

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SINALOA
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA



ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA
EFECTIVIDAD DE DOS LOCALIZADORES APICALES
EN LA DETERMINACIÓN DE LA LONGITUD DE
TRABAJO.

Tesis presentada a la Facultad de Odontología que como
requisito para obtener el grado de Especialista en
Endodoncia presenta:

C.D. Claudia Yolanda Guerrero Montoya

Directora de tesis:

Dra. Vania Serrano Uzeta

Asesoras:

Dra. María de Lourdes Verdugo Barraza

Dra. Gloria Yolanda Castro Salazar

Culiacán de Rosales, Sinaloa, Agosto 2010.

RESUMEN

En este estudio se evaluó la longitud de trabajo de 30 dientes humanos con formación radicular completa, sin considerar la edad, el sexo, órgano dental o diagnóstico pulpar. En todos los casos se efectuaron los procedimientos usuales de anestesia local, aislamiento del campo operatorio, apertura y rectificación de acceso cameral, se introdujeron limas tipo K #15-25 en el conducto radicular, se procedió a utilizar dos diferentes localizadores electrónicos de ápice para determinar la longitud de trabajo, 15 dientes con Root ZX® (J. Morita) y 15 dientes con iPex (NSK). Posteriormente se fijó la lima con resina y se procedió a realizar la extracción de los dientes. Luego se realizaron cortes en la porción apical para observar la posición del instrumento en relación con el foramen. La longitud de trabajo fue considerada aceptable, cuando el localizador marcaba que estaba entre 0.5/1.5 mm del foramen; corto cuando estaba alejado por más de 1.5 mm del foramen y pasado cuando estaba a más de 0.5 mm del foramen apical. El rango de tolerancia fue de +/- 0,5 mm. Los datos fueron registrados y se evaluó estadísticamente con las pruebas Chi ² Los datos obtenidos fueron analizados con el software SPSS® versión 17, en todas las conclusiones se usó un nivel de significancia de 0.05. Los valores de probabilidad mostrados se refieren a pruebas bilaterales.

Los resultados de esta investigación muestran que el localizador apical Root ZX® (J. Morita) es más preciso y más exacto que el iPex (NSK).

Palabras Clave: Localizador apical, Root Zx, iPex, Longitud de trabajo.

ABSTRACT

In this study, the working length of 30 human teeth with complete root formation, without regard to age, sex, or the affected tooth. In all cases the usual procedures performed under local anesthesia, isolation of the operative field, open access and rectification cameral, it made # 15-25 K-type files in the root canal, we proceeded to use two different electronic apex locators to determine the working length, 15 teeth with Root ZX ® (J. Morita) and 15 teeth with iPex (NSK). Thereafter the file was fixed with resin and proceeded to perform the extraction of teeth. After cuts were made to observe the apical portion of the instrument position in relation to the foramen. The working length was considered acceptable, when the locator was marked between the foramen 0.5/1.5 mm, short when he was away for more than 1.5 mm from the foramen and passed when he was more than 0.5mm from apical foramen. The tolerance range was +/- 0.5 mm. Data were recorded and evaluated statistically by the Chi² test data were analyzed with SPSS © version 17, the findings using a significance level of 0.05. Probability values shown refer to bilateral testing.

The results of this investigation show that the Root ZX ® apex locator (J. Morita) is more precise and more accurate than IPEX (NSK).

Keywords: apex locator, Root ZX, iPex, working length.

I. INTRODUCCIÓN

La determinación de la longitud de trabajo es uno de los principales retos del tratamiento de conductos, ya que indica que tanto deben avanzar los instrumentos de trabajo y en que punto debe terminar la preparación y obturación final de los conductos radiculares.¹

En teoría la extensión apical en la instrumentación endodóntica debe ser a nivel de la unión cemento-dentina, la cual se ubica a 0.524 - 0.659 mm coronal al foramen apical.² Desafortunadamente la localización de la constricción apical es variable y su detección radiográfica es relativa.

Algunos autores han demostrado que el foramen apical del conducto radicular podría estar a 3 mm antes del ápice anatómico. Otros autores han encontrado que la constricción apical coincide con la unión cemento dentina y se encuentra a 0.507mm del foramen apical en pacientes de 18 a 25 años de edad, el 32% de los forámenes apicales coincidían con el vértice de la raíz, en un 68% el foramen apical se encontraba desplazado lateralmente. La constricción apical en pacientes mayores de 55 años se localiza a una distancia de 0.784mm del ápice.³

La determinación electrónica de la longitud de trabajo en el tratamiento de conductos es una alternativa que ha generado interés. Debido a que los métodos radiográficos convencionales presentan varias deficiencias, incluyendo su inexactitud y considerando que el foramen apical

frecuentemente no coincide con el ápice radiográfico se creó una nueva alternativa para la determinación de la longitud de trabajo.

Los localizadores electrónicos de ápice, fueron desarrollados hace aproximadamente 50 años, permitiendo realizar la localización del foramen mediante mediciones electrónicas, indicando una localización más exacta del foramen en comparación con los análisis radiográficos.⁴

El propósito de este trabajo fue comprobar “in vivo” la eficacia del localizador apical Root ZX® (J. Morita) y iPex (NSK) para la determinación de la longitud de trabajo.

II. MARCO TEÓRICO

La limpieza y conformación de los conductos radiculares es una de las fases más importantes del tratamiento endodóntico ya que en este paso se elimina el contenido del conducto. El principal reto en esta fase es establecer la longitud de trabajo, la cual es definida como la distancia entre un punto de referencia ubicado en la porción coronal hasta el punto en que la preparación y obturación debe terminar. Si no se determina una apropiada longitud de trabajo, el conducto no puede ser limpiado, conformado y obturado apropiadamente. Además si los instrumentos y los materiales de obturación sobrepasan el espacio del conducto radicular puede producirse una respuesta inflamatoria.⁵⁻⁷

En cuanto al punto de referencia apical la primera investigación extensa fue realizada por Kuttler en 1955, quien reportó varios hallazgos incluyendo la desviación del centro del foramen del vértice con la edad y la subsecuente deposición de cemento. El diámetro menor se encontró usualmente en dentina. Concluyó que el conducto debe ser obturado hasta 0.5 mm del foramen ya que esta es la distancia promedio la cual se ubica coronal al foramen. Otros autores confirmaron estos resultados encontrando que la desviación promedio del foramen apical al ápice anatómico es de 0.59 mm. Otros han reportado distancias promedio de 0.8 mm, 0.99 mm, 0.9 mm y 0.86 mm, probablemente porque los dientes presentan diferentes tipos de configuraciones anatómicas.²

La anatomía apical es muy variable lo que hace la determinación de la longitud de trabajo un reto. Los conductos varían de una constricción apical ideal, a una constricción apical leve o a la no presencia de constricción. Frecuentemente los conductos pueden terminar a varios milímetros del ápice radiográfico. Esta variabilidad en la anatomía apical de los conductos radiculares ha sido estudiada y ha sido categorizada en cinco tipos de constricciones:

- Constricción típica
- Constricción con la porción más estrecha cerca de ápice
- Varias constricciones
- Constricción seguida de un conducto estrecho y paralelo
- Completo bloqueo del conducto por dentina secundaria

El límite ideal del tratamiento de conductos es la unión cemento-dentina-conducto (CDC) que se encuentra entre 0.52 a 0.65 mm del extremo anatómico de la raíz.⁶ El CDC es un sitio histológico y sólo puede ser detectado en el exterior de los dientes después de una extracción, en la situación clínica es imposible identificar su posición. Además, el CDC no es una característica consistente, la extensión del cemento en el conducto radicular puede variar.⁸

El ápice anatómico puede o no coincidir con el foramen apical. En la mayoría de los casos (50-98%) el foramen se desvía del foramen mayor, siendo la distancia entre el ápice anatómico y el foramen de 0.5 - 1.0 mm. La

desviación del agujero puede ocurrir, como resultado de los cambios patológicos, tales como la reabsorción radicular externa.^{9,10}

Desafortunadamente no se ha desarrollado un método que sea capaz de localizar con exactitud la unión cemento dentina o el foramen apical. Autores como Stein y Corcoran encontraron que al aumentar la edad el foramen apical no tiene desviación, mientras que otros han informado que la frecuencia de la desviación depende del tipo de los dientes.¹¹

La radiografía es un método que se utiliza de rutina para verificar la longitud de trabajo, y brindar información veraz de la localización del ápice radiográfico. Cuando las radiografías son usadas para determinar la longitud de trabajo la calidad de la imagen es importante para una adecuada interpretación. La técnica de paralelismo ha demostrado ser tan superior como la técnica del ángulo de bisectriz en la interpretación de la determinación de la longitud de trabajo y en la reproducción de la anatomía apical. Las radiografías son usualmente mal interpretadas por la dificultad de distinguir entre la anatomía radicular normal y las patologías que puedan estar presentes.¹²

La mayor limitación de la radiografía es que solo se observan dos dimensiones faltando la tercera dimensión vestibulo-lingual. Esta no se observa en una sola radiografía y para ello se debe recurrir a diferentes técnicas de angulación en la proyección, tanto horizontal como vertical, además para lograr calidad radiográfica se requiere de una precisa

colocación y angulación del tubo de rayos X.¹³ Las radiografías convencionales son más comúnmente utilizadas para determinar la longitud de trabajo en la terapia endodóntica. Dichas radiografías proveen una gran claridad y calidad de detalle para visualizar la punta de la lima en relación con el ápice radiográfico.¹⁴ Una de las desventajas de la radiografía convencional en el tratamiento de conductos es el incremento en la radiación cuando múltiples exposiciones son necesarias en la determinación de la longitud de trabajo.¹⁵

Desde la introducción de la radiografía digital por Trophy en 1987 su uso en endodoncia ha aumentado debido a que produce imágenes instantáneas durante la determinación de la longitud de trabajo. Esta tecnología posee un dispositivo de carga dentro de un sensor intraoral que produce una imagen digital inmediata en el monitor después de una exposición de más o menos 50% o menos de la exposición de radiación requerida por una radiografía convencional. La imagen puede ser almacenada, mejorada y guardada en la historia del paciente.⁵

Su principal ventaja sobre las radiografías convencionales es la rapidez en la adquisición de la imagen, la reducción en la radiación del paciente, la posibilidad de editar la imagen y su calidad y detalle es similar a la conseguida con la radiografía convencional.⁵

Una de las innovaciones en el tratamiento del conducto radicular ha sido el desarrollo y la producción de dispositivos electrónicos para detectar la

terminación del conducto.¹⁶ Este es un método que ha generado interés y controversia, se conoce que ayudan a establecer el punto final ideal para la instrumentación y preparación de los conductos, pero se ha recomendado que sea un método complementario a la radiografía convencional para la determinación de la longitud de trabajo, debido a todas las alteraciones que se encuentran frecuentemente en la anatomía apical.⁷

Más de 50 años atrás Susuki descubrió que la resistencia eléctrica entre un instrumento insertado en el conducto radicular y un electrodo ubicado en la mucosa oral registran valores constantes. Se realizaron una serie de experimentos en pacientes donde se encontró que la resistencia eléctrica en el conducto a nivel de ápice, mucosa y ligamento periodontal es de 39 a 41mA, con una variación mínima.¹⁷

Desde 1942 Suzuki indicó que la resistencia eléctrica entre un instrumento de conducto radicular insertado en un conducto y un electrodo en la mucosa oral los valores pueden ser registrados.¹⁸ Sunada informó que la resistencia de estos dispositivos debe ser capaz de detectar el tejido periodontal en el foramen apical.¹⁹ Sin embargo, otros autores demostraron que la determinación precisa de la constricción apical sólo fue exitosa en el 51-64% de los conductos en función del dispositivo utilizado.²⁰

Los localizadores apicales pueden ser utilizados de rutina o en casos donde la porción apical del sistema de conductos radiculares esta obstruida o cuando existe densidad de hueso excesiva. En estos casos pueden proveer

información que la radiografía no. También deben ser utilizados en el tratamiento de pacientes embarazadas para reducir la exposición de radiación, en niños que no toleren la toma de radiografías, y en pacientes discapacitados o pacientes sedados. Así mismo si un paciente no tolera el posicionamiento de la radiografía por reflejo de náuseas puede ser una herramienta útil.²¹

En casos de perforaciones radiculares, el punto de salida de la perforación del conducto al ligamento periodontal es una medida crucial. Si la perforación ocurre en vestibular o lingual o en la superficie de la furca puede ser difícil de detectar. Los localizadores apicales son instrumentos de confianza para detectar la perforación y la longitud del área donde existe la perforación, además de las perforaciones con restauraciones metálicas intraradiculares.²¹

Cuando un diente está involucrado en un episodio traumático e inflamación crónica de la pulpa o tejido periapical que terminan en reabsorción apical, puede ser difícil establecer la longitud de trabajo si la constricción apical ha sido patológicamente alterada. En estos casos la combinación de la sensación táctil y la radiografía tienen limitaciones importantes para determinar la longitud ideal, siendo una ayuda la utilización de los localizadores apicales que han mostrado una exactitud del 62.7 al 94.0% .²² También recomendando realizar la medición con limas de mayor calibre para lograr una medición más exacta.²³

No se recomienda su uso en conductos no permeables (calcificados o con material de obturación), fracturas radiculares y en personas con marcapasos por la posibilidad de interferencias.²⁴⁻²⁶ Aunque algunos estudios han demostrado que pueden ser utilizados después de haber realizado estudios in vitro evaluando la influencia de cinco tipos de localizadores apicales en marcapasos, pero sería necesario realizar estudios en humanos para confirmar estos reportes.²⁷

La principal situación en la que los localizadores realizan medidas erróneas es cuando existen grandes caries o destrucciones que comunican el conducto con la encía, ya que la saliva cierra el circuito, la solución será realizar una restauración de la caries o la obturación defectuosa, lo mismo pasa si hay hemorragia que desborde la corona, en este caso se debe detener la hemorragia.

El localizador interfiere con las coronas metálicas, por lo que se debe evitar que contacten con metal tanto el gancho labial como la lima (separándola con el dedo o secando la cámara con un algodón). En raíces largas con sustancias electrolíticas la tendencia es dar longitudes de trabajo cortas, para solucionarlo se debe secar con puntas de papel.²⁸

Por otro lado, la clasificación de los dispositivos electrónicos que son utilizados para medir la longitud del conducto es un asunto de controversia y de ignorancia pues existe una escasa información proporcionada por los fabricantes.²⁹

Estos aparatos trabajan por medio del conocimiento de un valor constante que se calculó en la membrana periodontal, es de 6.5 Ko y se obtiene al cerrar un circuito utilizando un gancho labial. A los primeros dispositivos fabricados se les conoce como localizadores electrónicos de ápice de Primera Generación. La desventaja principal de este tipo de localizadores apicales es, que el conducto debe estar razonablemente seco para que pueda darnos un dato fidedigno.³⁰

A partir de esto se han ido evolucionando, realizando de manera distinta la forma de localizar el foramen apical. Los localizadores de Segunda Generación son los que utilizan las características eléctricas de impedancia. El principio de la impedancia se basa en tomar un diente como un tubo largo, cerrado en un extremo que es el ápice; y se define como la resistencia total aparente que ofrece un circuito complejo al paso de las corrientes alternas. Un diente tiene una impedancia eléctrica creciente a través de las paredes del conducto radicular y es mayor en sentido apical que en coronal.³¹

A nivel de la unión cemento-dentina se registra una disminución súbita en la impedancia a través de la pared del conducto radicular y el localizador puede detectarla. El aparato indica la lectura de la posición terminal del conducto radicular en el cuadrante de un contador análogo.¹⁶ Este aparato utiliza un contacto que se sostiene manualmente y no en el labio. Esto tiene su beneficio ya que disminuye infecciones si los ganchos labiales no están estériles, además por el sistema que utiliza permite que funcione en contacto con líquido sin problema.

La función de los localizadores de Tercera Generación es a base de frecuencias y su principio es la existencia de diferencia entre dos frecuencias al ser utilizadas. Al usar un gancho labial y una lima dentro del conducto el aparato nos indica una impedancia casi constante y al acercarse al ápice se observa una diferencia marcada. Esto permite la utilización de limas que no tengan cubierta plástica, haciendo su manejo fácil y práctico. Este tipo de aparato funciona sin inconveniente en conductos donde hay sangre o pus.¹⁶

Los localizadores de Cuarta Generación trabajan de manera similar a los de tipo impedancia, con dos frecuencias diferentes entre sí de 400Hz y 8 KHz, para así utilizar una sola a la vez y eliminar la necesidad de filtros que separen las diferentes frecuencias, aumentando la precisión de la medición. El uso de una sola señal de frecuencia elimina la necesidad de filtros para separar las diferentes frecuencias de la señal compleja lo que incrementa la exactitud de la medida.³²

Uno de los localizadores electrónicos de ápice comúnmente utilizado por los Endodoncistas es el Root ZX® (J. Morita), el cual se introdujo durante la Tercera Generación de localizadores y utilizaba el método de radio que mide simultáneamente la impedancia de dos diferentes frecuencias, y calculaba el coeficiente de la impedancia y expresaba este coeficiente como posición del electrodo (lima) dentro del conducto. Esta medición puede realizarse en conductos secos y húmedos sin necesidad de calibrar el aparato.³³

Este mismo fue perfeccionado, surgiendo en la Cuarta Generación con una pantalla grande e ilustrativa que permite observar el avance de la lima a través del conducto, con una vista aumentada del último milímetro apical. A medida que la lima avanza un sonido acompaña el avance de la lima y este sonido va aumentando de intensidad hasta llegar a ser constante cuando se localiza el ápice, también aparece una señal visual y auditiva de peligro cuándo la lima se ha pasado del ápice, lo que hace que el uso de este localizador sea sencillo.³⁴

En el interior del sistema de conductos, a nivel coronal el voltaje es bajo y conforme va llegando a la mayor constricción apical aumenta, el Root ZX® (J. Morita) se basa en la diferencia de voltaje. Mide dos resistencias del conducto, utilizando dos fuentes de corriente con diferente frecuencia. Calcula el rango de potenciales eléctricos y el aparato muestra el cociente, esto representa la posición donde se encuentra la lima si está en un lugar cerca o lejos de la constricción apical.³⁵

Recientemente, los fabricantes sacaron al mercado un nuevo y avanzado localizador electrónico de ápice digital llamado iPex de NSK, éste tiene una tecnología de medición multifrecuencia, por lo que mide con precisión la longitud de cualquier conducto radicular, incluyendo canales secos, húmedos y con sangre, y elimina los problemas del uso de localizadores análogos. Selecciona automáticamente la mejor combinación posible de la frecuencia para satisfacer la condición del conducto radicular, garantizando así una intervención más segura, tiene una gran pantalla LCD, señal de

audio al instante que proporciona información exacta, mejorando el confort del Endodoncista.³⁶

Sin embargo, es necesario realizar estudios que corroboren o desmientan la verdadera efectividad que la casa comercial le atribuye.

El Root ZX® es el parámetro de comparación de otros localizadores apicales, debido a que tiene el 95% del mercado mundial y se le ha estudiado en múltiples ocasiones, en diferentes situaciones y los resultados indican que tiene una precisión del 90% (+/- 0.5 mm del foramen apical). Por lo que en este estudio también se utiliza en comparación con el localizador apical de reciente aparición iPex de NSK para corroborar la efectividad de ambos en la determinación de la longitud de trabajo.

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Una controversia de la endodoncia moderna es la determinación óptima de la longitud de trabajo para el límite apical de la instrumentación, las mediciones actualmente se realizan con la ayuda de localizadores electrónicos de ápice, por lo que es importante determinar ¿Qué localizador apical es el más confiable al momento de tomar la longitud de trabajo?

IV. JUSTIFICACIÓN

En un tratamiento de conductos es importante obtener una longitud de trabajo para así lograr una adecuada limpieza y conformación del sistema de conductos durante la preparación biomecánica, y contribuir en el éxito del tratamiento. En la actualidad contamos con aparatos electrónicos que nos ayudan en la determinación de dicha longitud, el propósito de esta investigación es comparar la efectividad de dos localizadores electrónicos de ápice.

V. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

5.1. HIPÓTESIS

El localizar electrónico de ápice Root ZX es más efectivo en la determinación de la longitud de trabajo que el nuevo localizador iPex.

5.2. OBJETIVO GENERAL

Comparar la efectividad de los localizadores apicales Root ZX y iPex en la determinación de la longitud de trabajo obtenida en órganos dentales con conductos rectos.

5.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

-Determinar la eficacia del localizador apical Root Zx en la obtención de la longitud de trabajo.

-Determinar la eficacia del localizador apical iPex en la obtención de la longitud de trabajo.

-Comparar cual de los dos localizadores apicales es más efectivo en la determinación de la longitud de trabajo.

VI. MATERIAL Y MÉTODOS

6.1. TIPO DE ESTUDIO

Experimental in vivo, comparativo.

6.2. CRITERIOS DE INCLUSIÓN

Dientes humanos con conductos rectos y formación radicular completa.

6.3. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

Dientes humanos con raíces curvas y pronunciadas, perforaciones radiculares y formación radicular incompleta (ápices abiertos) o piezas con tratamiento de conducto previo.

6.4. METODOLOGÍA

Se realizaron registros de 30 conductos radiculares en 10 pacientes con indicación de extracción debido a problemas periodontales, tratados en la clínica del Posgrado en Endodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad Autónoma de Sinaloa durante el periodo 2009-2010.

En todos los casos se realizó diagnóstico clínico y radiográfico, sin tener en cuenta edad, sexo, órgano dentario o diagnóstico pulpar, sólo que los conductos radiculares estuvieran permeables y con ápice maduro. Se realizó anestesia, aislamiento absoluto, eliminación de caries y restauraciones, apertura cameral con fresa de bola de carburo #2 y fresa Endo-Z (Denstply). La permeabilidad del conducto se constató utilizando una lima tipo K # .08

(Dentsply Maillefer). Se procedió a determinar la longitud de trabajo dividiendo aleatoriamente en dos grupos, siendo en el Grupo 1 utilizado el localizador electrónico de ápice Root ZX® (J. Morita) en 15 conductos radiculares y en el Grupo 2, 15 conductos radiculares con el localizador apical iPex de NSK, utilizando una lima tipo K flexible (Dentsply Maillefer) compatible con el diámetro del conducto, variando el calibre de la lima de #15 a #25, según las instrucciones del fabricante cuando la pantalla del aparato y el audio marcó "APEX", sin retirar el instrumento del conducto se procedió a fijar la lima con cianocrilato a nivel del conducto y después se utilizó ácido grabador y adhesivo para luego colocar resina (Brillant Colténe) en la parte coronal, luego se realizó una radiografía periapical para observar la longitud de trabajo, después se procedió a realizar la extracción del órgano dentario. Posteriormente se desgastó con un disco de carburo montado en una pieza de baja velocidad el tercio apical de cada pieza hasta observar la lima en el interior del conducto y así con la ayuda de un microscopio estereoscópico 2X marca NIKON se observó y se midió con una regla milimétrica la distancia de la lima con respecto al foramen anatómico, los datos fueron registrados en un formato realizado para el efecto (Anexos) y se tomaron fotografías con una cámara digital (Cannon) de 6.0 mega píxeles. Todo el procedimiento fue realizado por un mismo operador.

6.5. MÉTODOS ESTADÍSTICOS

Con el objetivo general de comparar la efectividad de la determinación de la longitud de trabajo obtenida al utilizar el localizador apical Root ZX® (J.

Morita) y el iPex de NSK se muestran los resultados por medio de tablas descriptivas donde las variables numéricas se describen como medias \pm desviación estándar y las categóricas como conteos y porcentajes. Para comparar los grupos con respecto a variables dicotómicas, se utilizan pruebas χ^2 o la prueba exacta de Fisher cuando fue el caso. La comparación de las mediciones en cada localizador y la medida final se realizó con la prueba t para muestras dependientes. La comparación entre localizadores con la prueba t de muestras independientes. La comparación entre las desviaciones estándar se realizó con la prueba de Levene.

Los datos obtenidos fueron analizados con el software SPSS© versión 17, en todas las conclusiones se usa un nivel de significancia de 0.05. Los valores de probabilidad mostrados se refieren a pruebas bilaterales.

VII. RESULTADOS

Para el localizador apical Root ZX® (J. Morita), la media inicial de la longitud de trabajo fue de 20.10 ± 4.28 mm y la final de 20.23 ± 4.28 mm; esta diferencia de -0.13 mm fue estadísticamente significativa ($p=0.003$).

La media inicial de la longitud de trabajo del localizador iPex (NSK) fue de 21.70 ± 2.51 mm y la final de 22.30 ± 2.37 mm, la diferencia entre la inicial y final fue de -0.60 mm, también fue estadísticamente significativa ($p=0.041$).

Es decir, ambos localizadores proporcionan en promedio longitud menor a la real, aunque la del localizador Root ZX® (J. Morita) es significativamente ($p=0.015$) más exacto que el iPex (NSK), pues su diferencia con la medida final es menor. Ver Cuadro 1 y Figura 1.

Como medida de precisión de los localizadores, se calculó la desviación típica de las diferencias entre la medida inicial y la final, observándose que la varianza del localizador Root ZX® (J. Morita) es de 0.229 mm (IC 95% 0.161 mm- 0.388 mm) y la desviación típica del iPex de NSK fue de 0.660 mm (IC 95% 0.463 mm- 1.119 mm). La diferencia entre estas varianzas es estadísticamente significativa ($p=0.000$). Es decir, el localizador Root ZX® (J. Morita) es casi tres veces más preciso que el iPex (NSK). Ver Cuadro 1 y Figura 2.

Por otra parte, si observamos la precisión de los localizadores en cada pieza como exacta, largo o corto en función de la diferencia con la final, se observó que en un porcentaje del 73.3% (11) de las piezas el localizador apical Root

ZX® (J. Morita) fue exacto en la medición de la longitud de trabajo contra el 26.7% (4) de iPex (NSK). El localizador Root ZX se quedó corto en el 26.7% (4) contra el 53.3% (8) del iPex; este último se quedó pasado en el 20% (3) de las piezas contra el 0% del localizador Root ZX® (J. Morita). Estas diferencias son estadísticamente significativas. Ver Cuadro 1 y Figura 2.

Cuadro 1. Comparación del localizador apical Root ZX (Morita) y iPex (NSK).

		Localizador		
		Root ZX	iPex	
		n=15	n=15	Sig.
Medias	Inicial	20.10±4.28	21.70±2.51	
	Final	20.23±4.28	22.30±2.37	
	Sig. ³	.003	.041	
	Diferencias (Exactitud)	-.13±.23	-.60±.66	.015 ²
Exactitud	Corto	4 (26.7%)	8 (53.3%)	.022 ¹
	Exacto	11 (73.3%)	4 (26.7%)	
	Largo	0 (.0%)	3 (20.0%)	

¹ Prueba ji-cuadrada. ² Prueba t para muestras independientes.

³ Prueba t para muestras dependientes.

Figura 1. Gráfica de la media como medida de exactitud y la desviación estándar como medida de precisión por localizador.

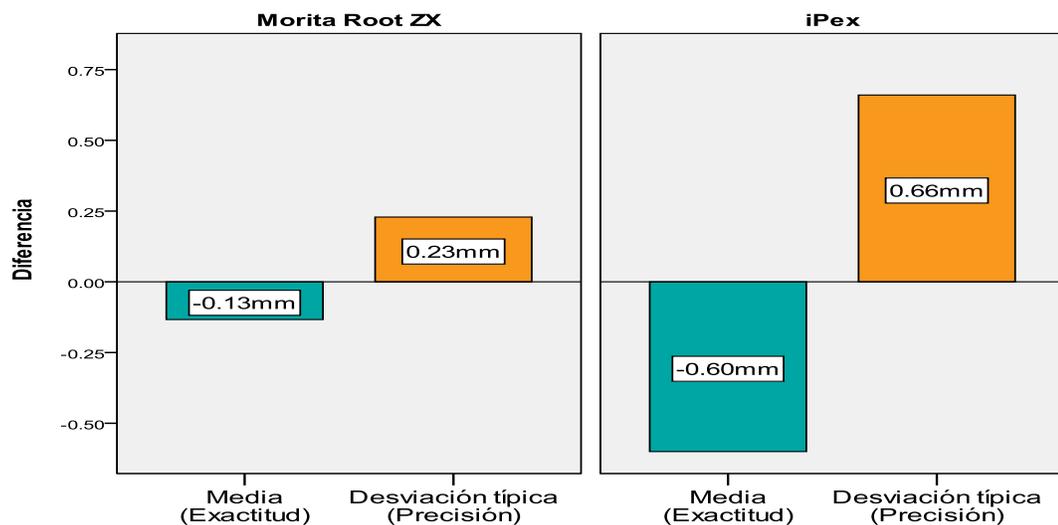
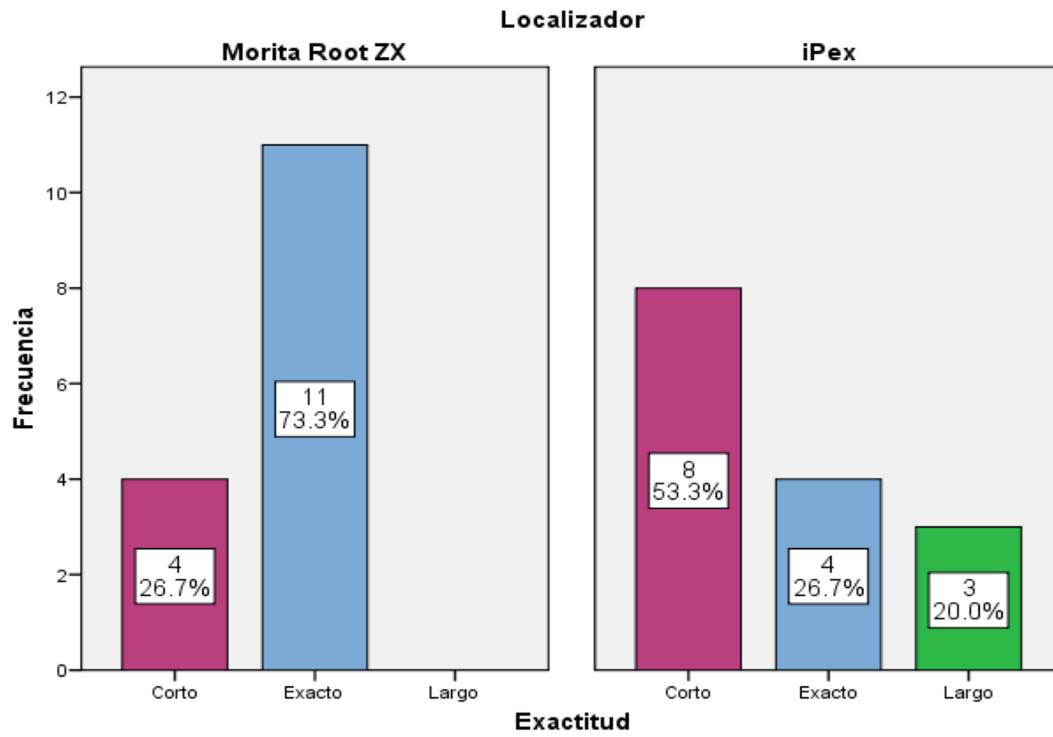


Figura 2. Resultados de la medición de la longitud de trabajo para cada localizador



VIII. DISCUSIÓN

Existen numerosos trabajos de investigación con diferentes localizadores de ápice tanto “in vivo” como “in vitro”, que evalúan su eficacia en distintas situaciones.

Uno de los localizadores apicales más estudiados es el Root ZX® (J. Morita), que registra una eficacia que oscila entre el 80% y el 90%.^{7, 34, 35, 37}

No se encontraron trabajos de investigación con el localizador electrónico de ápice iPex de NSK, por lo tanto se recomienda seguir investigando este dispositivo en diferentes condiciones (irrigantes, diagnósticos, etc.) para un mejor conocimiento del mismo. Sin embargo, según el fabricante, es automático, no es influenciado por el tipo de diente, el tamaño del ápice del mismo, el grosor del instrumento ni presencia de fluidos (sangre, pus, irrigantes). El fabricante indica un 92% de eficacia, lo cual no coincide con el 26.7% encontrado en este trabajo. Sin embargo, se debe considerar que el método comparativo utilizado tiene una interpretación subjetiva.

De las mediciones obtenidas es necesario considerar que existe un grado de discrepancia por el tipo de instrumento que se utilizó para la medición de la lima al foramen apical puesto que no tiene un 100% de exactitud y es otro valor que es necesario tomar en cuenta.⁴⁰

Los fabricantes de los localizadores de ápice Root ZX y iPex ofrecen al operador una media exacta en medio de tejido, sangre o electrolitos, en este estudio no se realizó una instrumentación completa del conducto radicular,

sino que se dejó tejido pulpar y sangre para poder evaluar el grado de precisión de los aparatos en ese medio.

Es un factor importante el hecho de que al realizar un tratamiento de conductos, luego de remover la caries y realizar el acceso, es necesario hacer una pulpectomía, utilizar una solución irrigante para disolver el tejido remanente, instrumentar y tener patente el conducto antes de colocar el localizador electrónico de ápice.⁴¹

Este estudio demostró que la punta de la lima estuvo corta en un 26.7% en el caso del Root ZX® (J. Morita) y en un 53.3% en el caso del iPex (NSK) con respecto a la salida del foramen, estos hallazgos provocan cuestionamientos a cerca de si la longitud de trabajo se debe establecer en el punto donde el localizador indica que la lima está en la constricción o cuando marca que la lima se encuentra a 0.5 mm del foramen. Por lo que, Mayeda y colaboradores sugieren que cada operador debe corroborar la lectura del localizador apical con la toma de una radiografía.⁴²

IX. CONCLUSIÓN

En las condiciones de este estudio, los resultados muestran una diferencia estadísticamente significativa en la precisión y exactitud de la determinación de la longitud de trabajo adecuada. Se acepta la hipótesis que el localizador electrónico de ápice Root ZX® (J. Morita) es más efectivo en comparación con el localizador apical iPex (NSK).

Ambos localizadores proporcionan en promedio longitud menor a la real, aunque la del localizar Root ZX® (J. Morita) es significativamente ($p=.015$) más exacta que el iPex (NSK), esto se puede deber a que en la porción apical se pueden encontrar conductos accesorios, secundarios y deltas apicales, los cuales pueden modificar la longitud.

En los resultados también se observa que el Root ZX® (J. Morita) no sobrepasó el foramen apical en ninguna de las muestras, mostrando una diferencia significativa en comparación con el localizador apical iPex (NSK).

Se recomienda seguir investigando el localizador apical iPex (NSK) en diferentes condiciones (irrigantes, diagnósticos, etc.) para un mejor conocimiento del mismo.

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Martinez, M., Corner, L., Sanchez, J., Llana, P. Methodological considerations in the determination of working length. *Int Endod J.* 2001; 34:371-376.
2. Kuttler, Y. Microscopic investigation of root apexes. *J Am Dent Assoc.* 1995; 50:544-52. En Goldberg, F., De Sivio, A., Manfre, S., Nastri, N. In vitro measurement accuracy of an electronic apex locator in teeth with simulated apical root resorption. *J Endod.* 2002; 28(6):461-463.
3. Palmar MJ, Weine FS, Healy HJ. Position of the apical foramen in relation to endodontic therapy. *J Can Dent Assoc.* 1971; 37:305.
4. Selzer S. Endodontic failure an analysis based on clinical roentgenographic and histologic findings: parts I and II. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1967; 23: 500-30.
5. Cohen S. *Pathways of the Pulp.* 2008. 9va. ed. San Francisco, California. Mosby.
6. Ricucci D, Langeland L. Apical limit of root canal instrumentation and obturation, part 2. A histological study. *Int Endod J.* 1998; 31, 394–409.
7. 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(2):116-119.
8. Dummer PM, McGinn JH, Rees DG. The position and topography of the apical canal constriction and apical foramen. *Int Endod J.* 1984; 17: 192–8.
9. Stein TJ, Corcoran JF. Anatomy of the root apex and its histologic changes with age. *Oral Sur, Oral Med, Oral Pathol.* 1990; 69, 238–42.
10. Olson D.G., Roberts S., Joyce A. Unevenness of the Apical Constriction in Human Maxillary Central Incisors. *J Endod* 2008; 34:2, 157-159.
11. Hassanien E., Hashem A, Chalfin H. Histomorphometric Study of the Root Apex of Mandibular Premolar Teeth: An Attempt to Correlate Working Length Measured with Electronic and Radiograph Methods to Various Anatomic Positions in the Apical Portion of the Canal. *J Endod* 2008; 34:4, 408-412.
12. Johnson, W. *Color Atlas of endodontics.* Ed. W.B Saunders Company. 2002
13. Saad Y. Radiation dose reduction during endodontic therapy: a new technique combining an apex locator (Root ZX) and a digital imaging system (RadioVisioGraphy). *J Endod.* 2000; 26(3):144-147.

14. Ellingsen M. Radiovisiography versus conventional radiography for detection of small instruments in endodontic length determination. Part 1. In Vitro evaluation. *J Endod.*1995; 21(6):326-331.
15. Griffiths B. Comparison of three imaging techniques for assessing endodontic working length. *Int Endod J.*1992; 25:279-87.
16. McDonald NJ. The electronic determination of working length. *Dental Clinics of North America.* 1992; 36, 293–307.
17. Custer C. Exact methods for locating the apical foramen. *Journal of the National Dental Association.* 1918; 5, 815–9.
18. Suzuki K. Experimental study on iontophoresis. *Japanese Journal of Stomatology.* 1942; 16, 411–29.
19. Sunada I. New method for measuring the length of the root canal. *Journal of Dental Research.* 1962; 41, 375–87.
20. Hoer D, Attin T. The accuracy of electronic working length determination. *Int Endod J.* 2004; 37: 152-155.
21. Trope M, Rabie G, Tronstad L. Accuracy of an electronic apex locator under controlled clinical conditions. *Endod and Dent Trauma.* 1985; 1:142–5.
22. Goldberg, F., De Sivio, A., Manfre, S., Nastri, N. In vitro measurement accuracy of an electronic apex locator in teeth with simulated apical root resorption. *J of Endod.* 2002; 28(6):461-463.
23. Kaufman, A., Fuss, Z., Keila, S., Waxenberg, S. Reability of different electronix apex locators to detect root perforations in vitro. *Int Endod J* 1997; 30 (6): 403-7.
24. Beach, C., Branwell, J., Hutter, J. Use of an electronic apex locator on a Cardiac pacemaker patient. *J of Endod* 1996; 22 (4): 182-4.
25. Einbinder, A; Kratchman, S. Apex locators: a systematic approach for usage. *Compendium* 1993; 14 (1): 34-38.
26. Basrani, E. Endodoncia integrada. *Actualidades Médico Odontológicas Latinoamérica, C.A., Caracas,* 1999. Pág.143-151.
27. Garofalo, R., Elias, D., Dorn, S., Kuttler S. Effect of electronic apex locators on cardiac pacemaker function. *J of Endod.* 2002; 28(12):831-833.
28. Kobayashi C. Electronic canal length measurement. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1995; 79: 226-31.
29. Nekoofar MH, Sadeghi K, Akha ES, Namazikhah MS. The accuracy of the Neosono Ultima EZ apex locator using files of different alloys: an in vitro study. *J of the Californian Dental Association.* 2002; 30: 681–4.

30. Gordon M., Chandler N. Electronic apex locators. *Int Endod J* 2004; 37:425–37.
31. Hasegawa, K Ilzuka, M. Takei, N. A new meted an apparatus for measuring root canal length. *J Nihon Univ Sch Dent.* 1986; 28:117.
32. Kaufman, AY. Accuracy of a new apex locator: an in vitro study. *Int Endod J.* 2002; 186 – 192.
33. Kobayashi, C., Suda H. New electronic canal measuring device based on the ratio method. *J Endod* 1994; 20:111-4.
34. Lucena-Martín, V. Robles-Gijón, C.M. Ferrer-Luque, J.M. Navajas-Rodríguez de Mondelo. In Vitro Evaluation of the Accuracy of Three Electronic Apex Locators. *J Endod.* 2004; 30:4, 231-233.
35. Jenkins, J., Walker, W., Schindler, W., Flores, C. An in vitro evaluation of the accuracy of the root ZX in the presence of various irrigants. *J of Endod.* 2001; 27(3):209-211.
36. www.nsk-nakanishi.co.jp
37. Siu C., Marshall G., Baumgartner C. An *In Vivo* Comparison of the Root ZX II, the Apex NRG XFR, and Mini Apex Locator by Using Rotary Nickel-Titanium Files. *J Endod.* 2009; 35:7, 962-965.
38. Tselnik M., Baumgartner C., Marshall G. An Evaluation of Root ZX and Elements Diagnostic Apex Locators. *J Endod.* 2005; 31:7, 507-509.
39. Herrera M., Ábalos C., Jimenez A., Llamas R. Influence of Apical Constriction Diameter on Root ZX Apex Locator Precision. *J Endod.* 2007; 33:8, 995-998.
40. Contreras Laguna M., Henkin Zinman E., Kuttler Kaplan S. Comparison of the First File that Fits at the Apex, Before and After Early Flaring. *J Endod.* 2001; 27:2, 113-116.
41. Oishi A., Yoshioka T., Kobayashi C., Suda H. Electronic Detection of Root Canal Constrictions. *J Endod.* 2002; 28:5, 361-364.
42. Mayeda DL, Simon JH, Aimar DF, Finley K. In vivo measurement accuracy in vital and necrotic canals with the Endex apex locator. *J Endod* 1993; 19:545– 8.

ANEXOS

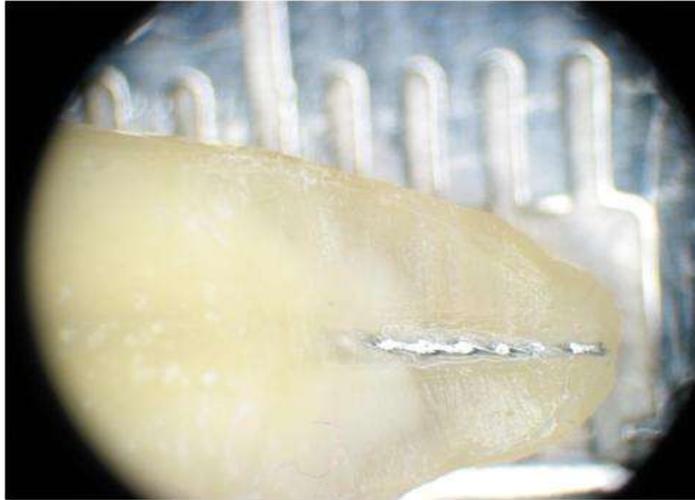
Concentración de la longitud de trabajo obtenida con el Localizador Apical Root ZX (Morita):

# DE MUESTRA	LONGITUD INICIAL (in vivo)	LONGITUD FINAL (después de extracción)
1-		
2-		
3-		
4-		
5-		
6-		
7-		
8-		
9-		
10-		
11-		
12-		
13-		
14-		
15-		

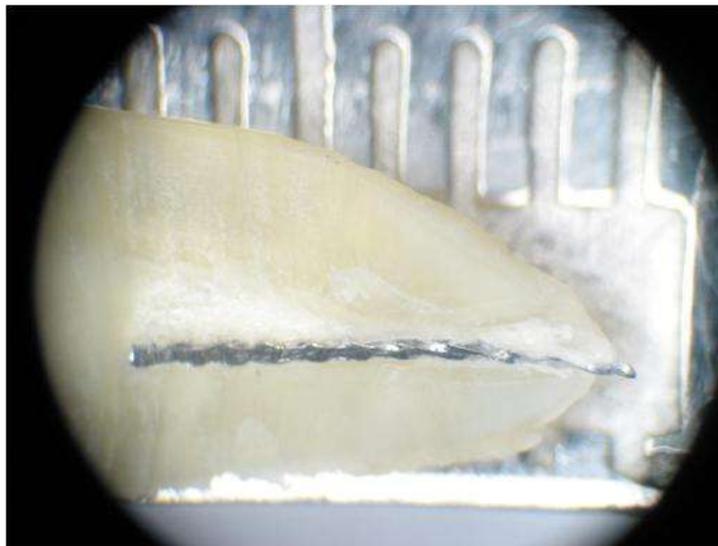
Concentración de la longitud de trabajo obtenida con el Localizador Apical iPex (NSK):

# DE MUESTRA	LONGITUD INICIAL (in vivo)	LONGITUD FINAL (después de extracción)
1-		
2-		
3-		
4-		
5-		
6-		
7-		
8-		
9-		
10-		
11-		
12-		
13-		
14-		
15-		

FOTOGRAFÍAS



Muestra con corte en apical donde se observa la longitud de trabajo en relación con el foramen anatómico con el localizador apical Root ZX (Morita)



Muestra con corte en apical donde se observa la longitud de trabajo en relación con el foramen anatómico con el localizador apical iPex (NSK)