



Facultad de Odontología

Posgrado de Endodoncia

Tema:

“Comparación en la precisión de longitud de trabajo de localizadores foraminales electrónicos, posterior al ensanchamiento cervical, estudio *IN VITRO*”

Trabajo de Titulación para la obtención del Título de Endodoncista

Postulante:

Ana Gabriela Largacha Giler

Tutor:

Dr. Soo Nam Jang Jaramillo

Quito, Julio del 2025

Resumen

Objetivo: Evaluar la influencia del ensanchamiento cervical en la precisión de la determinación de la longitud de trabajo mediante localizadores foraminales electrónicos.

Metodología: Estudio *IN VITRO* donde se utilizaron 40 premolares unirradiculares tipo Vertucci I, se analizó la precisión de tres localizadores foraminales electrónicos (Root ZX Mini, Raypex 6, Minipex). La longitud de trabajo real se estableció visualmente en un microscopio y las mediciones electrónicas efectuadas en alginato, las medidas fueron registradas antes y después del pre-ensanchamiento cervical. Este pre-ensanchamiento se realizó con una ORIFICE SHAPER (ONE FLARE) a 400RMP y 3N irrigando con hipoclorito de sodio al 5.25%. El propósito fue evaluar el efecto del pre-ensanchamiento en la precisión de los localizadores foraminales electrónicos.

Resultados: Los resultados mostraron diferencias significativas en las mediciones de longitud de trabajo pre y post ensanchamiento cervical. Raypex 6 y Minipex afectó su exactitud, pero no la del Root ZX mini. Raypex 6 y Minipex mejoraron su precisión tras el pre-ensanchamiento cervical. Root ZX mini fue más preciso antes del ensanchamiento cervical, lo cual Raypex 6 lo superó después.

Conclusión: Esta investigación concluye que el ensanchamiento cervical afecta de manera distinta la precisión de los localizadores foraminales estudiados, Raypex 6 y Minipex mejoraron su precisión con el ensanchamiento cervical, Root ZX mini siempre conservó su precisión. Estos resultados indican que la ventaja del ensanchamiento cervical depende del localizador y es superior en equipos cuya precisión mejora tras su uso.

Palabras claves: Longitud de trabajo, Ensanchamiento cervical, Root ZX, Raypex 6, Minipex, localizador apical.

Declaración de Aceptación de Norma Ética y Derechos

El presente documento se ciñe a las normas éticas y reglamentarias de la Universidad Hemisferios. Así, declaro que lo contenido en este ha sido redactado con entera sujeción al respeto de los derechos de autor, citando adecuadamente las fuentes. Por tal motivo, autorizo a la Biblioteca a que haga pública su disponibilidad para lectura dentro de la institución, a la vez que autorizo el uso comercial de mi obra a la Universidad Hemisferios, siempre y cuando se me reconozca el cuarenta por ciento (40%) de los beneficios económicos resultantes de esta explotación.

Además, me comprometo a hacer constar, por todos los medios de publicación, difusión y distribución, que mi obra fue producida en el ámbito académico de la Universidad Hemisferios.

De comprobarse que no cumplí con las estipulaciones éticas, incurriendo en caso de plagio, me someto a las determinaciones que la propia Universidad plantee.

Ana Gabriela Largacha Giler

C.I. 1312830894

Dedicatoria

A Dios por ser mi guía en este nuevo reto, darme fortaleza en los momentos difíciles y llenar mi camino de propósito.

A mis padres Raúl y Anita por su amor incondicional, su apoyo incansable y estar siempre presente.

A mis hermanas Sheyla y Loissy por su compañía, sus palabras de aliento y por compartir conmigo cada logro como propio.

A mis sobrinos Eduardito y Sheynnis cuya alegría han sido un respiro en medio de las exigencias y cuya existencia me motivan a ser un ejemplo cada día.

A mi compañero de vida César por estar a mi lado con paciencia, aliento y cariño en cada etapa de este proceso.

A mis docentes y a mi tutor Dr Soo Nam Jang por compartir su conocimiento con generosidad y por sembrar en mi la pasión por aprender y superarme cada día.

A toda mi familia y amigos gracias por ser parte esencial en este logro.

Índice

| | |
|---|----|
| Declaración de Aceptación de Norma Ética y Derechos | 3 |
| Dedicatoria | 4 |
| Índice..... | 5 |
| Índice De Tablas..... | 6 |
| Índice de Gráficos | 7 |
| Resumen..... | 8 |
| Abstract..... | 9 |
| Introducción | 10 |
| Metodología | 12 |
| Análisis Estadístico Precisión De Localizadores Foraminales | 13 |
| Resultados | 14 |
| Discusión..... | 17 |
| Conclusiones | 21 |
| Referencias..... | 22 |

Índice De Tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1: Medianas, rangos intercuartílicos (RIQ) y valores p (prueba de Wilcoxon pareada) de las longitudes estimadas pre y post ensanchamiento cervical. | 15 |
| Tabla 2: Error absoluto medio (\pm desviación estándar) entre cada localizador y la medición de referencia, antes y después del ensanchamiento cervical; con sus respectivos valores p..... | 16 |

Índice de Gráficos

| | |
|--|----|
| Gráfico 1: Comparación de longitudes de trabajo, antes y después del ensanchamiento cervical..... | 15 |
|--|----|

“Comparación en la precisión de longitud de trabajo de localizadores foraminales electrónicos, posterior al ensanchamiento cervical, estudio *IN VITRO*”

Ana Gabriela Largacha Giler

Anagaby1994@hotmail.com

Resumen

Objetivo: Evaluar la influencia del ensanchamiento cervical en la precisión de la determinación de la longitud de trabajo mediante localizadores foraminales electrónicos.

Metodología: Estudio *IN VITRO* donde se utilizaron 40 premolares unirradiculares tipo Vertucci I, se analizó la precisión de tres localizadores foraminales electrónicos (Root ZX Mini, Raypex 6, Minipex). La longitud de trabajo real se estableció visualmente en un microscopio y las mediciones electrónicas efectuadas en alginato, las medidas fueron registradas antes y después del pre-ensanchamiento cervical. Este pre-ensanchamiento se realizó con una ORIFICE SHAPER (ONE FLARE) a 400RMP y 3N irrigando con hipoclorito de sodio al 5.25%. El propósito fue evaluar el efecto del pre-ensanchamiento en la precisión de los localizadores foraminales electrónicos.

Resultados: Los resultados mostraron diferencias significativas en las mediciones de longitud de trabajo pre y post ensanchamiento cervical. Raypex 6 y Minipex afectó su exactitud, pero no la del Root ZX mini. Raypex 6 y Minipex mejoraron su precisión tras el pre-ensanchamiento cervical. Root ZX mini fue más preciso antes del ensanchamiento cervical, lo cual Raypex 6 lo superó después.

Conclusión: Esta investigación concluye que el ensanchamiento cervical afecta de manera distinta la precisión de los localizadores foraminales estudiados, Raypex 6 y Minipex mejoraron su precisión con el ensanchamiento cervical, Root ZX mini siempre conservó su

precisión. Estos resultados indican que la ventaja del ensanchamiento cervical depende del localizador y es superior en equipos cuya precisión mejora tras su uso.

Palabras clave: Longitud de trabajo, Ensanchamiento cervical, Root ZX, Raypex 6, Minipex, localizador apical.

Abstract

Objective: To evaluate the influence of cervical preflaring on the accuracy of working length determination using electronic foramen locators.

Methodology: *IN VITRO* study using 40 single-rooted premolars classified as Vertucci Type I, in which the accuracy of three electronic foraminal locators (Root ZX Mini, Raypex 6, Minipex) was analyzed. The actual working length was established visually under a microscope, and the electronic measurements were performed in alginate. The measurements were recorded before and after cervical preflaring. This preflaring was performed using an ORIFICE SHAPER (ONE FLARE) at 400 RPM and 3 N, with irrigation using 5.25% sodium hypochlorite. The purpose was to evaluate the effect of preflaring on the accuracy of electronic foramen locators.

Results: Significant differences were identified in working length measurements pre and post cervical preflaring. The accuracy of Raypex 6 and Minipex was affected, but not that of the Root ZX Mini. Raypex 6 and Minipex improved their accuracy after cervical preflaring. Root ZX Mini was more accurate before preflaring, while Raypex 6 outperformed it afterwards.

Conclusion: It was demonstrated that cervical preflaring affects the accuracy of the studied foramen locators in different ways. Raypex 6 and Minipex improved their accuracy with cervical preflaring, while Root ZX Mini always maintained its accuracy. These results

indicate that the advantage of cervical preflaring depends on the locator and is superior in devices whose accuracy improves after its use.

Keywords: Working length, Cervical preflaring, Root ZX, Raypex 6, Minipex, Apex locator.

Introducción

Una de las complicaciones fundamentales en endodoncia es la localización y la preservación exacta de la longitud de trabajo ideal del sistema de conductos radiculares, lo cual promueve una cicatrización periapical adecuada al limitar el contacto del material de obturación con los tejidos periapicales cuando el tratamiento culmina a nivel de la constricción apical (Tsesis et al., 2015).

La longitud de trabajo (**LT**) en términos endodónticos se establece como: “la distancia desde un punto de referencia coronal hasta el punto que debe finalizar la preparación y obturación del canal” (Glosario de Términos Endodónticos - Asociación Americana de Endodoncistas, n.d.). La LT está básicamente influenciada por la anatomía apical, que comprende estructuras como el foramen apical (**FA**) y la constricción apical (**CA**) (Gordon & Chandler, 2004). La CA se ubica normalmente entre 0,5 mm y 1,0 mm por debajo del foramen apical (Kuttler, 1955). La LT se ha medido de manera efectiva con aparatos electrónicos usando el foramen apical como referencia; el FA no siempre resulta posible alcanzar, lo que limita establecer la longitud de trabajo idónea (Vasconcelos et al., 2015)

Durante el análisis y la evaluación de la LT se presentan numerosos cambios anatómicos, lo que puede provocar extrusión de residuos o una sobreinstrumentación (Barakat et al., 2024). Investigar estas variaciones anatómicas resulta indispensable para minimizar posibles complicaciones y potenciar nuestros tratamientos.

Con el avance de la tecnología, en el año 1962 Sunada planteó un nuevo sistema para determinar la longitud de trabajo empleando un localizador electrónico de ápice. (Diwanji et al., 2014). Desde este punto elaboraron varias generaciones de localizadores foraminales que facilitaban con mayor exactitud medir la longitud del conducto (Sunada, 1962). Gracias a estas innovaciones han transformado el enfoque empleado en el tratamiento endodóntico, optimizando la efectividad terapéutica y la exactitud en la determinación de variables clínicas.

Los **localizadores apicales electrónicos (LAE)** tienen mayor certeza al medir la resistencia eléctrica entre el conducto radicular y los tejidos adyacentes, siendo así más seguros y confiables que los métodos convencionales (Alonzo et al., 2020). Los LAE pueden ser usados como medio de diagnóstico indispensables para identificar fracturas, grietas, resorciones del conducto radicular (Shirazi et al., 2023). Diversos factores pueden afectar en las mediciones electrónicas, entre ellos el diámetro de la constricción apical, el calibre del instrumento, el ensanchamiento cervical y la solución de irrigación utilizada mientras se ejecuta la intervención (ElAyouti et al., 2005)

El ensanchamiento cervical de los conductos radiculares es alcanzar y lograr una conformación del conducto que sea adecuada y segura (Plotino et al., 2020). Facilita muchos beneficios a lo largo de los procedimientos de desinfección y conformación, como facilitar la inserción de instrumentos manuales y rotatorios en la porción apical de los conductos radiculares (Stabholz et al., 1995)

El objetivo de este estudio fue evaluar la influencia del ensanchamiento cervical en la precisión de la determinación de la longitud de trabajo mediante localizadores foraminales electrónicos.

Metodología

Es un estudio de tipo comparativo experimental *IN VITRO*, en el cual se utilizó 40 premolares. Se usaron solo dientes unirradiculares Vertucci tipo 1, sin dilaceraciones pronunciadas, con permeabilidad, sin caries radicular, sin fracturas, no ápices abiertos, no calcificaciones, ni dientes tratados endodónticamente.

Se realizaron radiografías periapicales a los dientes con valoraciones clínicas, para comprobar ausencia de resorción radicular o curvaturas del canal radicular.

Aquellos dientes que no cumplieron con los criterios establecidos fueron sustituidos. Los dientes fueron conservados en solución salina al 0.9% hasta su uso para evitar deshidratación.

En cada diente se llevó a cabo el acceso cameral usando fresas redondas diamantadas #1013 (JOTA AG, Rüthi, Switzerland), de alta velocidad y refrigeración con abundante agua. Se eliminaron restos de tejido y desechos utilizando una lima tipo K de acero inoxidable de tamaño #15 (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suiza). Los conductos radiculares se irrigaron utilizando hipoclorito de sodio (NaOCl) al 5.25% con una aguja de ventilación lateral calibre 30G Navitip® (Ultradent Products Inc., South Jordan, Utah, EE. UU.)

Las muestras se estandarizaron a una longitud radicular de 16mm. La lima K #15 con tope de silicona accedió al conducto radicular hasta que su punta fue visible en el foramen apical, utilizando un microscopio quirúrgico, con un aumento de 10× (Alliance microscopia, Sao Paulo, Brasil). Al observar la punta de la lima en el foramen apical, se ajustó el tope de silicona al borde incisal del diente para definir un punto de referencia, luego se extrajo cuidadosamente la lima y se midió la distancia entre el tope de silicona y la punta de la lima utilizando una regla endodóntica milimétrica, esta medida se determinó como la longitud total del conducto radicular, y para la **longitud de trabajo** se disminuyó 1 mm de la longitud total.

Para calcular la longitud de trabajo usando los localizadores foraminales, los dientes se colocaron en un recipiente de plástico, que contenía alginato recién preparado; Se hicieron dos orificios en el recipiente experimental: una diseñada para la inserción del diente y otra para la conexión del clip labial de los LAE.

Previamente a la medición electrónica, se irrigaron los conductos radiculares con hipoclorito de sodio (NaOCl) al 5,25% y se secaron con conos de papel. Las mediciones se realizaron insertando limas manuales K #15 hasta que en la pantalla del localizador indicara la señal (APEX o 0,0 mm), se ajustó el tope de goma a nivel de referencia y con precaución la lima K se retrajo y se tomó la longitud con la regla endodóntica milimétrica (Dentsply-Maillefer) restando -1mm. Esta técnica fue realizada en tres ocasiones, alternando el orden de uso de los localizadores foraminales electrónicos, con el objetivo de medir electrónicamente los conductos radiculares utilizando cada uno de los tres dispositivos Root ZX Mini (J. Morita, Japón), Raypex 6 (VDW, Alemania), Minipex (Woodpecker, China).

Se realizaron mediciones de todos los conductos radiculares antes y después del ensanchamiento cervical. Para estos, los tercios coronal y medio de los conductos radiculares fueron preparados utilizando una ORIFICE SHAPPER (ONE FLARE), la cual se introdujo en el canal radicular 4mm, utilizando el motor E-value a 400 RPM y 3N con movimiento de cepillados, empleando cinemática de rotación continua. La irrigación se llevó a cabo con 3ml de NaOCl al 5.25% posterior al empleo de cada instrumento rotatorio.

Análisis Estadístico Precisión De Localizadores Foraminales

Para analizar y comparar la precisión de los localizadores foraminales Minipex, Raypex 6 y Root ZX mini, con y sin ensanchamiento cervical, se calcularon medidas de tendencia central y dispersión (mediana y rango intercuartílico) de las mediciones de

longitudes de trabajo determinadas por cada localizador, tanto antes como después del procedimiento.

Debido a que las variables de longitud no presentaron una distribución normal ($p < 0.05$ en la prueba de Shapiro-Wilk para todas las condiciones), se aplicó la prueba de Wilcoxon para muestras pareadas con el fin de comparar las mediciones pre y post en cada equipo. La prueba no paramétrica detectó diferencias estadísticamente significativas en las mediciones de los localizadores foraminales tras el ensanchamiento cervical.

Para analizar los datos y evaluar si el ensanchamiento cervical incide en la precisión de la longitud de trabajo. La precisión fue evaluada mediante el cálculo del error absoluto, Se midió cuánto se alejaba cada localizador del valor real obtenido por microscopía, antes y después del ensanchamiento, y esos errores se expresaron como promedio y desviación estándar.

Se utilizó la prueba de Wilcoxon pareada con el fin de analizar las variaciones en los errores absolutos antes y después del ensanchamiento cervical. Esta prueba permitió establecer si las diferencias eran estadísticamente significativas, y si el pre-ensanchamiento afectaba de manera considerable la precisión de cada localizador.

Para establecer cuál de los tres localizadores es más preciso. Se compararon los errores absolutos medios entre dispositivos para las condiciones pre y post ensanchamiento. Un menor error indica mayor precisión, por lo que esta comparación permitió identificar cual localizador se acercó más al valor real en cada condición.

Resultados

Se observaron diferencias significativas tras el ensanchamiento cervical en Minipex y Raypex 6, mientras que Root ZX mini no presentó un cambio significativo (figura 1, tabla 1).

Estos resultados indican que el ensanchamiento influye de manera variable en la longitud, según del localizador que se ha utilizado.

Gráfico 1: Comparación de longitudes de trabajo, antes y después del ensanchamiento cervical.

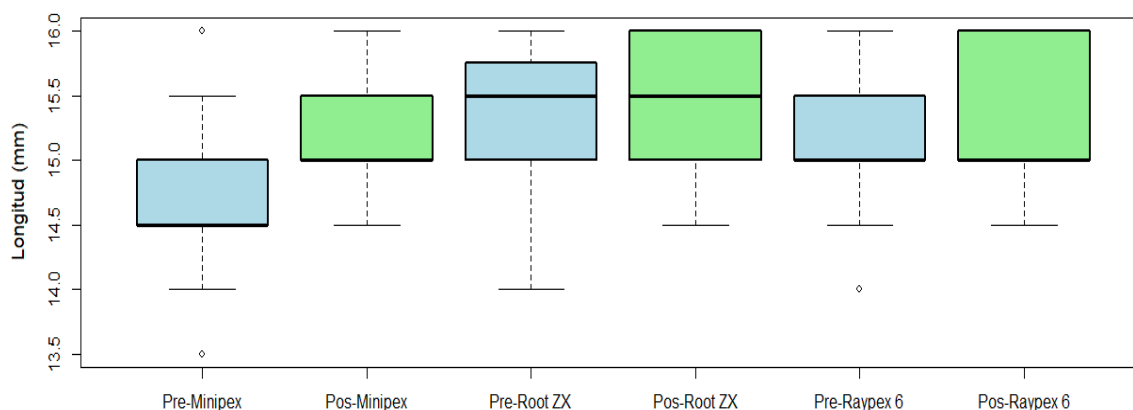


Tabla 1: Medianas, rangos intercuartílicos (RIQ) y valores p (prueba de Wilcoxon pareada) de las longitudes estimadas pre y post ensanchamiento cervical.

| Dispositivo | Mediana Pre (RIQ) | Mediana Post (RIQ) | <i>p</i> -valor |
|---------------------|-------------------|--------------------|-----------------|
| Minipex | 14.5 [14.5–15.0] | 15.0 [15.0–15.5] | 0.00025 |
| Root ZX mini | 15.5 [15.0–15.62] | 15.5 [15.0–16.0] | 0.286 |
| Raypex 6 | 15.0 [15.0–15.5] | 15.0 [15.0–16.0] | 0.0110 |

El análisis del error absoluto, calculado como la diferencia entre la referencia microscópica y las mediciones de los localizadores, mostró lo siguiente (Tabla 2):

Tabla 2: Error absoluto medio (\pm desviación estándar) entre cada localizador y la medición de referencia, antes y después del ensanchamiento cervical; con sus respectivos valores p.

| Dispositivo | Error Pre (media \pm DE) | Error Post (media \pm DE) | p-valor (Wilcoxon) |
|---------------------|--|---|---------------------------|
| Minipex | 0.812 \pm 0.387 mm | 0.350 \pm 0.343 mm | 0.00001 |
| Root ZX mini | 0.355 \pm 0.368 mm | 0.367 \pm 0.332 mm | 0.0049 |
| Raypex 6 | 0.428 \pm 0.389 mm | 0.260 \pm 0.312 mm | 0.00001 |

Esta tabla muestra la exactitud de los localizadores (Minipex, Root ZX y Raypex 6) al estimar la longitud de trabajo, comparada con la referencia microscópica. Se reporta el error medio antes y después del ensanchamiento cervical. Cuanto menor es el error, más precisa es la medición.

Minipex: mostró una mejora notable en precisión luego del ensanchamiento, reduciendo su error promedio de 0.812 mm a 0.350 mm.

Root ZX: fue el más exacto desde el comienzo 0.355 mm y aunque su error aumentó ligeramente después del ensanchamiento 0.367mm la diferencia no es relevante.

Raypex 6: El error inicial de 0.428 mm se redujo a 0.260 mm luego del ensanchamiento, mejorando su precisión.

Antes del ensanchamiento, Root ZX mini mostró el menor error, seguido por Raypex 6 y Minipex. Luego del procedimiento, Minipex y Raypex 6 mejoraron su precisión,

quedando Raypex 6 como el más exacto, seguido de Minipex y Root ZX mini, demostrando que el rendimiento de los localizadores varía según la condición de medición.

Discusión

Establecer con precisión la longitud de trabajo representa un aspecto fundamental para la endodoncia. Al realizar la obturación de los conductos radiculares basándonos solamente en una radiografía previa, se aumenta el riesgo de obtener resultados desfavorables en nuestro tratamiento. Estudios histológicos revelan que, si hay sobreobtención, se puede originar un estado inflamatorio prolongado (ElAyouti et al., 2002).

Como se evalúa en otros estudios que ocupan el alginato para evaluar la exactitud de los localizadores foraminales (Plotino et al., 2006). En algunos estudios fueron beneficiosos los resultados con el uso de alginato, se indica que este medio no solo posee buenas propiedades electro conductoras, si no que gracias a su consistencia coloidal puede lograr simular de manera adecuada el ligamento periodontal (Baldi et al., 2007).

Existen otras formas de determinar la LT, con el propósito de simular la cavidad oral, en donde se colocaron los dientes en un medio de gel conductor (Carbopol Gel, NaCl 0,9% y KCl 2% - Farmacia FarmaVie, Fortaleza, Brasil) (Gonçalves et al., 2024). Otra investigación con metodología comparable es introducir el diente en un dispositivo plástico que tenía solución salina al 0,9 % para realizar la medición de la LT, el clip labial se preservó en vinculación directa con la solución salina, y el otro conectado con la lima (Soares et al., 2013).

Establecer con exactitud la LT resulta fundamental en la terapia endodóntica ya que debe concordar con la ubicación de la constricción apical, considerada como el punto adecuado para llevar a cabo la instrumentación. Operar dentro de este límite anatómico

minimiza el riesgo de exceso de instrumentación y facilita el proceso de regeneración de los tejidos periapicales (Ricucci, 1998).

Varios estudios han referido que, al determinar la ubicación de la constricción apical, las mediciones electrónicas suelen ser tomadas en cuenta confiablemente cuando se encuentran dentro de un margen de $\pm 0,5$ mm (D'Assunção et al., 2010), o hasta 1 mm de distancia, que incluso suele ser más preciso (Mente et al., 2002). Estudios mediante microscópica han observado que la constricción apical puede oscilar dentro de este intervalo (Kuttler, 1955). Bajo esta perspectiva el Root ZX se ha consolidado como el estándar de oro frente al cual se evalúan otros localizadores foraminales, al alcanzar una precisión del 97.5% a 1 mm del foramen, lo cual concuerda en gran medida con los hallazgos de estudios previos que respaldan acerca de su elevada exactitud (Bernardes et al., 2007).

Los localizadores foraminales electrónicos han alcanzado una importancia considerable en la práctica clínica actual, dada su eficacia, fiabilidad y rapidez en la determinación de la longitud de trabajo, el localizador demuestra ser una herramienta valiosa incluso donde la interpretación radiológica podría ser muy deficiente (Saritha et al., 2021).

En el presente estudio *IN VITRO* se evaluó el efecto del ensanchamiento cervical sobre la precisión de tres dispositivos foraminales: Minipex, Raypex 6 y Root ZX mini. Los resultados demostraron que el ensanchamiento cervical tiene un impacto diferencial según el dispositivo aplicado. El Minipex y Raypex 6 demostraron un avance significativo en la precisión después del ensanchamiento cervical, mientras que el Root ZX mini no mostró cambios significativos, manteniéndose constante en precisión durante todo el procedimiento. Esta diferencia sugiere que el impacto del ensanchamiento cervical podría depender del diseño de cada equipo.

Los recientes estudios coinciden con estos hallazgos, donde evidenciaron que después del ensanchamiento cervical optimiza la precisión de los localizadores foraminales, al facilitar un acceso mucho más directo y estable en la región apical, lo que permite lograr longitudes de trabajo más exactas (León-López et al., 2021).

De hecho, se ha observado que la preparación cervical permite que las limas lleguen con mayor facilidad hacia el punto de la región apical, reduciendo el riesgo de exceder el foramen (Fallahdoost et al., 2008); (Pecora et al., 2005). Ciertos autores sugieren que tales procedimientos podrían dañar estructuralmente los dientes, lo cual señala que el pre-ensanchamiento cervical debe llevarse a cabo con precaución o incluso no realizarse (Krishan et al., 2014).

El Raypex 6 fue el que alcanzó los mejores resultados tras el pre-ensanchamiento con el 97,5% de precisión, de manera consistente, en el estudio actual donde este localizador foraminal evidenció un aumento de exactitud para determinar la LT después del ensanchamiento cervical (Melo et al., 2020), este localizador, gracias a su algoritmo de lectura estable que se ajusta rápidamente a las condiciones del conducto ya sea en condiciones secas o húmedas, a pesar de si es con sangre o exudado, ha demostrado ser óptimo en diversos contextos clínicos (Shirazi et al., 2023), cabe mencionar que este localizador foraminal tiene ventajas, nos mostró una precisión significativa en dientes con resorción radicular (Astrid & Carmen Rosa, 2022).

Existen estudios donde se ha demostrado que el Raypex 6 logra identificar el foramen apical con una exactitud del 88,22 % en un rango de $\pm 0,5$ mm y alcanza el 100 % de precisión dentro de ± 1 mm en los casos analizados (Moscoso et al., 2013).

Estudios donde evaluaron la exactitud de longitud de trabajo de diferentes localizadores de últimas generaciones por medio de CBCT y técnicas radiográficas clásicas

(Proprex IQ, Raypex 6, Root ZX y ápex ID) se determinó que el Proprex IQ fue el más preciso y aunque los otros localizadores no tenían variaciones relevantes reportaron sus valores inferiores a los registrados con el Proprex IQ (Mahmoud et al., 2021).

Por otro lado, el Root ZX mini, es un dispositivo de quinta generación, ha aportado evidencia que respalda su eficacia en distintos escenarios anatómicos y clínicos. Su tecnología de impedancia multifrecuencia, que evalúa individualmente la resistencia y capacitancia, asegura la estabilidad de la medición constante incluso en situaciones con curvaturas, perforaciones o diferentes irrigantes (Bilaiya et al., 2020); (Chhabra et al., 2024).

En la literatura también se demuestra que el Root ZX cuando se llevaba a cabo el ensanchamiento cervical, esto mejoraba la exactitud de este dispositivo (Godiny et al., 2022). En este estudio, su comportamiento fue consistente, tanto en canales pre-ensanchados como sin pre-ensanchar, esto se puede atribuir a su alta sensibilidad para detectar cambios en la impedancia sin requerir de un acceso más amplio en el tercio cervical. Además, se mencionó como el más exacto, lo que minimiza la probabilidad de instrumentar u obturar más allá del foramen apical (Vieyra & Acosta, 2011).

No obstante, otros estudios no identificaron al Root ZX mini como el más preciso, lo que pone de relieve cómo las diferencias en los modelos experimentales, el tipo de dientes, el uso de irrigantes y la técnica de inserción pueden influir en los resultados (da Silva & Alves, 2014). Esto pone de evidencia la importancia de uniformar las variables metodológicas al evaluar el rendimiento de los localizadores electrónicos. Así mismo otros estudios que plantea que este dispositivo proporciona mediciones inconstantes y erróneas en condiciones de limitada conductividad (Venturi & Breschi, 2007).

En relación con el Minipex, un dispositivo de tercera generación que emplea el principio de impedancia comparativa, cuyos resultados reflejaron un progreso en su funcionamiento tras el ensanchamiento cervical, esto podría atribuirse a la alta sensibilidad del dispositivo, lo que destaca la importancia garantizar un acceso coronal para mejorar su precisión en la LT (Chhabra et al., 2024).

Conclusiones

Los resultados revelaron que el ensanchamiento cervical obtuvo una variabilidad según el localizador evaluado.

Raypex 6 y Minipex demostraron diferencias estadísticamente significativas en las longitudes de trabajo antes y después del ensanchamiento cervical, lo que plantea un avance en la precisión luego del procedimiento. Root ZX mini no mostró diferencia significativa en la longitud determinada y mostró un cambio mínimo sin mejorar exactitud.

Sin el ensanchamiento cervical, Root ZX mini fue el localizador con mayor precisión, pero luego del procedimiento Raypex 6 se ubicó como el más preciso. Estos resultados señalan que la influencia del ensanchamiento cervical sobre la precisión varía según el tipo de localizador utilizado.

Dentro las limitaciones de este estudio se sugiere futuras investigaciones para esclarecer mejor evidencia científica.

Referencias

- Alonzo, K., De Los Reyes, P., & Ferraro, N. (2020). Determination of Working Length Using Electronic Locator for Apex and CBCT with 3D Endo Dentsply Sirona Software: Comparative in vitro Study. *Int. J. Odontostomat*, *14*(1), 124–130.
- Astrid, L. M., & Carmen Rosa, G. R. (2022). Accuracy of Four Apex Locators in Premolars with Root Resorption: An In vitro Study. *Iranian Endodontic Journal*, *17*(1), 20.
<https://doi.org/10.22037/IEJ.V17I1.35498>
- Baldi, J. V., Victorino, F. R., Bernardes, R. A., de Moraes, I. G., Bramante, C. M., Garcia, R. B., & Bernardineli, N. (2007). Influence of embedding media on the assessment of electronic apex locators. *Journal of Endodontics*, *33*(4), 476–479.
<https://doi.org/10.1016/J.JOEN.2006.12.024>
- Barakat, R. M., Almohareb, R. A., Alharbi, A. O., Alhazmi, A., & Alomar, R. (2024). Comparative Accuracy and Reliability of Three Electronic Apex Locators in Determining the Apical Constriction of Molar Canals: A Micro-CT Evaluation. *Journal of Clinical Medicine*, *13*(17). <https://doi.org/10.3390/JCM13175199>
- Bernardes, R. A., Duarte, M. A. H., Vasconcelos, B. C., Moraes, I. G., Bernardineli, N., Garcia, R. B., Baldi, J. V., Victorino, F. R., & Bramante, C. M. (2007). Evaluation of precision of length determination with 3 electronic apex locators: Root ZX, Elements Diagnostic Unit and Apex Locator, and RomiAPEX D-30. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology*, *104*(4), e91–e94.
<https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2007.05.016>
- Bilaiya, S., Patni, P. M., Jain, P., Pandey, S. H., Raghuwanshi, S., & Bagulkar, B. (2020). 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. *European Endodontic Journal*, 5(1), 6.

<https://doi.org/10.14744/EEJ.2019.07279>

Chhabra, A., Prathap, B. S., Ramya, K. P., Yadav, P., Mehra, H., & Parvathy, S. J. (2024).

Comparative Assessment of Working Length Determination: Apex Locators versus Endomotor with Built-in Apex Locator in Single-Rooted Permanent Teeth. *Journal of Pharmacy & Bioallied Sciences*, 16(Suppl 3), S2892.

https://doi.org/10.4103/JPBS.JPBS_487_24

da Silva, T. M., & Alves, F. R. F. (2014). Ex vivo accuracy of Root ZX II, Root ZX Mini and

RomiApex A-15 apex locators in extracted vital pulp teeth. *The Journal of*

Contemporary Dental Practice, 15(3), 312–314. <https://doi.org/10.5005/JP->

JOURNALS-10024-1534,

D'Assunção, F. L. C., Albuquerque, D. S., Salazar-Silva, J. R., Dos Santos, V. C., & Sousa, J.

C. N. (2010). Ex vivo evaluation of the accuracy and coefficient of repeatability of three electronic apex locators using a simple mounting model: a preliminary report.

International Endodontic Journal, 43(4), 269–274. <https://doi.org/10.1111/J.1365->

2591.2009.01674.X

Diwanji, A., Rathore, A., Arora, R., Dhar, V., Madhusudan, A., & Doshi, J. (2014). Working

Length Determination of Root Canal of Young Permanent Tooth: An In vitro Study.

Annals of Medical and Health Sciences Research, 4(4), 554.

<https://doi.org/10.4103/2141-9248.139314>

ElAyouti, A., Kimionis, I., Chu, A. L., & Löst, C. (2005). Determining the apical terminus of

root-end resected teeth using three modern apex locators: a comparative ex vivo study.

International Endodontic Journal, 38(11), 827–833. <https://doi.org/10.1111/J.1365-2591.2005.01024.X>

ElAyouti, A., Weiger, R., & Löst, C. (2002). The Ability of Root ZX Apex Locator to Reduce the Frequency of Overestimated Radiographic Working length. *Journal of Endodontics*, 28(2), 116–119. <https://doi.org/10.1097/00004770-200202000-00017>

Fallahdoost, A., Namazikhah, M. S., Sheikholeslaami, M., & Tavakkoli, K. (2008). Effect of preflaring on working length determination: an in vivo study. *Journal of the California Dental Association*, 36(12), 951–953. <https://doi.org/10.1080/19424396.2008.12224251>

Glosario de términos endodóncicos - Asociación Americana de Endodoncistas. (n.d.).

Retrieved June 17, 2025, from <https://www.aae.org/specialty/clinical-resources/glossary-endodontic-terms/>

Godiny, M., Hatam, R., Safari-Faramani, R., Khavid, A., & Rezaei, M. R. (2022). Influence of Apical Patency, Coronal Preflaring and Calcium Hydroxide on the Accuracy of Root ZX Apex Locator for Working Length Determination: An In Vitro Study. *Journal of Advanced Oral Research*, 13(1), 38–42. <https://doi.org/10.1177/23202068211036139>

Gonçalves, F. N. R., Santos, A. B., de Sousa Paula, A. L. L., Freitas, N. A., Filho, R. dos S. P., D'Assunção, F. L. C., Frota, L. M. A., & de Miranda Candeiro, G. T. (2024). Influence of root canal taper on the measurement of two different electronic apex locators. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 16(6), e733. <https://doi.org/10.4317/JCED.61352>

Gordon, M. P. J., & Chandler, N. P. (2004). Electronic apex locators. In *International Endodontic Journal* (Vol. 37).

- Krishan, R., Paqué, F., Ossareh, A., Kishen, A., Dao, T., & Friedman, S. (2014). Impacts of conservative endodontic cavity on root canal instrumentation efficacy and resistance to fracture assessed in incisors, premolars, and molars. *Journal of Endodontics*, *40*(8), 1160–1166. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2013.12.012>
- KUTTLER, Y. (1955). Microscopic investigation of root apexes. *The Journal of the American Dental Association*, *50*(5), 544–552.
<https://doi.org/10.14219/JADA.ARCHIVE.1955.0099>
- León-López, M., Cabanillas-Balsera, D., Areal-Quecuty, V., Martín-González, J., Jiménez-Sánchez, M. C., Saúco-Márquez, J. J., Sánchez-Domínguez, B., & Segura-Egea, J. J. (2021). Influence of Coronal Preflaring on the Accuracy of Electronic Working Length Determination: Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Clinical Medicine*, *10*(13), 2760. <https://doi.org/10.3390/JCM10132760>
- Mahmoud, O., Abdelmagied, M. H. A., Dandashi, A. H., Jasim, B. N., Kayali, H. A. T., & Al Shehadat, S. (2021). 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. *International Journal of Dentistry*, *2021*, 5563426.
<https://doi.org/10.1155/2021/5563426>
- Melo, A. M., Vivacqua-Gomes, N., Bernardes, R. A., Vivan, R. R., Duarte, M. A. H., & de Vasconcelos, B. C. (2020). Influence of Different Coronal Preflaring Protocols on Electronic Foramen Locators Precision. *Brazilian Dental Journal*, *31*(4), 404–408.
<https://doi.org/10.1590/0103-6440202003282>

- Mente, J., Seidel, J., Buchalla, W., & Koch, M. J. (2002). Electronic determination of root canal length in primary teeth with and without root resorption. *International Endodontic Journal*, 35(5), 447–452. <https://doi.org/10.1046/J.1365-2591.2002.00500.X>
- Moscoso, S., Pineda, K., Basilio, J., Alvarado, C., Roig, M., & Duran-Sindreu, F. (2013). Evaluation of Dentaport ZX and Raypex 6 electronic apex locators: An in vivo study. *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal*, 19(2), e202. <https://doi.org/10.4317/MEDORAL.19114>
- Pecora, J. D., Capelli, A., Guerisoli, D. M. Z., Spanó, J. C. E., & Estrela, C. (2005). Influence of cervical preflaring on apical file size determination. *International Endodontic Journal*, 38(7), 430–435. <https://doi.org/10.1111/J.1365-2591.2005.00946.X>,
- Plotino, G., Grande, N. M., Brigante, L., Lesti, B., & Somma, F. (2006). Ex vivo accuracy of three electronic apex locators: Root ZX, Elements Diagnostic Unit and Apex Locator and ProPex. *International Endodontic Journal*, 39(5), 408–414. <https://doi.org/10.1111/J.1365-2591.2006.01095.X>
- Plotino, G., Nagendrababu, V., Bukiet, F., Grande, N. M., Veettil, S. K., De-Deus, G., & Aly Ahmed, H. M. (2020). Influence of Negotiation, Glide Path, and Preflaring Procedures on Root Canal Shaping—Terminology, Basic Concepts, and a Systematic Review. *Journal of Endodontics*, 46(6), 707–729. <https://doi.org/10.1016/J.JOEN.2020.01.023/ASSET/73F01EA6-3EAC-46CC-B3B8-571EB125CC08/MAIN.ASSETS/FIGS1.SML>
- Ricucci, D. (1998). Apical limit of root canal instrumentation and obturation, part 1. Literature review. *International Endodontic Journal*, 31(6), 384–393. <https://doi.org/10.1046/J.1365-2591.1998.00184.X>

Saritha, V., Raghu, H., Kumar, T. H., Totad, S., Kamatagi, L., & Saraf, P. A. (2021). The accuracy of two electronic apex locators on effect of preflaring and file size: An in vitro study. *Journal of Conservative Dentistry : JCD*, *24*(1), 46.

https://doi.org/10.4103/JCD.JCD_4_19

Shirazi, Z., Al-Jadaa, A., & Saleh, A. R. (2023). *The Open Dentistry Journal Electronic Apex Locators and their Implications in Contemporary Clinical Practice: A Review*. *17*, 187421062212270. <https://doi.org/10.2174/18742106-v16-e221227-2022-67>

Soares, R. M. V., Silva, E. J. N. L., Herrera, D. R., Krebs, R. L., & Coutinho-Filho, T. S. (2013). Evaluation of the Joypex 5 and Root ZX II: An in vivo and ex vivo study. *International Endodontic Journal*, *46*(10), 904–909.

<https://doi.org/10.1111/IEJ.12078;JOURNAL:JOURNAL:13652591;WGROU:STRIN G:PUBLICATION>

Stabholz, A., Rotstein, I., & Torabinejad, M. (1995). Effect of preflaring on tactile detection of the apical constriction. *Journal of Endodontics*, *21*(2), 92–94.

[https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(06\)81103-9](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(06)81103-9)

Sunada, I. (1962). New Method for Measuring the Length of the Root Canal. *Journal of Dental Research*, *41*(2), 375–387.

<https://doi.org/10.1177/00220345620410020801/ASSET/1B5D2905-4C4A-48D3-89FC-E4EFACD8407B/ASSETS/00220345620410020801.FP.PNG>

Tsesis, I., Blazer, T., Ben-Izhack, G., Taschieri, S., Del Fabbro, M., Corbella, S., & Rosen, E. (2015). The precision of electronic apex locators in working length determination: A systematic review and meta-analysis of the literature. *Journal of Endodontics*, *41*(11), 1818–1823. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2015.08.012>

Vasconcelos, B. C. De, Veríssimo Chaves, R. D., Vivacqua-Gomes, N., Candeiro, G. T. D.

M., Bernardes, R. A., Vivan, R. R., & Duarte, M. A. H. (2015). Ex Vivo Evaluation of the Accuracy of Electronic Foramen Locators in Root Canals with an Obstructed Apical Foramen. *Journal of Endodontics*, *41*(9), 1551–1554.

<https://doi.org/10.1016/j.joen.2015.06.009>

Venturi, M., & Breschi, L. (2007). A comparison between two electric apex locators: An era vivo investigation. *International Endodontic Journal*, *40*(5), 362–373.

<https://doi.org/10.1111/J.1365->

2591.2006.01229.X;JOURNAL:JOURNAL:13652591;WGROU:STRING:PUBLICATION
ION

Vieyra, J. P., & Acosta, J. (2011). Comparison of working length determination with radiographs and four electronic apex locators. *International Endodontic Journal*, *44*(6), 510–518. <https://doi.org/10.1111/J.1365->

2591.2011.01855.X;WGROU:STRING:PUBLICATION