



Facultad de Ciencias de la Salud

Posgrado de Endodoncia

Determinación de la lectura precisa de tres localizadores foraminales posterior al
ensanchamiento cervical

Trabajo de Titulación para la obtención del Título de Endodoncista

Postulante:

Michelle Estefanía Martínez Rojas

Tutor:

Dr. Soo Nam Jang

Quito, Diciembre 2024

Resumen

El objetivo de este estudio fue determinar la precisión de lectura de tres localizadores foraminales tras realizar la preparación cervical, a través de mediciones radiográficas pre y post lectura electrónica.

Materiales y Métodos: La muestra consistió de 40 dientes unirradiculares, seleccionados bajo criterios específicos: conductos tipo I de Vertucci, sin dilaceraciones graves ($<25^\circ$), permeabilidad apical, sin caries radicular ni ápices abiertos. El proceso incluye la preparación de los conductos con limas K #15 para eliminar tejido orgánico, con irrigación continua de hipoclorito de sodio al 5.25%. Para estandarizar la muestra, las cúspides se aplanarán a 17 mm. Luego, los tercios coronal y medio serán preparados con limas orifice shapper. Las mediciones de longitud de trabajo se realizarán utilizando un microscopio y un localizador foraminal para determinar la longitud de los conductos radiculares. Se tomarán tres mediciones con diferentes localizadores (Root ZX mini, Propex Pixi y Airpex), y la precisión se evaluará comparando con radiografías periapicales. Las mediciones se considerarán precisas si están a 0 mm del foramen apical. **Resultados:** Los datos recolectados se analizaron mediante el programa SPSS usando análisis de varianza (ANOVA) y pruebas estadísticas no paramétricas. Se comprobó que el localizador foraminal que dio más lecturas precisas es el Root ZX mini (85%). **Conclusión:** El localizador Root ZX mini fue el dispositivo que tuvo la medición más precisa de la longitud de trabajo después del procedimiento de ensanchamiento cervical, no existió una diferencia significativa con los demás dispositivos de lectura electrónica.

Palabras clave: Longitud de trabajo, Localizadores foraminales, Ensanchamiento cervical, Root ZX, Propex Pixi, Airpex.

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.



Michelle Estefanía Martínez Rojas

C.I. 1724162456

Dedicatoria

Dedico este trabajo en primer lugar a Dios, por darme sabiduría para emprender nuevos retos.

A mis padres Freddy y Shyrley, por ser un pilar fundamental en mi vida y siempre respaldar mis decisiones y ayudarme en mis estudios. A mi hermano, por ser mi apoyo incondicional y mi mejor consejero.

A mi familia, tíos y primos, a pesar que exista distancia siempre me alientan con sus mensajes y llamadas.

A mis amigos, en especial a mis mejores amigas Karenfer y Majo, por motivarme a superarme y a enfrentar mis miedos.

A mis amigos y compañeros de la especialidad, por dos años hemos compartido esta experiencia inolvidable, sin ustedes esto no se hubiera conseguido.

Índice de Contenido

Índice de Contenido	5
Índice de Figuras	6
Índice de Tablas	7
Resumen.....	8
Abstract	9
Introducción	10
Metodología	12
Resultados	14
Discusión.....	16
Conclusiones	19
Referencias.....	20

Índice de Figuras

Figura 1. Modelo de experimentación con los tres localizadores foraminales	14
Figura 2. Valores de medidas precisas y erróneas	16
Figura 3. Porcentaje de medidas precisas y erróneas.....	16

Índice de Tablas

Tabla 1. <i>Valores y porcentajes de mediciones con los diferentes dispositivos</i>	15
---	----

Determinación de la lectura precisa de tres localizadores foraminales posterior al ensanchamiento cervical.

Michelle Estefanía Martínez Rojas

Correo electrónico: shellshell_159@hotmail.com

Resumen

El objetivo de este estudio fue determinar la precisión de lectura de tres localizadores foraminales tras realizar la preparación cervical, a través de mediciones radiográficas pre y post lectura electrónica. **Materiales y Métodos:** La muestra consistió de 40 dientes unirradiculares, seleccionados bajo criterios específicos: conductos tipo I de Vertucci, sin dilaceraciones graves ($<25^\circ$), permeabilidad apical, sin caries radicular ni ápices abiertos. El proceso incluye la preparación de los conductos con limas K #15 para eliminar tejido orgánico, con irrigación continua de hipoclorito de sodio al 5.25%. Para estandarizar la muestra, las cúspides se aplanarán a 17 mm. Luego, los tercios coronal y medio serán preparados con limas orifice shapper. Las mediciones de longitud de trabajo se realizarán utilizando un microscopio y un localizador foraminal para determinar la longitud de los conductos radiculares. Se tomarán tres mediciones con diferentes localizadores (Root ZX mini, Propex Pixi y Airpex), y la precisión se evaluará comparando con radiografías periapicales. Las mediciones se considerarán precisas si están a 0 mm del foramen apical. **Resultados:** Los datos recolectados se analizaron mediante el programa SPSS usando análisis de varianza (ANOVA) y pruebas estadísticas no paramétricas. Se comprobó que el localizador foraminal que dio más lecturas precisas es el Root ZX mini (85%). **Conclusión:** El localizador Root ZX mini fue el dispositivo que tuvo la medición más precisa de la longitud de trabajo después del procedimiento de ensanchamiento cervical, no existió una diferencia significativa con los demás dispositivos de lectura electrónica.

Palabras clave: Longitud de trabajo, Localizadores foraminales, Ensanchamiento cervical, Root ZX, Propex Pixi, Airpex.

Abstract

The aim of this study was to determine the reading accuracy of three foraminal locators after cervical preparation by means of radiographic measurements pre- and post-electronic reading.

Materials and Methods: The sample consisted of 40 uniradicular teeth, selected under specific criteria: Vertucci type I canals, no severe dilacerations ($<25^\circ$), apical patency, no root caries or open apices. The process included preparation of the canals with K #15 files to remove organic tissue, with continuous irrigation with 5.25% sodium hypochlorite. To standardize the specimen, the cusps will be flattened to 17 mm. Then, the coronal and middle thirds will be prepared with orifice shaper files. Working length measurements will be taken using a microscope and a foraminal locator to determine the length of the root canals. Three measurements will be taken with different locators (Root ZX mini, Propex Pixi and Airpex), and accuracy will be evaluated by comparing with periapical radiographs. Measurements will be considered accurate if they are 0 mm from the apical foramen. **Results:** The data collected were analyzed by SPSS software using analysis of variance (ANOVA) and nonparametric statistical tests. It was found that the foraminal locator that gave the most accurate readings was the Root ZX mini (85%). **Conclusion:** The Root ZX mini was the device that had the most accurate working length measurement after the cervical widening procedure, there was no significant difference with the other electronic reading devices.

Keywords: Working length, Foraminal locators, preflaring, Root ZX, Propex Pixi, Airpex.

Introducción

Uno de los principales problemas en el tratamiento endodóntico es identificar y mantener la longitud biológica del sistema de conductos radiculares, lo que induce a una condición de cicatrización óptima con un contacto mínimo entre el material de obturación y el tejido apical cuando el tratamiento del conducto radicular termina en la constricción apical. (Tsesis et al., 2015). De esta manera, la persistencia a respuestas inflamatorias, la destrucción de tejidos y las reacciones a cuerpos extraños se mantienen en el nivel más bajo posible (Ravanshad et al., 2010).

La constricción apical de la raíz usualmente no coincide con el ápice anatómico. Puede estar desviado Vestíbulo-lingual/palatino o Mesio-distal con relación a la raíz. Si la salida se desvía vestibulo-lingual/palatino, es muy complicado localizar correctamente la posición del foramen apical utilizando solo radiografías, incluso con ángulos multidireccionales. Con frecuencia es necesario introducir una lima en el conducto para forzarlo a través del agujero apical y así verificar la salida. (Kim & Lee, 2004)

La longitud de trabajo (LT) de un conducto se define como “la distancia desde un punto de referencia coronal al punto donde la preparación del conducto y obturación deberían terminar” (Glosario de Términos Endodónticos - Asociación Estadounidense de Endodoncistas, 2020)

La longitud de trabajo se ha medido con éxito con dispositivos electrónicos utilizando el foramen apical como punto de referencia, la distancia desde el punto de referencia cervical hasta

el periodonto apical; el foramen apical no siempre es accesible, lo que dificulta la determinación de la longitud de trabajo correcta. (Vasconcelos et al., 2015).

Desde el estudio de Kobayashi y Suda, que representó la introducción del mecanismo de funcionamiento de los localizadores foraminales basados en el principio de impedancia dependiente de la frecuencia, se ha confiado a los localizadores el papel fundamental en la determinación de la longitud del conducto radicular. Sin embargo, aun usando el mismo principio, los localizadores actualmente disponibles operan mecanismos que difieren de los propuestos originalmente (Oliveira et al., 2017). Las investigaciones han indicado que la precisión de los localizadores de foramen puede estar influenciados por situaciones clínicas como obstrucción foraminal, penetración del límite apical, adaptación del instrumento al conducto radicular, y pre ensanchamiento coronal (Ibarrola et al., 1999). La última condición podría facilitar la inserción de limas en la porción coronal, lo que conduce a una mejor adaptación del instrumento en el tercio apical (Brito-Júnior et al., 2012).

Se han demostrado ciertos factores en los que el uso del localizador foraminal no es tan preciso, así como no es factible su utilización con una obstrucción del conducto radicular o presencia de restauraciones metálicas.(Fouad & Reid, 2000)

Por otra parte, la acumulación de restos de dentina también puede afectar la precisión en la determinación de la longitud de trabajo los localizadores foraminales. (Gordon & Chandler, 2004)

Aunque se han reevaluado los protocolos de ensanchamiento cervical, algunos autores han sugerido que tales procedimientos podrían debilitar los dientes, dejándolos más susceptibles a las fracturas radiculares, lo que sugiere que la preparación cervical debe realizarse con cautela

o incluso evitarse (Krishan et al., 2014). La preparación cervical influye siempre en la lectura del localizador apical, pero que la preparación conservadora fue la que proporcionó lecturas correctas.

No existe información en la literatura con respecto a la precisión de Localizadores foraminales en tales situaciones, este estudio pretende determinar la precisión de lectura de tres localizadores foraminales tras realizar la preparación cervical, a través de mediciones con Radiografías periapicales pre y post lectura electrónica.

Metodología

Se plantea un estudio de tipo comparativo experimental in vitro, que contará con una muestra basada en la metodología del artículo base (de Camargo et al., 2009).

Se tomarán en cuenta 40 dientes unirradiculares, los criterios de inclusión son: conductos Vertucci tipo I, sin dilaceraciones pronunciadas ($< 25^\circ$), con permeabilidad apical, sin caries radicular y sin ápices abiertos.

Se emplearán radiografías periapicales digitales y observaciones clínicas. Los dientes que no cumplieran con estos requerimientos o que presentaran algún signo de resorción radicular serán reemplazados.

Los dientes serán almacenados en solución salina hasta su uso.

En cada diente se realizará el acceso cameral con fresas diamantadas #1013 (JOTA AG, Rüthi, Switzerland) y Fresa Endo zeta (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) bajo rotación de alta velocidad e irrigación abundante. Para estandarizar la muestra se aplanarán las

puntas de las cúspides con una fresa de diamante #2134 (JOTA AG, Rüthi, Switzerland) a la medida de 17mm.

Se utilizarán limas K #15 (FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, Switzerland) para eliminar restos de tejido orgánico con irrigación continua de Hipoclorito de sodio al 5.25%. Cada lima se usará para instrumentar 4 conductos y serán desechadas.

Una lima K #15 ingresará al conducto de cada diente y con la ayuda de un microscopio operatorio endodóntico (Alliance microscopia, Sao Paulo, Brasil) a 10X se observará la punta de la lima en el foramen apical, se estabilizará el tope de silicona de la lima y se medirá la distancia desde la punta hasta el tope de goma (Longitud de trabajo).

Posteriormente, los tercios coronal y medio se prepararán con limas orifice shapper (MK life, Porto Alegre, Brasil) (017.08) de 19 mm utilizando el Endo motor E-xtreme (Eighteeth, Jiangsu, China) a 350 RPM y 2 N empleando cinemática de rotación continua (**EC = ensanchamiento coronal**). Al final de los procedimientos de ampliación coronal, la longitud de los conductos radiculares se tomará de forma electrónica como se describe a continuación.

Las mediciones electrónicas con el localizador foraminal serán realizadas por un operador ciego experimentado utilizando un molde que se rellenará con alginato recién manipulado; los tercios apical y medio de los dientes serán insertados en dicho recipiente, se insertará un clip labial en el mismo recipiente, y las mediciones se realizarán mientras el alginato aún esté fresco (<30 min). Antes de la medición electrónica, se irrigarán los conductos radiculares con hipoclorito de sodio al 5.25% cuyo exceso se eliminará mediante conos de papel. Las mediciones se realizarán insertando limas manuales K#15 (FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, Switzerland) hasta que los dispositivos indiquen el foramen apical (APEX o 0,0 mm).

Este procedimiento se repetirá tres veces alternando el orden de empleo de los localizadores de foramen; los conductos radiculares serán medidos electrónicamente por los tres Localizadores foraminales: Root ZX mini (J Morita Corp, Tokyo, Japan), Propex Pixi (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) y Airpex (Eighteeth, Jiangsu, China).

Se medirá la precisión de los localizadores de la siguiente manera: Preciso (si la medición es a 0 mm del foramen apical), y Erróneo (si la medición es mayor o menor de la medición precisa). Esto se corroboró con una radiografía periapical en el momento de la medición con los localizadores foraminales.

Los datos obtenidos serán recolectados en tablas específicamente diseñadas para ello y posteriormente analizados los datos mediante el programa estadístico SPSS a través de testes de ANOVA y pruebas estadísticas no paramétricas de Chi cuadrado.

Figura 1.

Modelo de experimentación con los tres localizadores foraminales



Resultados

Las mediciones electrónicas con los tres localizadores foraminales se realizaron después del preflaring de los conductos radiculares con un total de 40 promedios para cada localizador.

Los porcentajes y valores correspondientes de mediciones electrónicas del canal precisas y erróneas se muestran en la Tabla 1. Se encontraron 36 lecturas electrónicas precisas en el Root ZX mini con un porcentaje del 85%. Por otra parte, se verificaron veintiocho lecturas electrónicas precisas para el dispositivo Propex Pixi, correspondiente a un 70%. Para el equipo Airpex, se encontraron veintisiete lecturas precisas, con un 67.5% de precisión.

La media de la distancia de las mediciones erróneas fue 0.5 mm inferior o superior a la longitud de trabajo para Root ZX mini, Propex Pixi y Airpex respectivamente. Las mediciones erróneas se colocaron antes y después del foramen apical.

De la prueba Chi cuadrado, el valor del nivel de significación ($p=0,154$) es superior a 0,05, no se tienen diferencias significativas entre los porcentajes de la precisión entre los diferentes localizadores, sin embargo, el dispositivo Root ZX mini tiene una mayor cantidad de muestras con medidas precisas (85%).

Tabla 1.

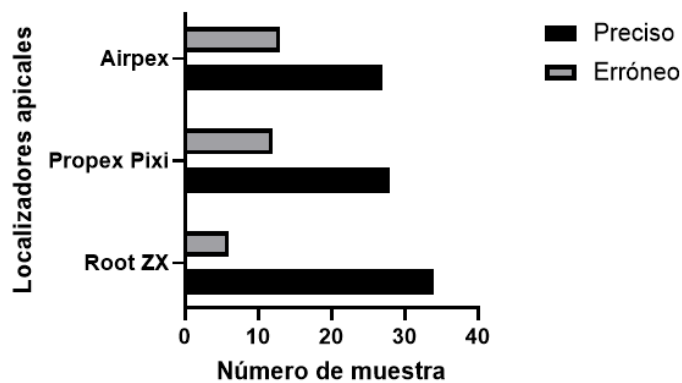
Valores y porcentajes de mediciones con los diferentes dispositivos.

PRECISION	LOCALIZADORES APICALES						Total	
	ROOT ZX MINI		PROPEX PIXI		AIRPEX			
PRECISO	34	85,0%	28	70,0%	27	67,5%	89	74,2%
ERRONEO	6	15,0%	12	30,0%	13	32,5%	31	25,8%
Total	40	100%	40	100%	40	100%	120	100%

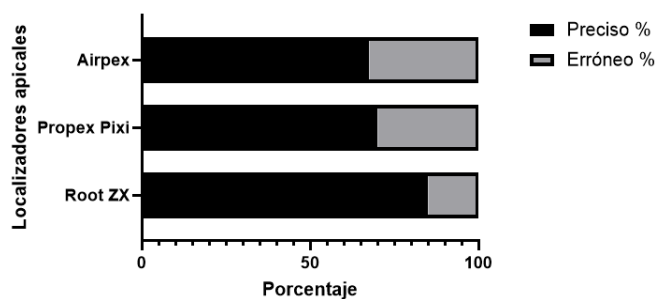
Fuente: Elaboración propia

Figura 2.

Valores de medidas precisas y erróneas.

**Figura 3.**

Porcentajes de medidas precisas y erróneas.



Discusión

La precisión de la determinación de la longitud de trabajo es una parte importante para el tratamiento de conductos. Cuando realizamos la obturación del conducto radicular basándonos en una radiografía previa corremos el riesgo de no tener un buen pronóstico en nuestro tratamiento. Estudios histológicos muestran que, si nos sobre extendemos a los tejidos

periapicales con los materiales de obturación, puede resultar una condición inflamatoria persistente (ElAyouti et al., 2002).

En este estudio se comprobó que los tres localizadores foraminales presentan una lectura precisa, sin una diferencia significativa (<0.05), sin embargo, el dispositivo que más lecturas correctas mostró fue el Root ZX mini.

Como se aprecia en otros estudios que ocupan esta metodología, el alginato se utiliza para evaluar la precisión de los localizadores apicales. (Plotino et al., 2006). Según el estudio de Baldi (2007), fueron favorables los resultados obtenidos con el uso de alginato; se demuestra que este medio no sólo presenta excelentes propiedades electro conductoras, además de que, al permanecer alrededor de la raíz, simula perfecto el ligamento periodontal por su consistencia coloidal. (Baldi et al., 2007)

El manejo y la preparación adecuadas del alginato, a más de ser un biomaterial asequible, lo convierten en el material idóneo para su uso en pruebas in vitro con localizadores apicales. Asimismo, los conductos fueron cuidadosamente pre ensanchados con fresas Gates Glidden antes de usar los dispositivos, para aumentar su precisión.(da Silva & Alves, 2014)

ElAyouti y Lost (ElAyouti et al., 2002) desarrollaron una unidad de montaje y medición para ayudar a localizar las puntas de las limas. Se descubrió que esta unidad de medida era superior al método convencional en cuanto a repetibilidad y produjo menos errores en las mediciones. (Ding et al., 2010)

En el estudio de (ElAyouti et al., 2022), se demostró que la decoronación por conveniencia de las muestras mediante la sección de las coronas dentales no es lo más recomendable para realizar la fase experimental, lo que indica se indica es mantener las

condiciones de prueba lo más cercanas posible al escenario clínico. Contrario a lo que se realizó en este estudio y en el 65% de artículos revisados. (Tracchegiani et al., 2023)

Se puede determinar que hay una marcada influencia del pre ensanchamiento cervical ya que ayuda en la limpieza del conducto y mejora el sentido táctil en la constricción apical. También reducirá la posibilidad de provocar trasportaciones, lo que provocará una sobre obturación del material de relleno, lo que a su vez provocará dolor e incomodidad postratamiento y aumentará el fracaso del tratamiento.

El ensanchamiento del tercio cervical previo a la preparación del conducto radicular evidencia que la penetración de la lima estaría más cerca de la verdadera longitud de trabajo(Fallahdoost et al., 2008).

Comparando el presente estudio con el de Bilaiva (2020) que comparó el dispositivo Root ZX Propex y Raypex, los tres localizadores apicales mostraron mediciones clínicamente aceptables. El que mejores resultados obtuvo fue el localizador Root ZX al igual que en el presente estudio. (Bilaiya et al., 2020).

Por el contrario, En el estudio de Da Silva (2014) donde se compara el localizador Root ZX II, Root ZX Mini and RomiApex A-15, se muestra que el localizador Root ZX mini presenta un nivel de exactitud del 56.2% en comparación con el 85% que presentó la presente investigación. Sin embargo, esto puede darse por una diferencia en el modelo de investigación. (da Silva & Alves, 2014)

Con respecto al localizador Airpex, no se logró encontrar literatura acerca de este dispositivo, ya que su desarrollo es muy reciente y no existen estudios previos para poder compararlo con este estudio.

Se sugiere realizar dar continuidad a este estudio comparando una variedad más amplia de localizadores foraminales o se puede investigar técnicas alternativas para mejorar la precisión en la lectura de los dispositivos.

En estudios posteriores se podría ampliar la muestra y replicar la metodología para así comprobar o discrepar con los resultados obtenidos en este trabajo.

Se debe tomar en cuenta que el método electrónico con los localizadores foraminales es más preciso para determinar la longitud de trabajo del conducto radicular que realizarlo con el método radiográfico. Como se observa en este estudio todos los localizadores apicales mostraron una fiabilidad en la lectura de la longitud de trabajo, por lo que se les puede utilizar siempre después del pre ensanchamiento cervical (Sharma Col & Arora Maj Gen V., 2010).

Conclusiones

El localizador Root ZX mini fue el dispositivo que tuvo la medición más precisa de la longitud de trabajo después del procedimiento de ensanchamiento cervical en comparación con los otros localizadores foraminales. Sin embargo, los otros dispositivos mostraron una determinación aceptable, ya que no existió una diferencia significativa.

Se concluye que los localizadores apicales nos ayudan a tener una mejor determinación de la longitud de trabajo, siempre y cuando se cumplan con las condiciones óptimas y se utilicen como nos indica el fabricante.

Referencias

- 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>
- 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>
- Brito-Júnior, M., Camilo, C. C., Moreira-Júnior, G., Pecora, J. D., & Sousa-Neto, M. D. (2012). Effect of pre-flaring and file size on the accuracy of two electronic apex locators. *Journal of Applied Oral Science*, *20*(5), 538.
<https://doi.org/10.1590/S1678-77572012000500008>
- 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>
- de Camargo, É. J., Zapata, R. O., Medeiros, P. L., Bramante, C. M., Bernardineli, N., Garcia, R. B., de Moraes, I. G., & Duarte, M. A. H. (2009). Influence of Preflaring on the Accuracy of Length Determination With Four Electronic Apex Locators.

Journal of Endodontics, 35(9), 1300–1302.

<https://doi.org/10.1016/j.joen.2009.05.030>

Ding, J., Gutmann, J. L., Fan, B., Lu, Y., & Chen, H. (2010). Investigation of apex locators and related morphological factors. *Journal of Endodontics*, 36(8), 1399–1403.

<https://doi.org/10.1016/j.joen.2010.04.006>

ElAyouti, A., Connert, T., Dummer, P., & Löst, C. (2022). A critical analysis of research methods and experimental models to study working length determination and the performance of apex locators – A narrative review with recommendations for the future. *International Endodontic Journal*, 55(S2), 281–294.

<https://doi.org/10.1111/IEJ.13738>

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>

Fouad, A. F., & Reid, L. C. (2000). Effect of using electronic apex locators on selected endodontic treatment parameters. *Journal of Endodontics*, 26(6), 364–367.

<https://doi.org/10.1097/00004770-200006000-00013>

Glosario de términos endodóncicos - Asociación Estadounidense de Endodoncistas. (2020).

<https://www.aae.org/specialty/clinical-resources/glossary-endodontic-terms/>

Gordon, M. P. J., & Chandler, N. P. (2004). Electronic apex locators. *International Endodontic Journal*, 37(7), 425–437. <https://doi.org/10.1111/J.1365-2591.2004.00835.X>

Ibarrola, J. L., Chapman, B. L., Howard, J. H., Knowles, K. I., & Ludlow, M. O. (1999). Effect of preflaring on Root ZX apex locators. *Journal of Endodontics*, 25(9). [https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(99\)80323-9](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(99)80323-9)

Kim, E., & Lee, S. J. (2004). Electronic apex locator. *Dental Clinics of North America*, 48(1), 35–54. <https://doi.org/10.1016/J.CDEN.2003.10.005>

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>

Oliveira, T. N., Vivacqua-Gomes, N., Bernardes, R. A., Vivan, R. R., Duarte, M. A. H., & Vasconcelos, B. C. (2017). Determination of the Accuracy of 5 Electronic Apex Locators in the Function of Different Employment Protocols. *Journal of Endodontics*, 43(10), 1663–1667. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2017.03.039>

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>

Ravanshad, S., Adl, A., & Anvar, J. (2010). Effect of working length measurement by electronic apex locator or radiography on the adequacy of final working length: A randomized clinical trial. *Journal of Endodontics*, 36(11), 1753–1756.

<https://doi.org/10.1016/j.joen.2010.08.017>

Sharma Col, C. M. C., & Arora Maj Gen V., M. G. V. (2010). Determination of Working Length of Root Canal. *Medical Journal, Armed Forces India*, 66(3), 231.

[https://doi.org/10.1016/S0377-1237\(10\)80044-9](https://doi.org/10.1016/S0377-1237(10)80044-9)

Tracchegiani, L., Manea, S., Lungu, C. V., Scarlatescu, S. A., Perlea, P., & Pangica, A. M. (2023). Comparative “ex vivo” study on working length determination using six apex locators. *Romanian Journal of Stomatology*, 69(1).

<https://doi.org/10.37897/RJS.2023.1.1>

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>