

# Exactitud de los localizadores apicales electrónicos frente al método radiográfico convencional en la obtención de la longitud de trabajo en dientes jóvenes

M.C.D.E.E. Rogelio Oliver Parra\*  
M.C.D. Germán Siliceo Tavera\*\*  
M.C.D.E.E. Carlos Alberto Luna Lara\*\*\*  
Dr. Rafael Lamas Cardaval\*\*\*\*

\*Profesor investigador. Jefatura del área de investigación de la Facultad de Odontología, U.A.I. Autor responsable

\*\*Egresado del posgrado de Endodoncia de la Facultad de Odontología, U.A.I.

\*\*\*Profesor investigador y Coordinador del posgrado de Endodoncia de la Facultad de Odontología, U.A.I.

\*\*\*\*Profesor titular de Patología y Terapéutica Dental de la Facultad de Odontología de la Universidad de Sevilla, España

Descriptor: localizadores electrónicos apicales, diámetro menor, ápices parcialmente formados, longitud de trabajo

Keyword: electronic apex locators, smaller diameter, partially formed apices, working length

## resumen

La determinación de la longitud de trabajo en la terapia endodóntica es crucial, ya que limita la preparación biomecánica e incide en la respuesta de los tejidos periapicales y el pronóstico endodóntico. Objetivo del estudio: comparar in vivo la exactitud de los localizadores apicales electrónicos (LAE) Root ZX II, Elements Diagnostic Unit and Apex Locator y el método radiográfico convencional (MR) utilizando como referencia el diámetro menor de conductos radiculares de premolares jóvenes. Materiales y métodos: Se realizó un estudio experimental, comparativo, con medición pareada de la longitud obtenida por diferentes métodos. Se incluyeron premolares jóvenes (categoría II, III y IV de Patterson) sin malformaciones radiculares, ni fractura. Los dientes fueron medidos In Vivo obteniendo la longitud de trabajo (LT) por medio de los LAE y MR y posteriormente extraídos para obtener la longitud al diámetro menor. Resultados: Se utilizó ANOVA de repetidas medidas no encontrando diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes métodos ( $p > .05$ ). En los dientes categoría III, el Root ZX presentó .7 mm de sobre estimación respecto a la longitud de referencia sin ser diferente de los otros procedimientos. Conclusiones: Los métodos estudiados son confiables en la obtención de la longitud de trabajo en dientes premolares jóvenes.

## abstract

Working length determination in endodontic therapy is crucial, it limits the biomechanic preparation and it affects the periapical tissues and the endodontic prognosis. The objective of the study was to compare in vivo the accuracy of the electronic apex locators (EAL) Root ZX II, Elements Diagnostic Unit and Apex Locator and the conventional x-ray method (RM) using the smaller diameter of young premolar roots canals as reference. Materials and methods: An experimental, comparative study was realized, with paired measurement of the length obtained by different methods. They included young premolars (category II, III and IV of Patterson) without roots malformations, or fractures. The teeth were measured In vivo obtaining the working length (WL) by EAL and RM; being extracted to obtain the smaller diameter length. Results: The repeated measures ANOVA test revealed not statistically significant differences between the different methods ( $p > .05$ ). In category III, Root ZX presented .7 mm of overestimation respect to the length reference, not being different from the other procedures. Conclusions: The studied methods are reliable to obtaining the working length in young premolars teeth.

## Introducción

Los estudios señalan que la delimitación de la conductometría tiene una participación importante en el fracaso endodóntico,<sup>1,2</sup> debido a que la instrumentación y obturación dependen estrictamente de la longitud de trabajo. Se ha reportado que el mejor pronóstico para el tratamiento endodóntico ocurre cuando la obturación de un conducto se encuentra dentro de los dos milímetros al ápice radiográfico.<sup>3</sup> Esto permitiría la preservación del muñón pulpar, el cual juega un papel importante en la reparación del tejido perirradicular en dientes con vitalidad, específicamente en la formación de tejido duro, que es considerado como el cierre biológico ideal.<sup>4</sup> La obtención de la longitud de trabajo se basa generalmente en la observación radiográfica, desafortunadamente, la distancia del ápice radiográfico a la constricción apical es variable.<sup>5</sup> Ferraz et al.<sup>2</sup> encontraron que la técnica híbrida con instrumentos manuales con paradas apicales #35 o #45 más retroceso, generan la mayor cantidad de extrusión de debris dentinario, comparada

con la producida por instrumentos rotatorios de níquel-titanio, por lo que longitudes cercanas o pasadas del foramen apical traerían consecuencias adversas para el tejido periapical. El ápice radicular presenta habitualmente gran variabilidad en la forma, dimensión y localización de la constricción apical.<sup>6</sup> En la localización de la constricción apical, también conocido como diámetro menor del conducto, intervienen diversos factores, entre ellos el tipo y la edad del diente, la ubicación, y la longitud del diámetro menor. Se ha identificado que la unión cemento-dentina cuando se localiza en la cara mesial fluctúa entre .3 a .9 mm del ápice mientras en distal oscila entre .4 mm a 1 mm.<sup>7</sup> Un aspecto determinante en la interpretación de la longitud de trabajo y que generalmente no se toma en cuenta es la localización del foramen y de la constricción apical. Así, Mizutani et al.<sup>8</sup> encontraron en cortes seriados de dientes antero-superiores que el ápice radicular coincide con el foramen apical en incisivos centrales en solo 16.7% y en incisivos laterales

en 6.7%. Kuttler<sup>9</sup> estudiando 268 dientes de cadáveres, encontró que la distancia del foramen a la constricción apical se localiza en dientes jóvenes anteriores a .5 mm mientras en dientes adultos a .8 mm. Además, observó que el diámetro menor se encuentra generalmente en dentina, justo antes de que el conducto penetre en cemento y desde este punto se amplía gradualmente tomando una forma de embudo. También destaca que el diámetro mayor del conducto, por su forma, no tiene las condiciones para ser sellado herméticamente, ni siquiera en casos de sobre obturación con cemento. Por su parte, Mjör et al,<sup>10</sup> encontraron que la salida del foramen apical por el eje longitudinal del conducto generalmente se encuentra desviado. Kuttler<sup>9</sup> coincidiendo con lo anterior, mencionaba que en el 68% de los dientes estudiados en el grupo de dientes de cadáveres de 18 a 25 años de edad, el foramen se encontraba fuera o externamente al centro del vértice apical, mientras en los dientes de 55 años o mayores, el foramen se situaba lateralmente en un 80%. Los dientes jóvenes en ocasiones, requieren la realización de tratamiento endodóntico, sin embargo, se pueden presentar casos interrumpidos en el proceso de maduración apical. El tratamiento endodóntico en estos dientes representa un desafío debido a las características anatómicas en el ápice que pueden comprometer la correcta delimitación de la longitud de trabajo.<sup>11</sup> Además de lo anterior, los premolares habitualmente tienen curvatura, generalmente hacia distal (79.9%)<sup>12</sup> y la salida del foramen en estos casos suele encontrarse lateral al ápice.<sup>9,12,13</sup> Existen diferentes formas de obtener la longitud de trabajo como la sensación táctil, la observación radiográfica, el uso de radiovisiografía (RVG) y el empleo de localizadores de ápice electrónico (LAE). El estándar dorado para la determinación de conductometría ha sido durante muchos años el método radiográfico, este método, establece como longitud de trabajo a aquel instrumento que se encuentre entre .5 y 1 mm respecto al vértice radiográfico<sup>13</sup> sin embargo, es necesario el empleo de varias radiografías en diferentes angulaciones dado que el foramen apical, como se menciono anteriormente, puede encontrarse en algunos casos situado lateralmente hasta 3 mm al ápice anatómico en el 50-98% de los casos.<sup>14</sup> En las molares se ha identificado una distancia del foramen al ápice de .23 hasta 3.8 mm; mientras en premolares estas medidas van desde .23 a 2 mm.<sup>14</sup> Esta característica anatómica no puede ser observada por completo durante la obtención de la longitud de trabajo por el método radiográfico, por lo que deben tomarse angulaciones complementarias que faciliten una mejor visualización de la ubicación y dirección de un instrumento. Otras desventajas incluyen la necesidad de tomar varias radiografías para la obtención de la conductometría, así como efectos indeseables para el paciente como la náusea y la sensación de incomodidad o dolor, principalmente en zonas postero-inferiores. La densidad ósea y la presencia de estructuras anatómicas que se superponen a los ápices radiculares, como es el caso de la apófisis cigomática en la sección postero superior, impide en muchas ocasiones la correcta observación de un instrumento dentro del conducto radicular.<sup>15</sup> Por ello es importante entender que la reacción a la

violación del espacio periodontal durante la instrumentación presenta consecuencias biológicas importantes tal como lo han reportado Riccuci y Langeland<sup>16</sup> quienes encontraron que después de diferentes períodos de observación clínica, las condiciones histológicas más favorables se encontraron en pacientes con dientes obturados cortos o a la constricción apical, mientras que en los casos en el que el sellador o la gutapercha se encontraba extruida en el tejido periapical en conductos laterales y ramificaciones, se observaba una reacción inflamatoria severa. Por su parte, ElAyouti et al.<sup>17</sup> 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 presencia de instrumentos fuera del conducto cuando parecen encontrarse radiográficamente a nivel del foramen apical en dientes extraídos.<sup>18</sup> Parece ser que muchos de los problemas han sido minimizados con el empleo de localizadores apicales electrónicos. Uno de los localizadores apicales electrónicos (LAE) más investigados y en general con muy buenos resultados es el Root ZX® (J Morita, Tokio, Japón).<sup>12,13</sup> Una ventaja de trascendencia clínica encontrada con este tipo de dispositivos electrónicos es la reportada por ElAyouti et al.<sup>19</sup> quienes compararon en dientes premolares la conductometría obtenida por el método radiográfico y el LAE Root ZX, identificando un 51% de sobre estimación en las lecturas obtenidas por el método radiográfico mientras con el Root ZX se encontró un 21% de sobre estimación en la obtención de la longitud de trabajo.

Tinaz et al.<sup>20</sup> encontraron que el Bingo 1020 es tan confiable como el Root ZX para la determinación de la conductometría, siendo superior al método radiográfico. Plotino et al.<sup>21</sup> compararon ex vivo la exactitud del Root ZX, Elements Diagnostic Unit and Apex Locator y el ProPex, encontrando que la exactitud dentro de  $\pm .5$  mm fue similar para el Root ZX y el Elements Diagnostic Unit and Apex Locator, mientras la mayoría de las lecturas con ProPex estuvieron pasadas a la constricción apical. Stavrianos et al.<sup>22</sup> estudiando dientes con ápice abierto reportaron que estos métodos electrónicos como Root ZX y RayPex 5 son inexactos al determinar la longitud de trabajo en dientes anteriores y premolares. Los estudios investigando la exactitud en dientes con ápices abiertos o inmaduros son escasos. Mente et al.<sup>23</sup> estudiando dientes primarios con y sin resorción radicular encontró que esta situación no afecta las lecturas electrónicas de la longitud de trabajo obtenidas con el Tri Auto ZX. Como se ha podido observar, los resultados con los diferentes LAE son en algunos casos variados, por ello podemos señalar que la mayor tasa de éxito se presenta cuando la obturación se encuentra corta al ápice (0-1 mm)<sup>24</sup> y es necesario identificar que método se aproxima a la detección exacta del diámetro menor en el conducto radicular. Por lo expuesto anteriormente, el objetivo del presente estudio fue comparar la exactitud producida por los localizadores apicales electrónicos Root ZX y Elements Diagnostic Unit and Apex Locator frente al método radiográfico en dientes premolares jóvenes con diferentes etapas de maduración apical.

## Materiales y Métodos

Se incluyeron al estudio pacientes entre 14 a 34 años de edad con dientes premolares superiores e inferiores sanos indicados para extracción por razones ortodónticas, obteniendo una muestra de 94 dientes sumando 105 conductos de premolares jóvenes. El protocolo fue aprobado por el comité de investigación de la Facultad de Odontología de la Universidad Autónoma de Tamaulipas. Los pacientes otorgaron su consentimiento informado para ser incluidos en el estudio. Una vez identificado los dientes a extraer, se anestesió y aisló el diente realizando el acceso e irrigación del conducto con NaOCl al 2% (Zonite Viarden). Se utilizó un tira nervios calibre 30 (Dentsply, Maillefer) para eliminar el tejido pulpar y se obtuvieron las mediciones de la longitud de trabajo bajo el método radiográfico convencional (MR) utilizando limas K Flexofile entre #35 a #80 hasta encontrar el ajuste y estabilidad del instrumento dentro del conducto dejando un tope de silicón en un punto de referencia, se tomaron radiografías con diferentes angulaciones (orto radial, mesio radial y disto radial) hasta encontrar posicionado el instrumento entre .5- 1mm al vértice radiográfico, entonces se registró la medición de la longitud de trabajo con un calibrador milimétrico (Mitutoyo® Mod. 700-113). Posteriormente se determinó la longitud en el mismo conducto con los localizadores apicales electrónicos, (Root ZX II y Elements Diagnostic Unit and Apex Locator, respectivamente) para tomar la longitud de trabajo con los mismos calibres de limas empleados en MR; una vez colocado el gancho en el carrillo del paciente el instrumento se introdujo lentamente en el conducto hasta escuchar el "bip" indicador que se alcanzó el ápice, entonces la lima se retiró lentamente hasta que se visualizó en la pantalla 0.5 mm de manera estable, en ese momento se retiró el instrumento del conducto y se registró la longitud de trabajo de idéntica manera al MR. Finalizada esta etapa se extrajo el diente de manera atraumática, luxando el premolar con un botador recto (Stein No. 3 TBS) y retirando el premolar por la corona anatómica con un fórceps No. 150 (TBS).

Los premolares fueron lavados y desinfectados con NaOCl al 5.25% (Clorox®) almacenándolos en formalina neutralizada (HYCEL USA) en dilución de 1:10%. Los dientes fueron codificados numéricamente y clasificados en categorías de etapas de maduración apical utilizando los criterios establecidos por Patterson.<sup>11</sup> (Tabla 1)

Categoría	Desarrollo Radicular
Clase I	Desarrollo parcial de la raíz con apertura apical mayor que el diámetro del conducto radicular.
Clase II	Desarrollo casi completo de la raíz con apertura apical mayor que conducto radicular.
Clase III	Desarrollo completo de la raíz con apertura apical del mismo diámetro del conducto radicular.
Clase IV	Desarrollo completo de la raíz con diámetro apical más pequeño que el del conducto radicular.
Clase V	Desarrollo completo del conducto radicular.

Tabla 1. Clasificación de Patterson según el estado de desarrollo y maduración apical

Se obtuvo la ubicación del foramen apical, la exactitud de los métodos, y la sobre estimación producida por cada procedimiento en dientes con categorías II, III y IV. Bajo microscopía estereoscópica se midió la localización del foramen apical (30X Swift Micapsa, Mod. 8625043).

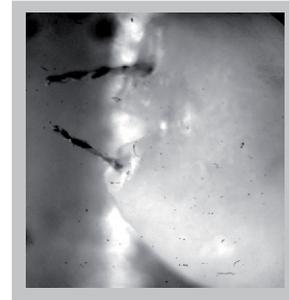


Figura 1. Localización del foramen apical (Microscopía estereoscópica 30X)

A continuación se obtuvo la longitud de referencia (LR) de la siguiente manera: los ápices fueron desgastados en la cara adyacente a la salida del foramen apical, el desgaste abarcó los últimos 3-4 mm que fueron desgastados gradualmente primero con una fresa de diamante de extremo redondeado (Maní 801) hasta exponer la luz del conducto.

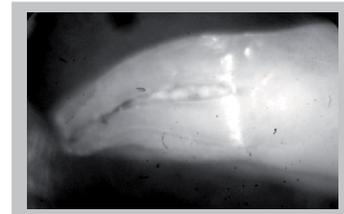


Figura 2. Desgaste apical y exposición del conducto (Microscopía estereoscópica 10X)

Enseguida se continuó el desgaste radicular bajo microscopía estereoscópica (30X) utilizando una hoja de bisturí #15 (SensiMedical, China).

Finalizada la exposición del conducto hasta el diámetro mayor, se tiñó el conducto con Azul de Metileno para delimitar el conducto de manera correcta. Se insertó lentamente el instrumento con el calibre utilizado para la toma de la longitud de trabajo con cada método; la delimitación de la LR se determinó cuando el instrumento se encontró en la zona más estrecha y más apical dentro del conducto radicular.

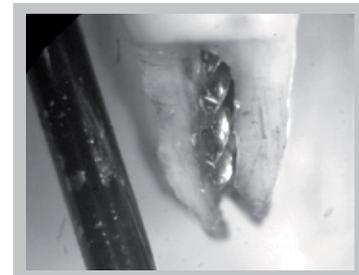


Figura 3. Lima posicionada en diámetro menor (30X)

Enseguida, se verificó que el tope de silicón se encontrara en el borde de referencia establecido y se verificó que el instrumento estuviera posicionado en la longitud de referencia, entonces se retiró el instrumento y se registró la longitud de trabajo de igual manera a la

tomada con los diferentes métodos. La evaluación anterior fue realizada por dos observadores de manera independiente coincidiendo en un 90.7% (Kappa=.86, buena concordancia). Se obtuvieron medias, desviación estándar e intervalos de confianza del 95% de la longitud obtenida por método en cada categoría de maduración apical manejando un ANOVA de dos vías (alfa .05) así como porcentajes de la ubicación del foramen apical, utilizando el programa Statview v. 5.0 para Windows.

## Resultados

De 105 conductos de dientes premolares superiores e inferiores se eliminaron 10 conductos debido a la ausencia de estabilidad del LAE y a la pérdida de dientes durante el desgaste apical, quedando finalmente 95 conductos radiculares. A continuación en las tablas 2,3 y 4 y figuras 4, 5 y 6 se observan los resultados obtenidos con cada método.

Grupo Categoría II (n=45)	Media	D.E.	Min-Max	I.C. 95% de confianza
Root ZX	20.67	1.76	17.3-25.5	20.06-21.27
Elements Diagnostic U and Apex Locator	20.39	1.69	17.10-25.20	19.80-20.97
Método Radiográfico	20.40	1.82	16.80-24.90	19.77-21.02
Longitud de referencia	20.75	1.92	17.2-25.80	20.09-21.41

Tabla 2. Estadística descriptiva e intervalos de confianza del 95% de la longitud de trabajo obtenida por diferentes métodos en dientes con estado de maduración apical II.

Grupo Categoría II (n=35)	Media	D.E.	Min-Max	I.C. 95% de confianza
Root ZX	20.87	1.76	16.0-23.90	20.34-21.40
Elements Diagnostic U and Apex Locator	20.72	1.71	16.50-23.60	20.20-21.23
Método Radiográfico	20.29	1.62	17.30-23.50	19.80-20.77
Longitud de referencia	20.42	1.89	16.40-23.80	19.85-20.99

Tabla 3. Longitud de trabajo obtenida por diferentes métodos en dientes con estado de maduración apical III

Grupo Categoría II (n=15)	Media	D.E.	Min-Max	I.C. 95% de confianza
Root ZX	22.01	1.31	20.40-24.10	21.28-22.73
Elements Diagnostic U and Apex Locator	21.37	1.66	19.80-24.10	20.45-22.29
Método Radiográfico	21.34	1.46	18.50-23.30	20.53-22.15
Longitud de referencia	21.31	1.27	19.70-24.20	20.60-22.02

Tabla 4. Estimaciones obtenidas en la longitud de trabajo con diferentes métodos en dientes con estado de maduración apical IV

No se registraron diferencias estadísticamente significativas entre la exactitud de la longitud de trabajo obtenida por los diferentes métodos en ninguna de las categorías estudiadas ( $p>.05$ ), los resultados se ilustran en las figuras 7, 8 y 9.

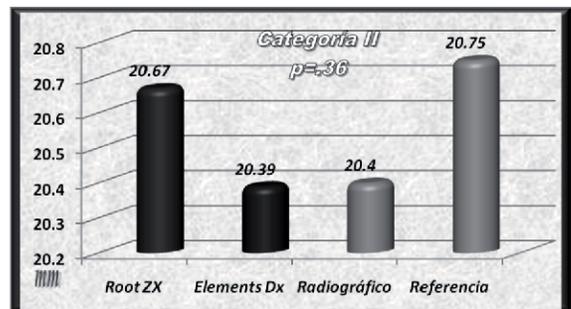


Figura 4. Gráfico de barras de la longitud de trabajo en milímetros obtenida por el método radiográfico convencional y los localizadores apicales electrónicos en dientes categoría II de Patterson ( $p=.36$ )

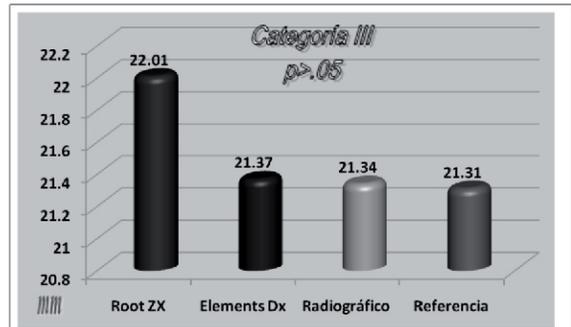


Figura 5. Longitud de trabajo obtenida por el método radiográfico convencional y localizadores apicales electrónicos en dientes con maduración apical categoría III Patterson ( $p>.05$ )

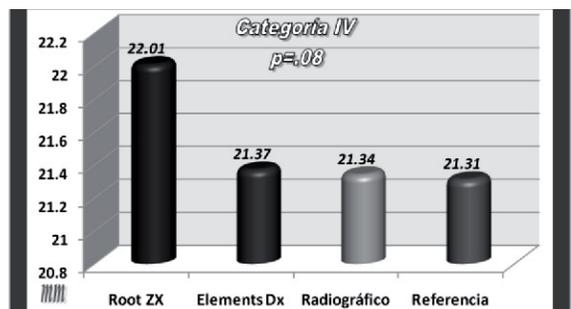


Figura 6. Longitud de trabajo obtenida con los diferentes métodos en dientes con maduración apical categoría IV Patterson ( $p=.08$ )

La sobre estimación a la longitud de referencia producida por cada método fue similar y no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en ninguna categoría, los resultados se observan en la tabla 5.

Clasificación de Patterson	Root ZX	Elements Diagnostic U and Apex Locator	Método Radiográfico	Valor p
Categoría II (n=35)	14(40%)	13(37.1%)	14(40%)	.96
Categoría III (n=45)	17 (37.7%)	16(35.5%)	15(33.3%)	.90
Categoría IV (n=15)	7(46.6%)	4(26.6%)	3(20%)	.25

Tabla 5. Sobre estimación más allá de la longitud de referencia obtenida en diferentes etapas de maduración apical

En el 59.2% de los casos se identificó salida lateral del foramen apical, siendo más frecuente hacia la cara mesial, distal y vestibular. Figuras 7 y 8.

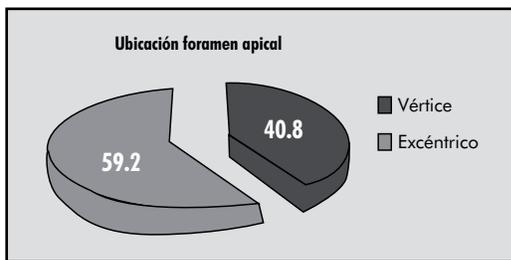


Figura 7. Porcentajes de la localización de la salida del foramen apical en dientes premolares jóvenes

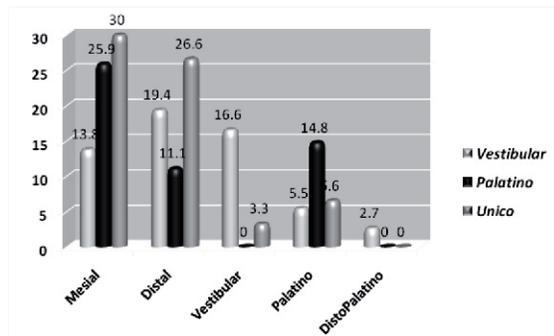


Figura 8. Porcentaje de salida lateral del foramen apical por cara en dientes premolares jóvenes

## Discusión

Se ha postulado que la medición de la longitud de trabajo en dientes con ápice abierto o inmaduro con dispositivos electrónicos no es exacta,<sup>26</sup> sin embargo la cantidad de estudios llevados a cabo es escasa. En nuestra investigación evaluamos la exactitud de localizadores apicales electrónicos de tercera y cuarta generación encontrando de manera general que producen una estimación muy cercana a la longitud de referencia. En los estudios que evalúan dientes con ápice en etapas diversas de cierre apical es importante una categorización del estado de cierre apical, por ello en nuestro estudio empleamos la categoría propuesta

por Patterson para realizar mediciones basadas en la estandarización del estado de maduración y cierre apical. Ello permitió reducir al máximo la influencia del grado de apertura apical y el tamaño del conducto radicular, además de que el modelo utilizado en nuestra investigación, un modelo clínico, permitió obtener resultados en condiciones reales y no simuladas como son los modelos que evalúan la exactitud de los dispositivos electrónicos cuando los dientes son sumergidos en diferentes medios como alginato, solución salina entre otros en un intento de simular los tejidos periapicales, desafortunadamente, esta situación se encuentra bastante alejada de las condiciones existentes en el conducto radicular y tejidos circunvecinos. Nuestros resultados indican que los métodos electrónicos estudiados funcionan para los dientes premolares con foramen apical con diámetro mayor, igual o menor que el diámetro del conducto radicular, si bien en el último caso se presentó una sobreestimación con el Root ZX® de .7 mm aproximadamente respecto a la longitud de referencia. Sin embargo la mayoría de los estudios reportan una elevada exactitud en alrededor de  $\pm .5$  mm de la longitud de referencia<sup>12</sup> por lo que consideramos aceptable esta medida. Cabe destacar que no se observó ninguna lectura con los métodos electrónicos o radiográficos que se encontrara más allá del foramen. Por lo que se deduce que los métodos estudiados son efectivos y seguros para este tipo de dientes. Sin embargo, nuestros resultados no coinciden con los reportados por Stavrianos et al.<sup>23</sup> quienes encontraron que en dientes con ápice abierto las lecturas dadas por Root ZX y RayPex 5 son cortas y fueron consideradas incorrectas, las diferencias observadas con nuestra investigación creemos que radican en que Stavrianos et al estudiaron dientes demasiado jóvenes de pacientes entre 7 y 13 años, en donde es fácil observar dientes con ápice inmaduro que en nuestro estudio no fueron investigados. Los resultados de nuestro estudio se pueden relacionar a los hallazgos reportados por Mente et al.<sup>23</sup> quienes encontraron que en dientes primarios con y sin resorción radicular la lectura de la longitud de trabajo del Tri Auto ZX no se vio afectada. Evidentemente, la diferencia entre los estudios es la presencia de dientes permanentes en nuestra investigación, sin embargo el estudio de Mente et al encuentra que ante la presencia de conductos amplios involucrando o no resorción radicular se logra una lectura confiable de la longitud del conducto radicular. Por lo anterior el uso de los LAE presenta ventajas adicionales como es el menor tiempo en obtener la longitud de trabajo que contribuye a la simplificación endodóntica.

## Conclusiones

Con las limitantes del estudio concluimos que:

- 1) Los localizadores apicales electrónicos de tercera y cuarta generación (Root ZX y Elements Diagnostic Unit and Apex Locator) son igual de exactos que el método radiográfico en la obtención de la longitud de trabajo in vivo en dientes premolares jóvenes categorías II, III y IV.
- 2) La sobre estimación observada con el Root ZX fue de .7 mm a la longitud de referencia en dientes

categoría IV, sin ser estadísticamente diferente del Elements Diagnostic Unit and Apex locator y el método radiográfico.

3) La salida del foramen en premolares con un solo conducto es más frecuente hacia la cara mesial y distal.

## Bibliografía

- 1.-Ricucci, D. "Apical limit of root canal instrumentation and obturation, part 1. Literature review" *Int Endod J* 1998, 31: 384-393.
- 2.-Ferraz, C.C.R., Gomes, N.V., Gomes, B.P., Zaia, A.A., Teixeira, F.B., Souza-Filho, J. "Apical extrusion of debris and irrigants using two hand and three engine-driven instrumentation techniques" *Int Endod J* 2001, 34: 354-358.
- 3.-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, 31: 53-56.
- 4.-Laguna, C.M.A., Zinman, E.H., Kuttler, K.S. "Comparison of the first file that fits at the apex, before and after early flaring" *J Endod* 2001, 27, 2: 113-116.
- 5.-Vertucci, F.J. "Root canal morphology and its relationship to endodontic procedures" *Endodontics Topics* 2005, 10: 3-29.
- 6.-Ponce, E.H., Vilar, F.J.A. "The cemento-dentinal canal junction, the apical foramen and the apical constriction: evaluation by optical microscopy" *J Endod* 2003: 29: 214-219.
- 7.-Saad, A.Y., Al-Yahya, A.S. "The location of the cemento dentinal junction in single-rooted mandibular first premolars from Egyptian and Saudi patients: a histological study" *Int Endod J* 2003, 36: 541-544.
- 8.-Mizutani, T., Ohno, N., Nakamura, H. "Anatomical study of the root apex in the maxillary anterior teeth" *J Endod* 1992, 18: 344-347.
- 9.-Kuttler, Y. "Microscopic investigation of root apices" *JADA* 1955, 50: 544-552.
- 10.-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.
- 11.-Juárez, B.N., Benítez, C.J.G. "Apicogénesis, apicoformación y maduración: conceptos y técnica" *Med Oral* 2006, No. 3: 129-138.
- 12.-Oliver, P.R., Luna, L.C.A. "Longitud de trabajo" *Rev Oral* 2007, Año 9, 27: 426-431.
- 13.-Gordon, M.P.J., Chandler, N.P. "Electronic apex locators" *Review, Int Endod J* 2004, 37: 425-437.
- 14.-Gutiérrez, J.H., Aguayo, P. "Apical foraminal openings in human teeth, number and location" *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1995;79: 769-777.
- 15.-Chargoy, L.M.C., García, A.R.L., Araiza, T.M. "Estudio comparativo de la distorsión de la longitud de trabajo en imágenes obtenidas con radiografías convencionales y radiovisiografía" *Rev Odontol Mex*, 2002 año 6, 23-24: 18-25.
- 16.-Ricucci, D., Langeland, K. "Apical limit of root canal instrumentation and obturation, part 2. A histological study" *Int Endod J* 1998, 31: 394-409.
- 17.-ElAyouti, A., Weiger, R., Lost, C. "Frequency of overinstrumentation with an acceptable radiographic working length" *J Endod* 2001, 27, 1: 49-52.
- 18.-Olson, A.K., Goerig, A.C., Cavataio, R.E., Luciano, J. "The ability of the radiograph to determine the location of the apical foramen" *Int Endod J* 1991, 24: 28-35.
- 19.-ElAyouti, A., Weiger, R., Lost, C. "The ability of Root ZX apex locator to reduce the frequency of overestimated radiographic working length" *J Endod* 2002, 28: 116-119.
- 20.-Tinaz, A.C., Maden, M., Aydin, C., Turkoz, E. "The accuracy of three different electronic root canal measuring devices: an in vitro evaluation" *J Oral Sci* 2002, 44: 91-95.
- 21.-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: 408-14.
- 22.-Stavrianos, C.H., Vasiliadis, L., Loulodiadis, A., Stavrinou, I., Papadopoulos, C.H. "Electronic length measurement in teeth with open apex" *Balk J Stom*, 2008: 13-17.
- 23.-Mente, J., Seidel, J., Buchalia, W., Koch, M.J. "Electronic determination of root canal length in primary teeth with and without root resorption" *Int Endod J* 2002, 35, 5: 447-452.
- 24.-Schaeffer, M.A., White, R.R., Walton, R.E. "Determining the optimal obturation length: A meta-analysis of literature" *J Endod* 2005, 31, 4: 271-274.
- 25.-Gutiérrez, J.H., Brizuela, C., Villota, E. "Human teeth with periapical pathosis after overinstrumentation and overfilling of the root canals: a scanning electron microscopic study" *Int Endod J* 1999, 32: 40-48.
- 26.-J. Morita (Página de internet) Instructivo disponible en: [http://www.jmoritaua.com/ifumsds/DP-RCM\\_M8037-EA-2.pdf](http://www.jmoritaua.com/ifumsds/DP-RCM_M8037-EA-2.pdf).