acero inoxidable en el conducto de cada diente hasta que la lima fue visible a través del foramen apical, después se retiraron hasta quedar al ras del foramen. Se ajustó el tope de goma a esta medida y se retiró la lima del conducto y se registró la distancia de la punta de la lima a la base del tope de goma con un anillo milimétrico. A esta medida se le retiró 0.5mm. La medición se efectuó tres veces y se calculó la media. El valor obtenido como media se registró como la longitud real (LR).

5.1.4 Comparación de longitud de trabajo

Las medidas más allá de la longitud real (0,0) se designarán como positivas y las cortas como negativas.

5.1.5 Análisis estadístico

El modelo estadístico analítico consistirá en la aplicación de un análisis comparativo mediante una prueba t de diferencia de medias para muestras independientes en caso de que la variable muestre evidencia de normalidad, dicha prueba será determinada considerando un 95% de confiabilidad.

El modelo será aplicado para comparar la longitud de trabajo entre los localizadores de ápices Root ZX mini y E-pex.

En caso de que la variable muestre evidencia de libre distribución será aplicada una prueba de U de Mann Whitney para dichas muestras, la prueba será determinada considerando también un 95% de confiabilidad.

6. Resultados

Tabla 1.
Prueba t de comparación de la precisión de los localizadores de ápices con la longitud de trabajo real

	Media	Desviación estándar	Var	Min	Max	Rango	Prueba t	Valor p
Root ZX Mini	21.21	1.01	1.02	18.50	23.50	5.00	1.40	0.172
LTR	21.12	1.03	1.05	18.50	23.50	5.00		
E-Pex	21.12	1.00	0.99	18.50	23.50	5.00	-0.03	0.976
LTR	21.12	1.03	1.05	18.50	23.50	5.00		

No hay diferencia estadísticamente significativa entre la LTR y las mediciones electrónicas de Root ZX Mini y E-Pex.

El promedio de la precisión del localizador de ápice Root ZX Mini fue de 21.21 ± 1.01 , mientras que su longitud de trabajo real fue de 21.12 ± 1.03 , observándose que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre el localizador de ápices Root ZX Mini y la LTR ($p=0.172$).

El promedio de la precisión del localizador de ápice E-pex fue de 21.12 ± 1.00 , mientras que su longitud de trabajo real fue de 21.12 ± 1.03 , observándose que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre el localizador de ápices E-pex y la LTR ($p=0.976$).

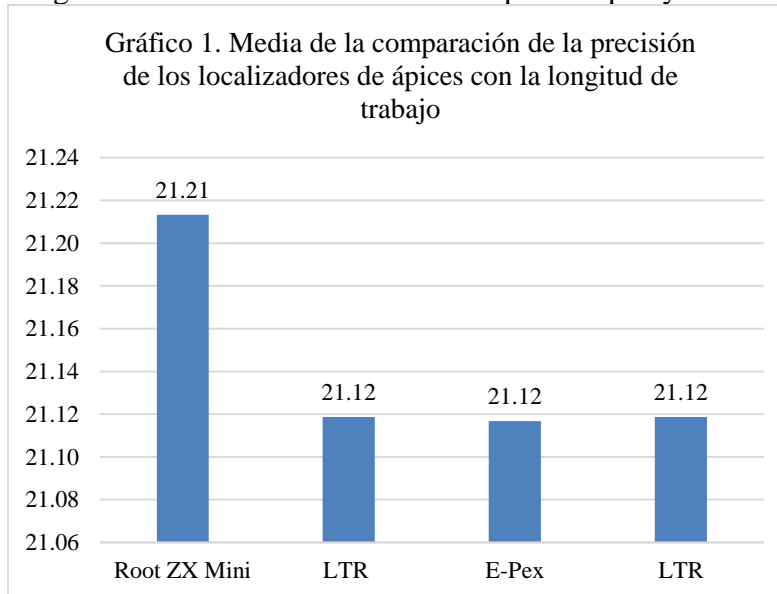


TABLA 2. MEDICIONES ELECTRÓNICAS DE LOCALIZADORES DE ÁPICES Y MEDICIONES OBTENIDAS IN VITRO (LR)

PIEZA	MEDICIÓN ELECTRÓNICA ROOT ZX MINI (MM)	MEDICIÓN ELECTRÓNICA E-PEX (MM)	LONGITUD DE TRABAJO REAL (MM)
1	22	21.5	21.16
2	20	20.5	20
3	22	22	22
4	20.3	20	20.5
5	20.5	20.5	21
6	20.5	20.5	20.3
7	21.5	21.5	21.5
8	22	21	22
9	20.5	20.5	20.5
10	21.5	21.5	22
11	22.5	22.5	22.5
12	21.5	21	21
13	20.5	20.5	20
14	20	20	20
15	21	21	21
16	21	21	21
17	20.5	20.5	20.8
18	21	21	21
19	21	21	20.5
20	22	22	22
21	22.5	22.5	21.8
22	23.5	23.5	23.5
23	19.8	19.5	19.5
24	22.5	22.5	22.5
25	21.5	21	20.5
26	21.5	21	21
27	21.8	22	22
28	21.5	21.5	22
29	18.5	18.5	18.5
30	21.5	21.5	21.5

TABLA 3. DIFERENCIA ENTRE MEDICIONES ELECTRÓNICAS CON ROOT ZX MINI Y LA LTR MEDICIONES OBTENIDAS IN VITRO

PIEZA	MEDICIÓN ELECTRÓNICA ROOT ZX MINI (MM)	LONGITUD DE TRABAJO REAL (MM)	DIFERENCIA
1	22	21.16	0.84
2	20	20	0
3	22	22	0
4	20.3	20.5	-0.2
5	20.5	21	-0.5
6	20.5	20.3	0.2
7	21.5	21.5	0
8	22	22	0
9	20.5	20.5	0
10	21.5	22	0.5
11	22.5	22.5	0
12	21.5	21	0.5
13	20.5	20	0.5
14	20	20	0
15	21	21	0
16	21	21	0
17	20.5	20.8	-0.3
18	21	21	0
19	21	20.5	0.5
20	22	22	0
21	22.5	21.8	0.7
22	23.5	23.5	0
23	19.8	19.5	0.3
24	22.5	22.5	0
25	21.5	20.5	1
26	21.5	21	0.5
27	21.8	22	-0.2
28	21.5	22	-0.5
29	18.5	18.5	0
30	21.5	21.5	0

En esta tabla se registraron las medidas obtenidas in vitro en cada una de las muestras con el localizador de ápices Root Zx Mini y se compararon con la longitud real in vitro de cada pieza. Al realizar la diferencia de medidas, los valores negativos indican que la medición electrónica (ME) fue corta con respecto a la longitud real (LR).

TABLA 4. DIFERENCIA ENTRE MEDICIÓN ELECTRÓNICA E-PEX Y LTR MEDICIONES OBTENIDAS IN VITRO

PIEZA	MEDICIÓN ELECTRÓNICA E-PEX (MM)	LONGITUD DE TRABAJO REAL (MM)	DIFERENCIA
1	21.5	21.16	0.84
2	20.5	20	0.5
3	22	22	0
4	20	20.5	-0.5
5	20.5	21	0.5
6	20.5	20.3	0.2
7	21.5	21.5	0
8	21	22	-1
9	20.5	20.5	0
10	21.5	22	-0.5
11	22.5	22.5	0
12	21	21	0
13	20.5	20	0.5
14	20	20	0
15	21	21	0
16	21	21	0
17	20.5	20.8	-0.3
18	21	21	0
19	21	20.5	0.5
20	22	22	0
21	22.5	21.8	0.7
22	23.5	23.5	0
23	19.5	19.5	0
24	22.5	22.5	0
25	21	20.5	0.5
26	21	21	0
27	22	22	0
28	21.5	22	-0.5
29	18.5	18.5	0
30	21.5	21.5	0

En esta tabla se registraron las medidas obtenidas in vitro en cada una de las muestras con el localizador de ápices E-pex y se compararon con la longitud real in vitro de cada pieza. Al realizar la diferencia de medidas, los valores negativos indican que la medición electrónica (ME) fue corta con respecto a la longitud real (LR).

7. Discusión

Los localizadores de ápice se consideran la herramienta más confiable para la determinación de la longitud de trabajo; por lo tanto, deben abordarse los parámetros ideales para su precisión. En el presente estudio, la longitud real se determinó con el microscopio quirúrgico dental porque la radiografía periapical no es una herramienta precisa para localizar la longitud de trabajo (Abdelsalam y Hashem., 2019).

Para las Mediciones Electrónicas in vitro de los localizadores de ápice Root ZX mini y E-pex utilizamos el método de alginato como los han evaluado diferentes autores en el cual sus resultados no mostraron diferencias significativas (Martín et al., 2004). Tal y como sucedió en nuestro estudio.

Lipski et al, 2013. También montaron los dientes en alginato para actuar como medio conductor para el circuito eléctrico entre el clip de lima dentro de los conductos radiculares y el clip de labio adherido al alginato, porque se considera el medio ideal para pruebas in vitro de EAL.

En el presente estudio no se obtuvieron diferencias significativas al evaluar la precisión de los 2 localizadores de ápices (Root ZX mini y E-pex) en comparación con la LTR, como se hace en diferentes estudios solo un operador llevó a cabo las longitudes de trabajo electrónicas y reales.

Como se puede apreciar en otros estudios, si los localizadores se utilizan según las instrucciones del fabricante, no es imprescindible tener experiencia previa con estos dispositivos para obtener unas medidas correctas. Además, la importante concordancia entre observadores sugiere que la medición electrónica del conducto radicular es una técnica objetiva y aceptablemente reproducible.

En la presente investigación establecimos la longitud real tras introducir una lima dentro del órgano dental hasta que fuera visible a través del foramen, al ras mismo y posteriormente a esta medida se le sustrajo 0.5 mm, debido a que la literatura nos menciona que la distancia media de la constricción apical al foramen mayor es 0.5- 1.00mm.

Varias investigaciones han evaluado in vitro la precisión del Root-ZX (J. Morita Corp., Tokio, Japón). Y actualmente no se encuentra en la literatura evaluación de EAL E-pex.

Por el contrario, un estudio comparó los localizadores de ápices Root ZX Mini, Apex ID y Propex Pixi en cual la evaluación fue realizada in vivo e in vitro, en el cual la longitud de trabajo real de igual manera a nuestro estudio se hizo avanzar la lima hasta que la punta de la lima se hizo visible a través del foramen mayor con un aumento de 30X con un estereomicroscopio y no encontraron diferencia significativa entre los localizadores (Serna et al., 2019). El inconveniente en este caso en la aplicación al entorno clínico es la necesidad de extraer las piezas una vez realizada la medición del conducto radicular para establecer la longitud de trabajo real.

Con base en los resultados obtenidos en el presente estudio, los localizadores apicales utilizados son bastante confiables, en concordancia con las observaciones de otros autores, que observaron una precisión del 96,2% para el localizador Root-ZX Mini (Shabahang et al., 1996).

Varios estudios han demostrado que los localizadores apicales pueden determinar con precisión la longitud de trabajo entre el 75 y el 96,5% de los conductos radiculares con ápices maduros. Los mejores resultados se han obtenido con dispositivos de última generación y en nuestro estudio hacemos la evaluación con los localizadores Root ZX mini y E-pex que son dispositivos de última generación.

Vanitha y Sherwood en el 2019 realizaron la comparación de localizadores en 60 pacientes a diferencia de nuestro estudio la compararon con la toma de longitud de trabajo por el método radiográfico y encontraron solo en dos pacientes (1 hombre y 1 mujer) las lecturas de la marca APEX fueron diferentes de la estimación de la radiografía.

8. Conclusiones

Se puede concluir que no existe diferencia estadísticamente significativa entre la precisión de los localizadores Root ZX Mini y E-pex, al ser utilizados de manera in vitro bajo las indicaciones de fábrica de cada localizador y simulaciones de la cavidad oral.

Como recomendación se propone realizar en el futuro más estudios, considerando el uso de la microtomografía computarizada o Cone Beam previamente a realizar las mediciones in vivo o in vitro, para poder realizar una comparación más precisa de la longitud de trabajo, realizar más estudios in vitro que valoren la precisión de los localizadores que comprueben o desaprueben los resultados de esta investigación.

9. LITERATURA CITADA

1. Abdelsalam N, Hashem N. Impact of Apical Patency on Accuracy of Electronic Apex Locators: In Vitro Study. *J Endod.* 2020 Apr;46(4):509-514.
2. Briseño-Marroquín B, Frajlích S, Goldberg F, Willershausen B. Influence of instrument size on the accuracy of different apex locators: an in vitro study. *J Endod.* 2008 Jun;34(6):698-702.
3. Comin CL, Menini M, Cavalleri G. A comparison between two fourth generation apex locators. *Minerva Stomatol.* 2012;61(5):183-196.
4. Changzhou Sifary Medical Technology Co.E-pex.[internet] Disponible en el sitio de red: <http://www.eighteeth.com/apex-locator/4.html> [Revisado 22 de Enero de 2022].
5. D'Assunção FL, de Albuquerque DS, de Queiroz Ferreira LC. The ability of two apex locators to locate the apical foramen: an in vitro study. *J Endod.* 2006 Jun;32(6):560-2.
6. Chukka RR, Bellam MD, Marukala NR, Dinapadu S, Konda NK, Nagilla J. Efficiency of an Integrated Apex Locator in Determining Working Length in Various Irrigating Solutions: An *In Vivo* Study. *J Pharm Bioallied Sci.* 2020 Aug;12(Suppl 1):S410-S414.
7. Da Silva TM, Alves FR. Ex vivo accuracy of Root ZX II, Root ZX Mini and RomiApex A-15 apex locators in extracted vital pulp teeth. *J Contemp Dent Pract* 2014;15:312-4.
8. El Ayouti A, Weiger R, Löst X. Frequency of overinstrumentation with an acceptable radiographic working length. *J Endod.* 2001;27(1):49-52.
9. Farzaneh M, Abitbol S, Lawrence HP, Friedman S; Toronto Study. Treatment outcome in endodontics-the Toronto Study. Phase II: initial treatment. *J Endod.* 2004 May;30(5):302-9.
10. Fouad AF, Krell KV, McKendry D, Koorbusch GF, Olson RA. Clinical evaluation of five electronic root canal length measuring instrument. *J Endod.* 1990;16(9):446-449.
11. Foreman PC, Howat M. A home-made apex locator. *Br Dent J.* 1986 Nov 8;161(9):336-7.
12. Gordon MP, Chandler NP. Electronic apex locators. *Int Endod J.* 2004;37(7):425-437.
13. Guise GM, Goodell GG, Imamura GM. In vitro comparison of three electronic apex locators. *J Endod.* 2010 Feb;36(2):279-81.
14. Himel VT, Schott RN. An evaluation of the durability of apex locator insulated probes after autoclaving. *J Endod.* 1993 Aug;19(8):392-4. doi: 10.1016/S0099-2399(06)81502-5.
15. Inoue N, Skinner DH. A simple and accurate way of measuring root canal length. *J Endod.* 1985;11(10):421-427.
16. J Morita MFG Corp. 2011. Root ZX II mini manual. [internet] Disponible en el sitio de red: http://global.morita.com/usa/root/img/pool/pdf/ifu_msds/root-zxmini-ifu-093011.pdf [Revisado 26 de Noviembre de 2021].

17. Jenkins J, Walker W, Schindler W, Flores C. An in vitro evaluation of the accuracy of the root ZX in the presence of various irrigants. *J Endod.* 2001;27(3):209–211.
18. Jung IY, Yoon BH, Lee SJ, Lee SJ. Comparison of the reliability of "0.5" and "APEX" mark measurements in two frequency-based electronic apex locators. *J Endod.* 2011 Jan;37(1):49-52.
19. Kauffman AY, Keila S, Yoshpe M. Accuracy of a new apex locator: an in vitro study. *Int Endod J* 2002;35:186–92.
20. Kobayashi C, Suda H. New electronic canal measuring device based on the ratio method. *J Endod.* 1994;20(3):111-114.
21. Kuttler Y (1955) Microscopic investigation of root apexes. *Journal of the American Dental Association* 50, 544–52.
22. Kuttler Y 1980. *Fundamentos de endo-metaendodoncia práctica.* México, pp.8 31.
23. Kuttler Y Microscopic investigation of root apexes. *J Am Den Assoc.* 1955;50():544-552.
24. Khandewal D, Ballal NV, Saraswathi MV. Comparative evaluation of accuracy of 2 electronic Apex locators with conventional radiography: an ex vivo study. *J Endod.* 2015 Feb;41(2):201-4.
25. López F, Gómez P, Ordoñez A, Riachi R, Torres R, Torres M. Localizadores apicales: nuevas tecnologías en diagnóstico – Revisión de literatura. *Revista Científica Universidad el Bosque.* 2004;10(1):61-67.
26. Lucena-Martín C, Robles-Gijón V, Ferrer-Luque CM, de Mondelo JM. In vitro evaluation of the accuracy of three electronic apex locators. *J Endod.* 2004 Apr;30(4):231-3.
27. Martins JNR, Marques D, Mata A, Caramês J. Clinical efficacy of electronic apex locators: systematic review. *J Endod.* 2014;40(6):759–77
28. Martinez-Lozano MA, Forner-Navarro L, Sanchez-Cortes JL, Llena C. Methodological considerations in the determination of working length. *Int Endod J* 2001;34(5):371–376 11.
29. Mente J, Seidel J, Buchalla W, Koch MJ. Electronic determination of root canal length in primary teeth with and without root resorption. *Int Endod J* 2002;35:447–452.
30. Mandlik J, Shah N, Pawar K, Gupta P, Singh S, Shaik SA. An in vivo evaluation of different methods of working length determination. *J Contemp Dent Pract.* 2013;1(1):644-648.
31. Miranda-Rius J, Lahor-Soler E, Brunet-Llobet L, Sabaté de la Cruz X. Risk of electromagnetic interference induced by dental equipment on cardiac implantable electrical devices. *Eur J Oral Sic.* 2016;124(6):559-565.
32. Moshonov J, Slutzky-Goldberg I. Apex locators: actualización y perspectivas para el futuro. *Revista Internacional de Odontología Computarizada.* 2004 octubre; 7 (4): 359-370.
33. McDonald NJ, Hovland EJ (1990) An evaluation of the Apex Locator Endocater. *Journal of Endodontics* 16, 5–8.

34. Nekoofar M, Ghandi M, Hayes SJ, Dummer PM. The fundamental operating principles of electronic root canal length measurement devices. *Int Endod J*. 2006;39(8):595-609.
35. Oliveira TN, Vivacqua-Gomes N, Bernardes RA, Vivian RR, Duarte MAH, Vasconcelos BC. Determination of the Accuracy of 5 Electronic Apex Locators in the Function of Different Employment Protocols. *J Endod*. 2017 Oct;43(10):1663-1667.
36. Pham KV, Khuc NK. The accuracy of endodontic length measurement using cone-beam computed tomography in comparison with electronic apex locators. *Iran Endod J*. 2020;15(1):12–7.
37. 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 Dec;44(12):1872-1877.
38. Pascon E, Marelli M, Congi O, Ciancio R, Miceli F, Versiani M. An in vivo comparison of working length determination of two frequency-based electronic apex locators. *Int Endod J*. 2009;42(11):1026-103.
39. Pommer O, Stamm-Attin T. Influence of the canal contents on the electrical associated determination of the length of root canals. *J Endod*. 2002;28(2): 83- 85.
40. Khan SA, Khanna R, Navit S, Jabeen S, Grover N, Pramanik S. Comparison of Radiovisiography, an Apex Locator and an Integrated Endomotor-inbuilt Apex Locator in Primary Teeth Endometrics. *Int J Clin Pediatr Dent*. 2022;15(Suppl 1):S18-S21.
41. Rathore K, Tandon S, Sharma M, Kalia G, Shekhawat T, Chundawat Y. Comparison of Accuracy of Apex Locator with Tactile and Conventional Radiographic Method for Working Length Determination in Primary and Permanent Teeth. *Int J Clin Pediatr Dent*. 2020 May-Jun;13(3):235-239.
42. Ricucci D, Pascon EA, Siqueira JF. The complexity of the apical anatomy. In: Versiani MA, Basrani B, Sousa-Neto MD, editors. *The root canal anatomy in permanent dentition*. Cham: Springer International Publishing; 2019. p. 241–254.
43. Rodríguez-Niklitschek C, Oporto VGH. Determinación de la longitud de trabajo en endodoncia. Implicaciones clínicas de la anatomía radicular y del sistema de canales radiculares. *Int J Odontostomat*. 2014;8(2):177-183.
44. Serota KS, Vera J, Barnett F, Nahmias Y. The new era of foraminal location. *Roots, International magazine of endodontology*. 2006;1(1):23-30.
45. Serna-Peña G, Gomes-Azevedo S, Flores-Treviño J, Madla-Cruz E, Rodríguez-Delgado I, Martínez-González G. In Vivo Evaluation of 3 Electronic Apex Locators: Root ZX Mini, Apex ID, and Propex Pixi. *J Endod*. 2020 Feb;46(2):158-161.
46. Segura-Egea JJ, Martin-Gonzalez J, Castellanos-Cosano L. Endodontic medicine: connections between apical periodontitis and systemic diseases. *Int Endod J*. 2015;48(10):933-951.
47. Singh SV, Nikhil V, Singh AV, Yadav S. An in vivo comparative evaluation to determine the accuracy of working length between radiographic and electronic apex locators. *Indian J Dent Res*. 2012;23(3):359-362.

48. Sunada I. New method for measuring the length of the root canal. *Journal of Dental Research* 1962;41(2):375–387.
49. Stoll R, Urban-Kein B, Roggendorf MJ, Jablonski-Momeni A, Strauch K, Frankenberger R. Effectiveness of four electronic apex locators to determine distance from the apical foramen. *Int Endod J*. 2010;43(9):808-817.
50. Tidmarsh BG, Sherson W, Stalker NL. Establishing endodontic working length: a comparison of radiographic and electronic methods. *N Z Dent J*. 1985;81(365):93-96.
51. Torabinejad M, Walton RE. 2010. *Endodoncia, principios y práctica*. Elsevier: España, pp. i.
52. Van Pham K. Endodontic length measurements using 3D Endo, cone-beam computed tomography, and electronic apex locator. *BMC Oral Health*. 2021 May 18;21(1):271
53. Vertucci FJ. Root canal morphology and its relationship to endodontic procedures. *Endodontic Topics* .2005;10(1):3-29.
54. Vanitha S, Sherwood IA. Comparison of three different apex locators in determining the working length of mandibular first molar teeth with irreversible pulpitis compared with an intraoral periapical radiograph: A block randomized, controlled, clinical trial. *J Investig Clin Dent*. 2019 Aug;10(3):e12408.
55. Vinayak K, Pishipati C. An In Vitro Comparison of Propex II Apex Locator to Standard Radiographic Method. *Iran Endod J*. 2013;8(3):114-117.

RESUMEN BIOGRÁFICO

Nadia Montserrat Jiménez López.

Candidato para el Grado de
Especialización en Endodoncia

Tesis: EVALUACIÓN DE LA PRECISIÓN DE DOS LOCALIZADORES DE ÁPICES: ROOT ZX MINI Y EL E-PEX, PARA DETERMINAR LA LONGITUD DE TRABAJO EN DIENTES UNIRRADICULARES IN VITRO.

Campo de Estudio: Ciencias de la Salud

Datos Personales: Nacido en Monterrey, Nuevo León el 18 de octubre de 1994, hijo de Jose Manuel Jiménez Crispín y Sanjuanita López Herrera.

Educación: Egresado de la Universidad Autónoma de Nuevo León, grado obtenido Cirujano Dentista en 2016.

Apéndices



Figura 1. Material requerido para el estudio.



Figura 2. Toma de la LT con localizador Root ZX mini.



Figura 3. Toma de la LT con localizador E-PEX.



Figura 4. Lima k al ras del foramen apical.



Figura 5. Lima k fuera del foramen apical.