

Exactitud de diferentes métodos para determinar la longitud de trabajo: estudio in vitro

C.D. Mariana Eduviges García Rodríguez*

M.C.D.E.E. Carlos Alberto Luna Lara**

M.C.D.E.E. Rogelio Oliver Parra***

*Egresada el posgrado de Endodoncia, facultad de Odontología, U.A.I.

Autora responsable.

**Coordinador del posgrado de Endodoncia, facultad de Odontología, U.A.I.

***Facultad de Odontología, Centro Universitario Tampico-Madero, U.A.I.

Autor responsable.

- García, R.M.E., Luna, L.C.A., Oliver, P.R. Exactitud de diferentes métodos para determinar la longitud de trabajo: estudio in vitro. Oral Año 11 Núm. 34. 2010. 613-617

Descriptor: longitud de trabajo, diámetro menor, localizador apical electrónico

Keyword: working length, minor diameter, electronic apex locator

resumen

La longitud de trabajo durante el tratamiento endodóntico tiene un papel crucial ya que determina el límite de preparación biomecánica. El objetivo del estudio fue comparar la exactitud de localizadores apicales electrónicos (LAE) Root ZX, Elements Diagnostic Unit and Apex Locator, Radiovisiografía (RVG) y el Método Radiográfico convencional (MR) frente a la longitud al diámetro menor de conductos radiculares de premolares. Se realizó un estudio experimental, in vitro, comparativo, con medición pareada de la longitud obtenida por diferentes métodos de obtención de conductometría comparándola con la longitud al diámetro menor del conducto. Se incluyeron 45 premolares con ápice maduro, sin fracturas o resorción radicular. Los dientes fueron colocados en alginato para obtener la longitud de trabajo por medio de los LAE, mientras con RVG y MR se determinaron cuando la punta del instrumento apareció entre .5 y 1 mm al vértice radiográfico. Se utilizó ANOVA de repetidas medidas no encontrando diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes métodos ($p > .05$). Se identificaron estimaciones exactas o hasta .5 mm cortos al diámetro menor en 35% y 37% con la RVG y el Root ZX II respectivamente. Sin embargo con todos los métodos se encontró del 14 al 22% de sobreestimaciones de .6 a más de 1 mm del diámetro menor. En 28.8% y 26.6% el instrumento fue visible más allá del foramen apical con los métodos radiovisiografía y radiografía convencional respectivamente.

abstract

The root canal length in the root canal treatment has a crucial role since it determines the limit of biomechanic preparation. The purpose of this study was to compare the accuracy of electronic apex locators (EAL) Root ZX, Elements Diagnostic Unit and Apex Locator, Radiovisiography (RVG) and the radiographic technique (RT) comparing the length to the minor diameter of root canal. An experimental study was made, in Vitro, comparative; with paired measurement of the length obtained by different methods from obtaining of root canal length comparing it to the length from the minor diameter of the root canals. Forty five human teeth were included with mature apex, without fractures or root resorption. The teeth were seeded in alginate impression material to obtain the length of work by means of the EAL, while with RVG and RT to the radiographic vertex was determined when the end of the instrument appeared between .5 and 1 mm. ANOVA repeated measures were used not finding statistically significant differences between the different methods ($p > .05$). Exact estimations were identified until .5 short mm to the smaller diameter in 35% and 37% with the RVG and Root ZX II respectively. Nevertheless with all the methods it was found that from the 14 to 22% of over estimations of .6 to more than 1 mm of the minor diameter. In 28.8% y 26.6% the file was visible to apical foramen or more with radiovisiography or conventional radiography respectively.

Introducción

El éxito de la terapia endodóntica abarca diversas fases y depende en gran parte de la correcta determinación de la longitud del conducto radicular. Se han descrito una variedad de métodos para determinar la longitud del diente, lo que permite el límite de instrumentación y obturación del conducto radicular. De entre los diversos métodos, se pueden citar la sensación táctil, radiografías convencionales, digitales y métodos electrónicos.¹ Para Gordon² la conductometría representa un paso determinante en el tratamiento de conductos ya que la inexactitud de la longitud de trabajo podría desencadenar perforación apical, sobre obturación, sub obturación e instrumentaciones deficientes lo cual incrementa el dolor post operatorio y finalmente influirá en el posible fracaso endodóntico. Algunos investigadores han sugerido que la unión cemento-dentina (UCD) se encuentra en promedio a 0.5mm desde el ápice radiográfico.³ Kuttler⁴ reportó en un estudio histológico que la UCD está localizada entre 0.5-0.7 mm de la superficie externa del foramen apical. Mizutani et al, estimaron que esta unión es de aproximadamente 1mm desde el foramen apical y más de 1mm en dientes de

personas adultas.⁵ Sin embargo este punto es muy variable en su localización por lo que los estudios in vitro han determinado el uso del diámetro menor como referencia para la delimitación de la longitud de trabajo.² La obtención de la longitud radiográfica enfrenta obstáculos como la gran variabilidad en la anatomía apical como son la forma, dimensión, localización del foramen y de la constricción apical, definida en 1998 por Wada M, et al.⁶ como el elemento anatómico donde finaliza el tejido pulpar e inicia el tejido periodontal.

Sin embargo, el estándar dorado para la determinación de la conductometría continúa siendo el método radiográfico, el cual establece como longitud de trabajo a aquel instrumento que se encuentre entre .5 y 1mm respecto al vértice radiográfico² esta zona es intangible dado que el foramen apical puede encontrarse en algunos casos localizado lateralmente hasta tres milímetros al ápice anatómico en el 50-98% de los casos⁷. Su principal desventaja radica en que las radiografías solo producen imágenes bidimensionales en sentido mesiodistal de un objeto tridimensional. Existe también la radiografía digital conocida como radiovisiografía, su utilización permite la obtención inmediata de imágenes manejadas en progra-

mas que permiten el uso de herramientas para una mejor interpretación radiográfica, sin embargo, la percepción de detalles y el reconocimiento del significado de estos están en duda, debido a que durante el proceso de generación de la imagen puede ocurrir la pérdida de información y una menor calidad en el diagnóstico resultante, en endodoncia su mayor ventaja es la disminución en el tiempo de trabajo para obtener la conductometría.¹ Estudios recientes como el de ElAyouti et al,⁸ han reportado que el método radiográfico condiciona a una instrumentación más allá del ápice en premolares en un 51% y en molares en 22%, otros estudios reportan un 82% de instrumentos fuera del conducto cuando parecen encontrarse radiográficamente a nivel del foramen apical en dientes extraídos.⁹ Estos resultados se pueden relacionar a lo reportado por Kuttler⁴ y Mjör et al,⁷ entre otros, quienes coinciden en que la salida del foramen apical por el eje longitudinal del conducto generalmente se encuentra desviada.

Desde 1918 la problemática de tratamientos de conductos con calidad cuestionable fue detectada por Custer¹⁰, quién fue el primero en proponer aparatos con principios electrónicos como auxiliares en la toma de longitud de trabajo.^{11,12} En los años siguientes el desarrollo y constante mejora de diversos aparatos y casas comerciales han dejado atrás tres generaciones entre los que podemos destacar el Root ZX (J Morita, Tokio, Japón) en este dispositivo desarrollado en 1991 por Kobayashi et al¹³ introdujeron el método del cociente y la auto calibración. Este localizador de ápice electrónico (LAE) ha sido uno de los más investigados y los resultados arrojan una exactitud del 90% para el Root ZX dentro de 0.5 mm de la unión cemento dentina, aunque existen algunos estudios que muestran una exactitud del 100% cuando la lectura es tomada a 1 mm^{13,14}. Actualmente se encuentran en el mercado localizadores apicales electrónicos de cuarta generación y uno de los más recientes es el Elements Diagnostic Unit and Apex Locator (Sybron Endo, Anaheim, CA, USA) lanzado en el 2003. En un estudio in vitro realizado por Plotino et al¹⁵ encontraron que la exactitud dentro de $\pm .5$ mm fue similar entre Root ZX y el Elements Diagnostic Unit and Apex Locator. La diversidad de métodos existentes para la obtención de la longitud de trabajo continúa generando conocimiento que se relaciona directamente con el pronóstico endodóntico. Por ello el objetivo del estudio fue comparar la exactitud in vitro producida por un LAE de tercera generación (Root ZX II, Morita Inc), cuarta generación (Elements Diagnostic Unit and Apex Locator, Sybron Endo), radiovisiografía (Trophy) y el método radiográfico convencional en la obtención de la longitud de trabajo en dientes premolares.

Materiales y métodos

Se incluyeron 55 conductos de dientes premolares superiores o inferiores extraídos por caries, enfermedad periodontal o razones ortodónticas de la clínica de la Facultad de Odontología de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, los dientes presentaron ápice maduro y conducto patente en toda su extensión, comprobado por el paso de una lima 10 K-Flexofile (Maillefer®), excluyendo premolares con resorción radicular externa/interna o fracturas radiculares visibles. Posterior a la extracción, los dientes se limpiaron con un cepillo profiláctico y agua colocándolos en NaOCl

al 5.25% (Clorox®) durante dos horas removiendo los residuos de tejido remanente, posteriormente se enjuagaron con agua corriente y se almacenaron en agua bi-distilada hasta el momento del experimento. Los dientes se codificaron numéricamente para permitir un control en el registro de datos durante la obtención de la longitud de trabajo con los diferentes métodos. A continuación se desgastaron las superficies oclusales con una fresa de diamante de grano medio (Maní®) para obtener una superficie plana, la que sirvió como punto de referencia fijo para el tope de silicón, enseguida se realizó el acceso de manera convencional. A continuación se procedió a la localización de los conductos y se irrigó su entrada con NaOCl al 2% (Zonite Viarden™). En la primera etapa del estudio los ápices se observaron bajo microscopía estereoscópica a 35X (Swift, Micapsa, México) identificando y registrando la ubicación de las salidas del foramen en un formato recolector de datos (Figura 1).

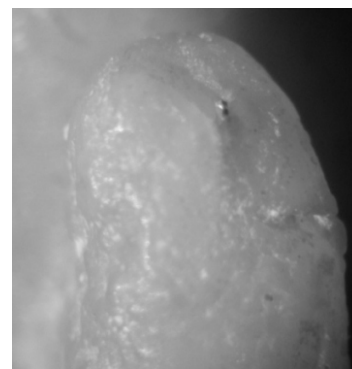


Figura 1. Identificación de la salida del foramen apical bajo microscopía estereoscópica (35X).

Se tomaron radiografías diagnósticas en un aparato de rayos X (Corix electrónico 60 kv–7mA) en una plataforma acrílica diseñada para el control de angulaciones ortorradales y excéntricas durante la obtención de la longitud de trabajo; el cono se colocó a una distancia de cinco centímetros del objetivo en todos los casos. El primer registro de conductometría se hizo con el método radiográfico convencional (MR). Se colocó una lima K-file #10 (Dentsply-Maillefer) a una longitud tentativa, (tomando como referencia la longitud radiográfica del diente) utilizando un tiempo de exposición de 54 segundos (película Kodak). Dos observadores determinaron cuando la lima se encontraba entre .5-1 mm del vértice radiográfico (Kappa .89 concordancia importante), tomando las radiografías necesarias en cada caso para la obtención de la conductometría. Las medidas obtenidas se identificaron empleando un calibrador digital milimétrico (Mitutoyo Mod.700-113). La segunda medición se hizo con el RVG (Trophy Marne la Vallée, France), utilizando la misma plataforma acrílica, para ello se empleo en la barra de herramientas de este programa el efecto relieve, contraste y regla a fin de obtener una imagen nítida. El establecimiento de la longitud de trabajo se hizo de igual manera al método radiográfico convencional con la valoración de dos operadores cuando el instrumento se encontró entre .5 y 1 mm del vértice radicular, registrando el número de imágenes necesarias para determinar la conductometría. La conductometría con localizadores de ápice electrónico se obtuvo

utilizando el modelo propuesto por Tinaz et al¹⁴ para ello se mezcló alginato (Alginoplast) según lo indica el fabricante y se vació en un recipiente plástico rectangular donde se introdujo el diente a medir junto con el gancho metálico del localizador de ápice. Primero se tomó la conductometría con el Root ZX II (J Morita Tokyo, Japón) y después con el Elements Diagnostic Unit and Apex Locator (Sybron Endo) utilizando lima K-file #10 (Dentsply-Maillefer) previamente se irrigó el conducto con NaOCl 2% (Zonite Viarden) secando los excedentes de la cámara pulpar con una torunda de algodón. Cada localizador se llevó a la marca que indica que el instrumento se encuentra fuera del conducto (Apex) retirando lentamente el instrumento hasta que la pantalla del localizador marcó una longitud de .5mm antes del ápice. Las medidas fueron registradas en el formato recolector, estas fueron tomadas con el calibrador milimétrico (Mitutoyo) de la misma manera que los otros métodos. Después de registrar las longitudes de trabajo se insertaron los instrumentos K-file #10 con las medidas correspondientes a cada método y se observaron los ápices bajo microscopía estereoscópica identificando los casos en que el instrumento fue visible a nivel o más allá del foramen. Una vez realizadas las mediciones con los diferentes métodos se fijó la lima al diente con cianocrilato, a 1.5mm corto de la longitud obtenida por un localizador electrónico (tomando la menor medida de cualquier localizador apical). Posteriormente se realizaron desgastes longitudinales en los 3-4mm apicales de la raíz, con una fresa de diamante cilíndrica (Mani), exponiendo la luz del conducto o la lima, en ese momento se detenía el desgaste con fresa y se continuaba con una hoja de bisturí # 15 (Ribbel International, Nueva Delhi, India) bajo microscopía estereoscópica a 35X (Swift, Micapsa, México). En cuanto se visualizó el conducto se colocó tinta china (Pelikan®) con un pincel para delimitar y teñir el conducto facilitando con ello el desgaste. (Figura 2)

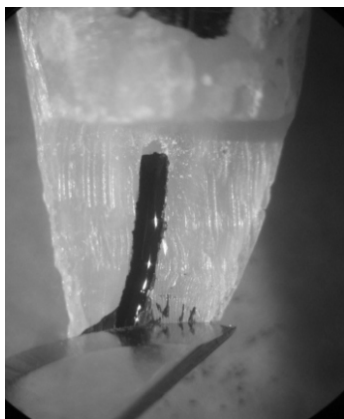


Figura 2. Teñido del conducto radicular con tinta china (35X).

Se continuó trabajando bajo microscopía estereoscópica hasta identificar el diámetro menor y mayor del conducto radicular. Finalizado el desgaste se obtuvieron imágenes de los ápices (35X) en las cuales se incluyó una regla milimétrica que fue auxiliar en la calibración de la herramienta regla al emplear el programa Image Tool versión 3.0 para Windows (Centro de Ciencias de la Salud, San Antonio, Universidad de Texas) y el programa Paint para Windows donde previamente se trazaron el diámetro

menor (DM-) y mayor del conducto (DM+) por el autor del estudio. (Figura 3)

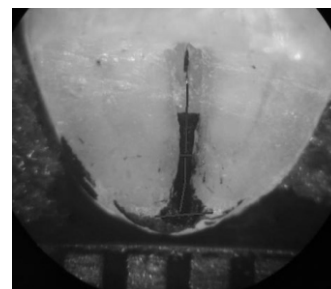


Figura 3. Medición del diámetro menor y mayor en conducto radicular teñido con tinta china (35X).

Se tomo como referencia medio milímetro de la imagen de la regla milimétrica y se procedió a la obtención de las medidas descritas anteriormente con la herramienta regla, midiendo para DM- desde la punta de la lima hasta el diámetro menor, y para DM+ desde la punta de la lima hasta el diámetro mayor, en ambos casos se sumó la longitud conocida del instrumento a los diferentes puntos de referencia (DM+ y DM-) y de esta forma se obtuvieron las diferentes longitudes dentro del conducto registrando los datos en un formato recolector para posteriormente ser analizados. Se obtuvieron medias, desviación estándar e intervalos de confianza para cada media de la longitud registrada con los diferentes métodos empleados, así como frecuencias y porcentajes de las estimaciones producidas por los métodos en estudio. Se utilizó una prueba Anova de repetidas medidas con valor alfa .05 analizando los datos con el programa Statview de Abacus Concepts versión 4.57.

Resultados

La muestra inicial de 55 conductos de premolares mandibulares y maxilares se redujo a 45, debido a desgaste radicular excesivo durante la identificación del diámetro menor. A continuación, en la tabla 1 se pueden observar las medias, desviación estándar, así como los intervalos de confianza del 95% para cada método y del diámetro menor.

Método	Media	Desviación	I.C. 95%
		Estándar	
Radiografía convencional	16.56	2.77	15.72- 17.39
Radiovisiografía	16.50	2.78	15.66- 17.33
Root ZX II	16.68	2.89	15.81- 17.55
Elements Diagnostic Unit and Apex Locator	16.76	2.80	15.92- 17.60
Diámetro menor	16.63	3.02	15.73- 17.54

Tabla 1. Estadística descriptiva en milímetros de la longitud obtenida por diferentes métodos para la obtención de la conductometría.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la exactitud de las estimaciones producidas por los diferentes métodos ($p > .05$). Las estimaciones obtenidas por los diferentes métodos antes del diámetro menor (DM-) se muestran en la tabla 2. Por otra parte, los resultados de la sobreestimación respecto al diámetro menor del conducto se especifican en la tabla 3.

Métodos	0 a -.5mm	-.6 a -1mm	-1.1 a -1.5 mm	Total 0 a -1.5 mm
Radiografía convencional	12 (26.6%)	6 (13%)	5 (11%)	23 (50.6%)
Radiovisiografía	16 (35%)	5 (11%)	5 (11%)	26 (57.7%)
Root ZX II	17 (37%)	3 (6%)	3 (6%)	23 (50.6%)
Elements Diagnostic Unit and Apex Locator	13 (28%)	3 (6%)	3 (6%)	19 (42.2%)

Tabla 2. Frecuencia y porcentaje de estimaciones obtenidas cortas al diámetro menor con cada método ($n=45$).

Métodos	.01 a .5mm	.6 a 1mm	1.1 a 1.5 mm	Total .01 a 1.5 mm
Radiografía convencional	15 (33%)	4 (8%)	3 (6%)	22 (48.8%)
Radiovisiografía	11 (24%)	3 (6%)	5 (11%)	19 (42.2%)
Root ZX II	14 (31%)	4 (8%)	4 (8%)	22 (48.8%)
Elements Diagnostic Unit and Apex Locator	16 (35%)	5 (11%)	5 (11%)	26 (57.7%)

Tabla 3. Frecuencia y porcentaje de estimaciones mayores al diámetro menor. ($n=45$).

En 15 casos (33.3%) el instrumento fue visible en el foramen apical o más allá, los detalles de cada método se detallan en la tabla 4.

Método	Frecuencia	Porcentaje
Radiografía convencional	12	26.6%
Radiovisiografía	13	28.8%
Root ZX II	9	20%
Elements Diagnostic Unit And Apex Locator	9	20%

Tabla 4. Frecuencia y porcentaje de instrumentos visibles más allá del foramen apical.

En cuanto a la ubicación del foramen encontramos que la mayor frecuencia fue hacia distal en un 28.8% a continuación se enlistan los resultados en la tabla 5.

Ubicación	Frecuencia y Porcentaje
Disto Vestibular	(5) 11.2%
Vértice	(9) 20%
Vestibular	(5) 11.2%
Palatino	(4) 8.9%
Mesial	(6) 13.3%
Distal	(13) 28.8%
Mesio Vestibular	(1) 2.2%
Mesio Palatino	(1) 2.2%
Disto Palatino	(1) 2.2%
Total	(45) 100%

Tabla 5. Frecuencia y porcentaje de la ubicación del foramen apical observados en 45 conductos de premolares.

Discusión

La longitud de trabajo tiene un papel crucial durante el tratamiento de conductos y para la salud de los tejidos periapicales. El punto de referencia comúnmente aceptado es el diámetro menor del conducto o constricción apical, ya que la unión cemento dentina es un componente histológico irregular.^{3,4,17}

Las longitudes obtenidas en nuestro estudio para cada método fueron muy similares a la lograda al diámetro menor. Generalmente el Root ZX presenta mayor exactitud^{8,13} sin embargo en nuestro estudio no ocurrió así, esto pudo deberse a que los modelos utilizados en la evaluación de la exactitud de los dispositivos, como los empleados en nuestro estudio involucran el sembrado de dientes en alginato como modelos válidos para el establecimiento de la conductometría.^{14,15} Sin embargo, encontramos que este modelo puede ser inexacto en el caso de los LAE ya que para que el dispositivo electrónico emita una señal al identificar una impedancia diferente al conducto, es necesario que la punta del instrumento contacte el material, en nuestro caso, suponemos que este material no tiene la capacidad de introducirse por el foramen y simular el tejido periodontal que suele estar presente después del diámetro menor del conducto,⁶ por lo que los resultados de los métodos electrónicos en este estudio podrían no ser trascendentes, ya que en la mayoría de la literatura se menciona la capacidad de los localizadores para lograr conductometrías correctas.¹³ A pesar de esto en nuestros resultados encontramos que la exactitud al diámetro menor solo se dió con los localizadores de ápice electrónicos que en el caso del Root ZX II fue 15% (siete premolares) y para el Elements Diagnostic Unit and Apex Locator® fue del 8% (cuatro premolares), mientras que con el método radiográfico convencional y RVG no se encontró ninguno. La mayoría de las mediciones se presentaron entre ± 0 a .5mm respecto al diámetro menor con los diferentes métodos aunque con Root ZX II y Elements Diagnostic Unit and Apex Locator fue ligeramente mayor 68% (31 dientes) y 64% (29 dientes) respectivamente. Los resultados combinados en diferentes investigaciones, arrojan una exactitud del 90% para el Root ZX® dentro de 0.5 mm del foramen apical o de la unión cemento dentina, aunque existen algunos estudios que muestran una exactitud del 100% cuando

la lectura es tomada a 1mm¹⁷ mientras que en nuestro estudio solo encontramos el 68% en longitudes entre 0 y .5mm, esto está muy por debajo de los resultados obtenidos por Pagavino et al¹⁷ pudiendo deberse a que ellos emplearon un diseño in vivo, además de que hicieron observaciones en microscopio electrónico de barrido y solo aquellos instrumentos visibles más allá del foramen fueron los que reportaron como sobreestimación. Cabe destacar que pocos autores como Welk et al¹¹ y Hoer et al¹², realizaron desgates en sentido longitudinal en la zona apical para observar la anatomía del ápice, en concreto el diámetro menor del conducto o la constricción apical y así determinar la longitud en base a esto. Esto tiene ventajas como obtener una visualización del diámetro menor de un conducto ya que por otros medios como la observación de la punta de un instrumento saliendo por el foramen y restándole longitud al instrumento como forma de determinar la longitud de trabajo puede ser un poco subjetiva como en los trabajos realizados por ElAyouti y Welk.^{8,11} Por su parte ElAyouti et al⁸ reportaron que con el Root ZX existía un 21% de sobreestimación en la obtención de la longitud de trabajo y con el método radiográfico convencional identificaron un 51% de sobreestimación cuando la punta de una lima aparecía entre 0 y 2 mm corto al ápice radiográfico, mientras que nosotros determinamos la longitud con este método cuando la punta de la lima se encontraba entre .5 y 1mm lo que parece ser la explicación de la diferencia de resultados entre ambos estudios ya que nosotros solo encontramos un 26.5% de instrumentos fuera del foramen, en cuanto al localizador electrónico Root ZX® encontramos una sobreestimación de 20% lo que coincide con ellos debido quizá a la similitud del procedimiento ya que lo realizaron en 43 conductos de dientes premolares y con una metodología similar con diferencia solo en el modelo de alginato ya que ellos utilizaron NaOCl 0.9%. Es interesante destacar que con RVG y con el método radiográfico convencional el 28.8% y 26.6% respectivamente, el instrumento se pudo observar fuera del foramen a pesar de observarse dentro de .5-1mm aproximadamente en la imagen digital o radiografía, situación que coincide con lo mencionado por Kuttler⁴, y Mjor⁷ quienes señalaron que foramen apical se encuentra ubicado lateralmente de un 68-80% y este aspecto anatómico no puede ser apreciado radiográficamente. Coincidimos con los anteriores autores ya que en un 80% de los casos encontramos el foramen localizado lateralmente al vértice, tendiendo la mayor frecuencia hacia distal en el 28.8% de los casos. Clínicamente esta situación representa una desventaja considerable ya que la punta del instrumento en una imagen radiográfica en base al vértice radiográfico no involucra a la verdadera localización del foramen en este tipo de dientes, por esta razón es probable que se haya encontrado la sobreestimación reportada con los métodos de radiografía convencional y digital por lo que el clínico debe tener esta característica anatómica al momento de determinar la conductometría procurando tomar angulaciones complementarias para evitar la sobreestimación. Por otra parte encontramos que se necesitan casi cuatro radiografías para obtener la conductometría lo cual representa un tiempo de trabajo considerable durante el tratamiento.

Conclusiones

- 1.-La exactitud entre los diferentes métodos estudiados para obtener la longitud de trabajo es similar.
- 2.-Longitudes exactas al diámetro menor se obtienen en un 15% para el Root ZX II y 8% para Elements Diagnostic Unit and Apex Locator.
- 3.-Se logran longitudes exactas o cortas al diámetro menor hasta 1 mm en alrededor del 50% con todos los métodos.
- 4.-En 15 dientes (33.3%) la lima fue observada mas allá del foramen apical presentándose principalmente con los métodos de RVG en un 28.8%, seguido del método radiográfico con 26.6%, mientras con Root ZX II y Elements Diagnostic Unit and Apex Locator fue para ambos del 20%.
- 5.-En el 80% de los casos el foramen se localiza lateral al vértice anatómico y la ubicación más frecuente es hacia distal en 28.8%.

Bibliografía

- 1.-Mendonça, T.A., Geraldes, P.F., Toledo, Leonardo R., Kenji, N.C. Evaluación in vivo de métodos para la determinación de la longitud de trabajo en endodoncia. *Med Oral*, Vol. VIII, julio-sep 2006, No. 3: 110-114.
- 2.-Gordon, M.P.J., Chandler, N.P. Electronic apex locators. Review. *Int Endod J* 2004;37: 425-437.
- 3.-Saad, A.Y., Al-Yahya, A.S. The location of the cementodentinal junction in single-rooted mandibular first premolars from Egyptian and Saudi patients: a histological study. *Int Endod J* 2003, 36: 541-544.
- 4.-Kuttler, Yuri. Microscopic investigation of root apexes. *JADA* 1955, 50: 544-552.
- 5.-Mizutani, T., Ohno, N., Nakamura, H. Anatomical study of the root apex in the maxillary anterior teeth. *J Endod* 1992; 18: 344-347.
- 6.-Wada, M., Takase, T., Nakanuma, K., Arisue, K., Nagahama, F., Yamasaki, M., Clinical study of refractory apical periodontitis treated by apicectomy. Part 1. Root canal morphology of resected apex. *Int Endod J* 1998, 3: 53-56.
- 7.-Mjör, I.A., Smith, M.R., Ferrari, M., Manocci, F. The structure of dentine in apical region of human teeth. *Int Endod J* 2001, 34: 346-353.
- 8.-ElAyouti, A., Weiger, R., Lost, C. Frequency of overinstrumentation with an acceptable radiographic working length. *J Endod* 2001, 27, 1: 49-52.
- 9.-Pécora, J.D., Saquy, P.C., Sousa, Neto M.D., Woelfel, J.B. Root form and canal anatomy of maxillary first premolar. *Braz Dent J* 1991, 2: 87-94.
- 10.-Custer, L.E. Exact method of locating the apical foramen. *J Natl Dent Assoc* 1918; 5: 815-819.
- 11.-Welk, A.R., Baumgartner, J.C., Marshall, J. An In Vivo comparison of two frequency-based Electronic Apex Locator. *J Endod* 2003, 29: 497-500.
- 12.-Hoer, D., Attin, T. The accuracy of electronic working length determination. *Int Endod J* 2004, 37: 125-131.
- 13.-Kobayashi, C., Suda, H. New electronic canal measuring device based on the ratio method. *J Endod* 1994 20: 111-114.
- 14.-Tinaz, A.C., Alacam Topuz, O. A simple model to demonstrate the electronic apex locator. *Int Endod J*, 2002, 35: 940-945.
- 15.-Plotino, G., Grande, N.M., Brigante, L., Lesti, B., Somma, F. Ex vivo accuracy of three electronic apex locators: Root ZX, Elements Diagnostic Unit and Apex Locator and ProPex. *Int Endod J*, 2006, 39: 408-414.
- 16.-Vertucci, F.J. Root canal anatomy of the human permanent teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1984;58: 589-599.
- 17.-Pagavino, G., Pace, R., Baccetti, T. A SEM study of in vivo accuracy of the Root ZX electronic apex locator. *J Endod* 1998, 24: 438-41.