



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA
FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA

COMPARACIÓN *IN VIVO* DE LA DETERMINACIÓN DE LA LONGITUD DE TRABAJO DE LOS LOCALIZADORES APICALES ELECTRÓNICOS *ROOT ZX, PROPEX PIXI* Y LA RADIOGRAFÍA DIGITAL EN PACIENTES ATENDIDOS POR ALUMNOS DEL CUARTO AÑO DE LA FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA CAYETANO HEREDIA

AN IN VIVO COMPARISON OF WORKING LENGTH DETERMINATION USING ELECTRONIC APEX LOCATORS *ROOT ZX, PROPEX PIXI* AND DIGITAL RADIOGRAPHY ON PATIENTS TREATED BY FOURTH YEAR STUDENTS FROM THE SCHOOL OF DENTISTRY OF CAYETANO HEREDIA PERUVIAN UNIVERSITY

Trabajo de investigación para obtener el Título Profesional de Cirujano Dentista

Alumnas:

Jannett Jasmin Mellado Saucedo

Anita Wong Gan

Lima - Perú

2019

JURADO EXAMINADOR

Coordinador: Dr. Ávalos Diandera César Augusto

Calificador: Dr. Lugo Palmadera Juan Carlos

Calificador: Dr. Córdova Malca Manuel Fernando

FECHA DE SUSTENTACIÓN: Martes 26 de noviembre

CALIFICATIVO: APROBADO

Asesora:

Mg. Esp. Zulema Velásquez Huamán

Departamento Académico de Clínica Estomatológica.

Dedicatoria

A Dios y a nuestros padres que con amor, esfuerzo y dedicación nos supieron guiar hasta donde estamos hoy en día.

Agradecimientos

A nuestra asesora que con paciencia nos encamino en el curso de esta investigación.

A la empresa Coltene por su apoyo con el equipo otorgado.

TABLA DE CONTENIDOS

	Pág.
Introducción	1
Objetivos	4
Materiales y métodos	5
Resultados	10
Discusión	11
Conclusiones	15
Referencias bibliográficas	16
Anexos	

RESUMEN

Antecedentes: Determinar la longitud de trabajo (LT) es importante para el éxito de un tratamiento endodóntico, lo cual puede lograrse mediante el uso de varias técnicas, entre ellas la radiografía digital y la localización apical electrónica (LAE). Existen estudios previos que demuestran una exactitud para la determinación de la longitud de trabajo de 97% para *RootZx* y de 63%-88% para el localizador *Propex Pixi*.

Objetivo: Evaluar in vivo la determinación de la longitud de trabajo comparando dos localizadores electrónicos *Propex Pixi*, *RootZx* y la técnica radiográfica digital en pacientes atendidos por los alumnos pertenecientes al cuarto año de la carrera de Estomatología de la Universidad Peruana Cayetano Heredia.

Materiales y métodos: Un total de 89 conductos radiculares participaron en esta investigación. Se realizó la localización apical electrónica de forma aleatoria y ambos localizadores apicales electrónicos se usaron acorde a las instrucciones del fabricante. Se establece la longitud de trabajo teniendo como referencia a 1mm del ápice. Finalmente, los resultados fueron comparados usando la prueba de Mann-Whitney. El grado de significancia fue de $p < 0.05$.

Resultados: Se observa un grado de coincidencia aceptable entre *Propex Pixi* y la radiografía digital comparados con *RootZx* de 70.79% y 25.84% respectivamente. No hubo diferencia significativa entre *RootZx-Propex Pixi* y *RootZx- radiografía digital*.

Conclusiones: No se encontraron diferencias significativas entre los localizadores *RootZx*, *Propex Pixi* y la radiografía digital, pero si se observó que el grado de coincidencia obtenido por el *Propex Pixi* es similar al *RootZx*.

Palabras claves: Localizador apical electrónico (LAE), longitud de trabajo (LT).

ABSTRACT

Precedents: Determining the working length (WL) is important for the success of an endodontic treatment, which can be achieved by using techniques such as digital radiography and the use of electronic apex locators. There are previous studies that determine a working length accuracy of 97% for *RootZx* and 63%-88% for *Propex Pixi*.

Objective: To evaluate in vivo, the determination of the working length by comparing two electronic apex locators which are *Propex Pixi*, *RootZx* and the digital radiographic technique in patients treated by fourth year students from the School of Dentistry of Universidad Cayetano Heredia.

Materials and methods: This study was performed on 89 root canals. Both electronic apex locators were used according to the manufacturer's instructions and in random order. The target reference was set to 1mm short from the apex. Finally, the results were compared using the Mann-Whitney test. The degree of significance was $p < 0.05$.

Results: The measurements between *Propex Pixi* and digital radiography individually compared to *RootZx* coincided in 70.79% and 25.84% respectively. There was no significant difference between *RootZx- Propex Pixi* and *RootZx*-digital radiography.

Conclusions: No significant differences in the results were found between the *RootZx*, *Propex Pixi* and digital radiography apex locators, but it was observed that the degree of coincidence obtained by *Propex Pixi* is similar to *RootZx*.

Keywords: Electronic apical locator (EAL), working length (WL).

I. INTRODUCCIÓN

La longitud de trabajo (LT) es definida como la distancia entre un punto referencial en la corona hasta otro punto donde la preparación y obturación deben terminar. La constricción apical, también conocida como foramen menor, es la zona anatómica más estrecha donde se encuentra la transición entre la pulpa y el periodonto y es aceptada como el límite apical para la instrumentación y obturación de los conductos radiculares (1,2); sin embargo, no siempre coincide con el ápice anatómico (3). Determinar la LT es importante para el éxito de un tratamiento endodóntico, lo cual puede lograrse mediante el uso de varias técnicas entre ellas la radiografía digital y la localización apical electrónica (LAE). Actualmente, este último es considerado un método fiable para determinar la LT (4).

Si bien la radiografía convencional es la técnica más usada, tiene como desventajas; la ausencia de una representación tridimensional, posibilidad de distorsión y superposición de imágenes que podrían dificultar el éxito del tratamiento (5,6) y además expone al paciente a un porcentaje mayor de radiación (6,7).

En la radiografía convencional, la LT es comúnmente medida a 0.5-1mm del ápice radiográfico porque representa el rango donde de la constricción apical está localizada (12).

Sin embargo, piezas dentarias con lesión apical o reabsorción apical dificultan la determinación de la LT. El uso de la LAE reduce significativamente el uso de radiografías (8).

La localización apical electrónica inicia en el año 1942 por Suzuki, quien registró valores consistentes de resistencia eléctrica entre el ligamento periodontal y la mucosa, sin embargo, fue Sunada en 1962 quien descubrió que este valor era de 6.5 kHz. en cualquier parte del periodonto, a lo largo de los años ha habido diferentes generaciones de localizadores apicales electrónicos, en 1991 se introdujo el *RootZx*, de tercera generación, desarrollado bajo el método del ratio introducido por Kobayashi. Este método se basa en el principio de dos corrientes eléctricas con diferentes frecuencias de onda, las que podían ser medidas y comparadas como una proporción sin tener en cuenta el tipo de electrolito presente en el conducto radicular. En la cuarta generación de LAE encontramos al *Propex Pixi*; basado en el principio de valor relativo, el cual emplea una corriente eléctrica de dos frecuencias separadas utilizando una a la vez de manera alternante incrementando la exactitud de la medición (2). *RootZx*, utiliza las raíces cuadradas medias de las impedancias medidas a frecuencias de 0.4 y 8.0 kHz. (3,8), trabaja en presencia de electrolitos y no requiere calibración (3), mientras que *Propex Pixi* funciona calculando la proporción de impedancias medidas simultáneamente a frecuencias de 0.5 y 8.0 kHz. (9).

La precisión de la LAE para detectar el foramen menor es debido al valor de resistencia eléctrica presente en los tejidos blandos que es menor a la del conducto radicular, por ello cuando la lima se acerca al foramen menor se detecta este cambio abrupto (10); sin embargo, el uso de la LAE es complementaria y es recomendable verificar con radiografías (12).

Existen estudios in vivo donde se han demostrado la precisión de los LAE en determinar la LT. *Swapna y col.* demuestran 96.6% con el *RootZx* (12), mientras que *Saraf y col.* un 97.8% y además sugieren que la LAE ofrece mejor exactitud al determinar la LT que el uso de las radiografías convencionales (13). Por otro lado, con el *Propex Pixi*, *Betancourt y col.* demuestra una exactitud de 76% (14).

En la actualidad, hay pocos estudios clínicos en la literatura donde se evalúa la precisión en la determinación de la longitud de trabajo con el localizador apical electrónico *Propex Pixi*, a partir de esto, surge la necesidad de comparar la eficacia de nuevos aparatos de LAE con otros que han demostrado mayor precisión.

Por ello, este estudio tiene como propósito comparar los localizadores *RootZx* y *Propex Pixi*, de tercera y cuarta generación respectivamente, y la técnica radiográfica digital al determinar la longitud de trabajo.

II. OBJETIVOS

Objetivo general

Comparar in vivo la determinación de la longitud de trabajo de los localizadores electrónicos *Propex Pixi*, *RootZx* y la técnica radiográfica digital en pacientes atendidos por los alumnos pertenecientes al cuarto año de la carrera de Estomatología de la Universidad Peruana Cayetano Heredia.

Objetivos específicos

- Determinar en milímetros la longitud de trabajo después de utilizar el localizador electrónico *Propex Pixi*.
- Determinar en milímetros la longitud de trabajo después de utilizar el localizador electrónico *RootZx*
- Determinar en milímetros la longitud de trabajo después de utilizar la técnica radiográfica digital.
- Comparar el grado de coincidencia en la localización de trabajo después de utilizar el localizador apical electrónico *Propex Pixi*, *RootZx* y técnica radiográfica digital.

III. MATERIALES Y METODOS

El siguiente estudio fue de tipo transversal, observacional y comparativo. La población estuvo constituida por los pacientes indicados para tratamiento endodóntico atendidos por los alumnos de cuarto año, supervisados por los docentes especialistas del área de endodoncia, en la escuela de Pregrado de la Clínica Estomatológica Cayetano Heredia durante el periodo setiembre – diciembre 2018.

La muestra estuvo constituida por los conductos radiculares de las piezas dentarias indicadas para tratamiento de endodoncia que cumplieran los siguientes criterios de inclusión y exclusión: Dentro de los criterios de inclusión tenemos; piezas dentarias unirradiculares, multirradiculares y que tengan ápices cerrados y en los criterios de exclusión; piezas dentarias con prótesis fijas, piezas dentarias con curvaturas severas, piezas dentarias con conductos calcificados, piezas dentarias con tratamiento de conductos previos, piezas dentarias con fractura radicular, piezas dentarias con perforación de conductos, piezas dentarias con reabsorción interna y externa y piezas dentarias con lesión cariosa radicular. Así mismo pacientes que usan marcapaso y pacientes embarazadas.

Se llevó a cabo un estudio piloto para el cálculo del tamaño muestral utilizándose 33 conductos radiculares, se utilizó la fórmula de comparación de medias para datos pareados con un nivel de significancia $p < 0.05$, un poder estadístico al 80% y una precisión (d) de 1, siendo el resultado del tamaño muestral de 79 conductos radiculares, sin embargo trabajamos con el total de pacientes atendidos por los alumnos del cuarto año que se encontraran dentro del periodo setiembre – diciembre 2018 y dentro de los criterios de inclusión razón por la cual se utilizaron 89 conductos radiculares.

Se construyeron las variables a partir del objetivo general siendo las siguientes:

a) Longitud de trabajo: Es la distancia entre un punto referencial en la corona hasta la constricción apical, se define operacionalmente como; distancia en milímetros tomando como referencia un punto aleatorio en la corona hasta el ápice radiográfico disminuido en 1mm, en el caso de la radiografía digital y usando LAE. Es de tipo cuantitativo y de escala ordinal continua con valores expresados de 13 a 26.

b) Técnicas de medición del conducto radicular: Cuyas dimensiones son; la localización apical electrónica, definida como la medida dada por un aparato electrónico de última generación que funciona en multifrecuencias en la detección de la constricción apical y la radiografía digital Sirona Xios XG Select, imagen en formato digital obtenida por radiovisiografía. Definidos operacionalmente como; localizador apical *RootZx*, localizador apical *Propex*

Pixi y radiografía digital. Es de tipo cualitativa, de escala nominal y con valores de 1=*RootZx*, 2= *Propex Pixi*, 3= radiografía digital.

El estudio se realizó luego de recibir la aprobación de la Unidad Integrada de Gestión de Investigación, Ciencia y Tecnología de las Facultades de Medicina, de Estomatología y de Enfermería y la posterior aprobación del Comité Institucional de Ética de la Universidad Peruana Cayetano Heredia (CIE-UPCH). (Anexo 2)

Se obtuvo de cada paciente el consentimiento informado por escrito antes de empezar el estudio, de acuerdo al formato establecido por el comité de ética. (Anexo 3)

Los alumnos de cuarto año de la Facultad de Estomatología, como protocolo clínico y bajo supervisión del docente de endodoncia, iniciaron el tratamiento endodóntico tomando las radiografías de diagnóstico usando RVG (Sirona Xios XG Select) y el equipo de rayos X (GnatusTimex 70E), usando la técnica de la bisectriz. Se administró anestesia local, lidocaína al 2% con epinefrina 1:80 000. Una vez que la pieza dentaria estuvo aislada con dique de goma, se procedió a eliminar la lesión cariosa y restauraciones previas en caso lo ameritaba. Luego, se realizó la preparación de la cavidad con una fresa diamantada redonda bajo constante refrigeración. Después de haber localizado la entrada de los conductos radiculares, se inició la exploración de los conductos con limas K-file #10 (Dentsply Tulsa Dental, Tulsa, OK, USA). Seguido a esto, fueron irrigados con

NaOCl al 2.5% para así remover el tejido pulpar, se preparó la porción cervical de los conductos radiculares con fresas Gates-Glidden siguiendo la técnica Crown Down, removiendo así parte del tejido e irrigando en el proceso (20). (Anexo 4)

Posteriormente, teniendo los conductos radiculares sin exceso de irrigante, el docente especialista en endodoncia a cargo realizó la localización apical electrónica con una lima K-file que se ajustara mejor. Seguido a esto, se procede a la evaluación radiográfica donde se calculó la longitud de trabajo usando el software SIDEXIS, trazando una línea que va desde el tope de silicona hasta el ápice radiográfico, a este resultado se le restó 1 mm. Cada medida obtenida con los localizadores apicales y radiografía digital fue registrada en la ficha de datos por los investigadores. (Anexo 5) El primer localizador apical electrónico en usarse fue seleccionado de manera aleatoria.

Según el manual de usuario con el aparato *Propex Pixi*, una vez insertada la lima en el conducto radicular se conecta el gancho con el vástago de la misma, al realizarlo suena dos veces y se enciende la primera línea celeste. Se avanza con giros lentos con la lima en sentido horario; al estar de 2.0 a 1.5 mm de distancia de la constricción apical, se iluminan 2 barras celestes en la pantalla y se escucha un pitido intermitente. Siguiendo por el conducto, si la lima se encuentra en la zona apical el pitido será continuo y se encontrará en un rango de 1.0 a 0, en 1.0 se ilumina una barra celeste y en 0.5-0 dos barras anaranjadas. Para efecto del estudio se utilizó el 1.0 como referencia; sin embargo, si la lima ha pasado la constricción apical, habrá pitidos intermitentes rápidos (26).

Por otro lado, con el *RootZx*, se inserta la lima en el conducto radicular hasta escuchar un cambio de sonido y ver en la pantalla 0.5. Se procede a avanzar con giros lentos en sentido horario hasta que la palabra “APEX” empiece a parpadear. Una vez llegado al ápice, se gira la lima lentamente en sentido antihorario retrocediendo la lima hasta que en la pantalla aparezca 1 que es nuestra referencia, esto indica la constricción apical y asimismo se autocalibra (27).

Ambos LAE fueron usados conforme a las instrucciones de fábrica para obtener la LT a 1mm del ápice, las medidas que fueron consideradas como válidas; fueron las que se confirmaron tres veces y se mantuvieron estables por 5 segundos.

Se realizó el análisis de las variables utilizando desviación estándar, media aritmética, mediana y rango de valores. Además, se realizó un análisis de coincidencia tomando como punto de comparación al localizador apical *RootZx*, debido a que en numerosos estudios presentan al *RootZx* con un grado de precisión mayor a 90% (2, 12, 22). Las longitudes de trabajo fueron comparadas usando la prueba de ShapiroWilk para datos no paramétricos para determinar si los grupos *RootZx*, *Propex Pixi* y la técnica radiográfica presentan distribución normal. El grado de significancia fue de $p < 0.05$. Seguido a ello se usó la prueba de Mann-Whitney para determinar qué grupo tiene o no diferencia estadísticamente significativa.

IV. RESULTADOS

En el presente estudio se evaluó un total de 89 conductos radiculares. (Anexo 1)

En la Tabla 1 se observa que las medias y la desviación estándar del *RootZx*, *Propex Pixi* y radiografía digital respectivamente son como sigue: 18.91 mm; 2.31 DS, 18.63 mm; 2.36 DS, 18.70 mm; 2.52 DS.

En la Tabla 2 se observa el grado de coincidencia entre las longitudes de trabajo tomadas con el localizador apical *Propex Pixi* y la radiografía digital comparados con las longitudes del *RootZx*; dando como resultado una coincidencia exacta de 39 conductos radiculares (43.82%) y 12 conductos radiculares (13.48%) respectivamente y una coincidencia aceptable de 63 conductos radiculares (70.79%) y 23 conductos radiculares (25.84%) también respectivamente.

En la Tabla 3 con la prueba de normalidad de Shapiro–Wilk se halló la prob>z de *RootZx*, *Propex Pixi* y radiografía digital y se observó que las longitudes de trabajo obtenidas por *RootZx* y la radiografía digital no tienen una distribución normal a diferencia de *Propex Pixi*.

En la Tabla 4 se usó la prueba de Mann-Whitney, al no presentar distribución normal la radiografía digital y el localizador *RootZx*, obteniendo la ausencia de diferencia significativa entre *RootZx- Propex Pixi*, *RootZx-Radiografía digital*, y *Propex Pixi - Radiografía digital*.

V. DISCUSIÓN

El propósito del presente estudio in vivo fue comparar la determinación de la longitud de trabajo de los localizadores electrónicos *Propex Pixi*, *RootZx* y la técnica radiográfica digital tomando como referencia a 1mm del ápice radiográfico. El establecimiento de la longitud de trabajo es uno de los procedimientos más importantes debido a que una longitud errónea podría ocasionar accidentes o complicaciones endodónticas como la pérdida de la longitud de trabajo, perforación apical, microfracturas apicales, instrumentación u obturación deficiente, sobreinstrumentación y sobreobturación generando la aparición de lesiones apicales, la formación de escalones antes del ápice o impedirían un retratamiento en caso se necesitara en el futuro, todo ello seguido de dolor postoperatorio por el daño ocasionado en el tejido periapical (1,12,21).

Se escogieron las técnicas de radiografía digital y localización apical electrónica, porque la radiografía digital es de frecuente uso en la práctica clínica y los localizadores apicales electrónicos mencionados según numerosos estudios, alcanzan estándares de precisión aceptables. El localizador *RootZx* fue seleccionado como el gold estándar porque se ha mencionado como tal en varios estudios y ha sido probado con un alto grado de precisión que oscila entre 75%, 89.66% y 97.8% como los estudios de *Vieyra y col.*, *Al-Shaher y col.* y *Saraf y col.* respectivamente (2, 13,22).

En este estudio se comparó con el LAE *Propex Pixi*, el cual se usa como parte de la práctica clínica de endodoncia por los alumnos del Cuarto año de la Clínica Dental Docente, *Gehlot y col.* y *Bonilla y col.* demuestran que *Propex Pixi* es un método fiable con una precisión de 63% y 88% respectivamente (15,17).

La muestra circunscribe tanto piezas uniradiculares como multiradiculares, lo cual influye mucho en la exactitud de los localizadores y la radiografía digital, como se demuestra en el estudio de *Vieyra y col.* para piezas anteriores la precisión de *RootZx* es de 89.1%, 75% para premolares y 69% para molares, de la misma manera con la radiografía digital disminuye la precisión en un 32.72% para piezas anteriores, 32.1% en premolares y 14.6% en molares (22).

Al comparar al *RootZx* con el localizador *Propex Pixi* se obtuvo un porcentaje de coincidencia de 70.79%. No se han reportado estudios in vivo o estudios donde se hayan realizado pruebas de coincidencia entre ambos localizadores, aun así los estudios ex vivo de *Nepomuceno y col.* y *Betancourt y col.* soportan este porcentaje con resultados de precisión de *Propex Pixi* similares a *RootZx* de 63% y 76% respectivamente (9,14), así como también los estudios in vitro de *Gehlot y col.* e *Hinojosa* con porcentajes de 83.3%, y 79.99% respectivamente (15, 16).

De la misma forma se comparó al *RootZx* con la radiografía digital teniendo como resultado 25.84%, que si bien refleja una baja coincidencia con respecto a los localizadores apicales, es congruente con el estudio de *Neumann y col.* que encontró un 25% de coincidencia entre el *RootZx* y la técnica radiográfica, este estudio usó la técnica del paralelismo a diferencia del nuestro; que utilizó la técnica de la bisectriz (25), técnica que tiene como limitaciones las distintas angulaciones en el posicionamiento del haz de rayos x, lo que genera distorsiones por acortamiento o elongación, haciendo de esta una técnica muy sensible y subjetiva; asimismo *Carrillo y col.* reportaron un margen de error del 31% utilizando esta técnica, en contraste con la técnica paralela; la cual es reproducible y que además permite estandarizar las imágenes con un margen de error del 4-5% (6,23,28).

En cuanto al nivel de referencia utilizado, diversos estudios como *Al-Shaher y col.*, *Subay y col.* y *Aggarwal y col.* utilizan niveles de a 0.0, a 0.5 mm y a 1mm del ápice radiográfico, debido a que este rango representa la posición de la constricción apical, sin embargo *Sùbay y col.* y *Carvalho y col.* demuestran resultados inestables cuando se utiliza a 1 mm del ápice (3,24), esta causa unida a una serie de factores como; la electroconductividad de las paredes dentinarias, la superposición de estructuras, el contraste de la imagen y la ruptura de la constricción podrían haber influenciado en nuestro resultado (11,12,13).

Lo mencionado podría llevar a lecturas no precisas durante el uso de localizadores y la radiografía digital y aunque no se muestre diferencia significativa entre los localizadores y la técnica radiográfica, es aconsejable el uso conjunto con la radiografía digital, así mismo se deberían realizar futuros estudios a diferentes niveles de referencia, y estudios donde se comparen los resultados de ambos localizadores con las técnicas paralela y de la bisectriz, siguiendo el esquema de estudios in vivo, porque es en la práctica clínica donde la evaluación de los localizadores apicales es importante.

VI. CONCLUSIONES

No se encontraron diferencias significativas entre los localizadores *RootZx*, *Propex Pixi* y la radiografía digital, pero si se observó que el grado de coincidencia obtenido por el *Propex Pixi* es similar al *RootZx*, lo que nos indica que es un método confiable a diferencia de la radiografía digital, la cual no mostró un grado de coincidencia aceptable y a su vez nos permite indicar su uso en la práctica clínica de los alumnos del Cuarto año en la Clínica Dental Docente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Tuncer AK, Gerek M. Effect of Working Length Measurement by Electronic Apex Locator or Digital Radiography on Postoperative Pain: A Randomized Clinical Trial. *J Endod.* 2014 Jan;40(1):38-41.
2. Al-Shaher A, Madi S. An in vivo comparison of five different electronic apex locators. *ENDO (LondEngl)* 2011;5(1):17–25.
3. Sübay RK, Kara O, Sübay MO. Comparison of four electronic root canal length measurement devices. *Acta Odontol Scand.* 2017 Jul;75(5):325-331.
4. Hargreaves KM, Cohen S, Berman LH, Rotstein I. *Cohen's pathways of the pulp.* Elsevier; 2016.
5. Üstün Y, Aslan T, Şekerci AE, Sağsen B. Evaluation of the Reliability of Cone-beam Computed Tomography Scanning and Electronic Apex Locator Measurements in Working Length Determination of Teeth with Large Periapical Lesions. *J Endod.* 2016 Sep;42(9):1334-7.
6. Singh D, Tyagi S, Gupta S, Jain. A Comparative evaluation of adequacy of final working length after using Raypex5 or radiography: An in vivo study. *J Indian Soc Pedod Prev Dent.* 2015 Jul-Sep;33(3):208-12.
7. Çalışkan MK, Kaval ME, Tekin U. Clinical accuracy of two electronic apex locators in teeth with large periapical lesions. *Int Endod J.* 2014 Oct;47(10):920-5.
8. Tampelini FG, Coelho MS, Rios MDA, Fontana CE, Rocha DGP, Pinheiro SL, et al. In vivo assessment of accuracy of Propex II, Root ZX II, and

- radiographic measurements for location of the major foramen. *Restor Dent Endod.* 2017 Aug; 42(3): 200–205.
9. Nepomuceno T, Vivacqua M, Affonso R, Hungaro M, Carvalho B. Determination of the Accuracy of 5 Electronic Apex Locators in the Function of Different Employment Protocols. *J Endod.* 2017 Oct; 43(10):1663-1667.
 10. Aggarwal V, Singla M, Bhasin SS. Influence of instrument size and varying electrical resistance of root canal instruments on accuracy of three electronic root canal length measurement devices. *Int Endod J.* 2017 May; 50(5):506-511.
 11. Soares RM, Silva EJ, Herrera DR, Krebs RL, Coutinho-Filho TS. Evaluation of the Joypex 5 and Root ZX II: an in vivo and ex vivo study. *Int Endod J.* 2013 Oct;46(10):904-9.
 12. Swapna DV, Krishna A, Patil AC, Rashmi K, Pai VS, Ranjini MA. Comparison of third generation versus fourth generation electronic apex locators in detecting apical constriction: An in vivo study. *J ConservDent.* 2015 Jul-Aug; 18(4): 288–291.
 13. Saraf PA, Ratnakar P, Patil TN, Penukonda R, Kamatagi L, Vanaki SS. A comparative clinical evaluation of accuracy of six apex locators with intra oral periapical radiograph in multirouted teeth: An in vivo study. *J Conserv Dent.* 2017 Jul-Aug;20(4):264-268.

14. Betancourt P, Matus D, Muñoz J, Navarro P, Hernández S. Accuracy of four electronic apex locators during root canal length determination. *Int. J. Odontostomat.* 13(3):287-291, 2019.
15. Gehlot P, Manjunath V, Manjunath M. An in vitro evaluation of the accuracy of four electronic apex locators using stainless-steel and nickel-titanium hand files. *Restor Dent Endod.* 2016 Feb; 41(1): 6–11.
16. Hinojosa Castillo AK. Estudio in vitro comparativo sobre la eficacia de los localizadores de ápice root zx mini, apex id y propex pixi; y comparación de las mediciones in vitro versus in vivo de estos localizadores de ápice [Maestria]. Universidad Autónoma de León ; 2019.
17. Bonilla M, Cem T, Schobert B, Hardigan P. Accuracy of a new apex locator in ex-vivo teeth using scanning electron microscopy. *Endod Pract US* 2014:14-20.
18. Carvalho B, Rocha RB, Fernandes FC, Luna SM, Hungaro MA, Oliveira CA. In vivo accuracy of two electronic foramen locators based on diferente operation systems. *Braz Dent J.* 2014 Jan-Feb;25(1):12-6.
19. Koçak S, Koçak MM, Sağlam BC. Efficiency of 2 electronic apex locators on working length determination: A clinical study. *J ConservDent.* 2013;16(3):229–232.
20. Villena H. Endodoncia. Pulpectomía. Manual de Principios Clínicos. 3ra Ed. Lima.

21. Rodríguez C, Oporto G. Determinación de la Longitud de Trabajo en Endodoncia. Implicancias Clínicas de la Anatomía Radicular y del Sistema de Canales Radiculares. *Int. J. Odontostomat.* 2014;8(2).
22. Vieyra JP, Acosta J. Comparison of working length determination with radiographs and four electronic apex locators. *International Endodontic Journal*, 44, 510–518, 2011.
23. Cianconi L, Angotti V, Felici R, Conte G, Mancini M. Accuracy of Three Electronic Apex Locators Compared with Digital Radiography: An Ex Vivo Study. *Journal of Endodontics*, 36(12), 2003–2007, 2010
24. Vasconcelos BC, Bueno M, Luna-Cruz SM, Duarte MA, Fernandes CA. Accuracy of five electronic foramen locators with different operating systems: an ex vivo study. *Journal of Applied Oral Science*, 21(2), 132–137, 2013.
25. Neumann B, Brizuela C, Maldini A. Estudio comparativo, entre radiografía digital y dos Localizadores de ápice electrónico: Root ZX y Propex II, en la medición de longitud del canal radicular. *Rev Soc End. Cl.* 2009; 20:33-41.
26. Dentsply Sirona. Propex Pixi: Manual de Usuario. Rev.11, 2018.
27. J Morita USA. Root ZX: Manual de Usuario. 01, 2019.
28. Carrillo C, Hidalgo J, Morales J. Comparación en la tasa de rechazo de la toma radiográfica sin posicionador por medio de la técnica de la bisectriz vs el uso de posicionadores en la toma radiográfica a través de la técnica de la paralela de los alumnos de odontología de la Universidad del Desarrollo, Concepción 2018. [Licenciado]. Universidad del Desarrollo; 2018.

ANEXO 1

Tabla 1. Resultados de las longitudes de trabajo en (en mm).

Variable	<i>RootZx</i>		<i>Propex Pixi</i>		<i>Radiografía Digital</i>	
	Media	DS	Media	DS	Media	DS
Longitud	18.91	2.31	18.63	2.38	18.70	2.52

Tabla2. Comparación de las medidas de longitud de trabajo entre el localizador apical *Propex Pixi* y el método radiográfico (n = 89) (-) Corto, (+) Fuera. Se observa que *Propex Pixi* tiene 43.82% de coincidencia y 13.48% de coincidencia la radiografía digital comparado con el *RootZx* (70.7/25.84).

COINCIDENCIA	<i>Propex Pixi - RootZx</i>		<i>Radiografía Digital-RootZx</i>	
	N	%	N	%
>(-) 1 mm	5	5.62	25	28.09
(-) 1 mm	14	15.73	16	17.98
(-) 0.5 mm	21	23.60	5	5.62
igual	39	43.82	12	13.48
(+) 0.5 mm	3	3.37	6	6.74
(+) 1 mm	4	4.49	8	8.99
>(+) 1 mm	3	3.37	17	19.10
TOTAL	89	100.00	89	100.00

Tabla 3. Se observó que la radiografía digital y el localizador *RootZx* tiene un valor de prob>z menor a 0.05 lo que indica que la distribución de esa variable no es normal.

Variable	<i>Root ZX</i>		<i>Propex Pixi</i>		<i>Radiografía Digital</i>	
	Obs	Prob>z	Obs	Prob>z	Obs	Prob>z
Longitud	89	0.02	89	0.14	89	0.00

Tabla 4. Prueba de Man-Whitney entre *RootZx-Radiografía digital*, *RootZx- Propex Pixi*, *Propex Pixi -radiografía digital*. No se observa diferencia significativa entre los tres grupos.

Método	<i>RootZx- Propex Pixi</i>	<i>Propex Pixi - Radiografía Digital</i>	<i>RootZx- Radiografía Digital</i>
Z=	0.91	0.23	1.16
Prob> z =	0.36	0.82	0.25

ANEXO 4

TÉCNICA CROWN DOWN

1. Se realiza la preparación de la mitad del conducto con fresas Gates Glidden o limas de mayor calibre para obtener mejor acceso al tercio apical y realizar una abundante irrigación.
2. Establecimiento de una longitud de trabajo provisional con la radiografía de diagnóstico a 3 mm del ápice radiográfico.
3. Con la Gates Glidden que se adapte se ensancha el 1/3 coronario y 1/3 medio del conducto. En conductos curvos se llega al tercio medio (16-18mm) con la N°2 (N°70). La entrada se puede ampliar con una gate glidden N°3 (N°90) ligeramente.
4. Las fresas Gates dan acceso libre a los instrumentos que siguen.
5. Iniciando con una lima N°40, el conducto es ampliado apicalmente de forma progresiva hasta preparar los 3 mm restantes con una lima N° 25.

ANEXO 5

FICHA PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Paciente:

Edad:

Pieza:

Número de conductos:

INSTRUMENTO DE MEDIDA	LT con Radiografía	LAE Root ZX	LAE Propex Pixi
Conducto 1			
Conducto 2			
Conducto 3			