



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Iztacala



División de Investigación y Posgrado
Especialización en Endoperiodontología

Estudio comparativo de la precisión en la localización de la
constricción apical de los localizadores de ápice Root Zx,
Ipex, Mini Apex y Raypex 6 In Vitro.

Tesis que presenta

Jorge Antonio Goiz Venegas

Para obtener el Grado de Especialista en Endoperiodontología.

Director de la Tesis

Dr. Eduardo Llamosas Hernández

2013



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ÍNDICE

	Pág.
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
Objetivo	1
Pregunta de investigación	1
Justificación	1
MARCO TEÓRICO	2
HIPOTESIS	7
MATERIAL Y METODOS	8
RESULTADOS	15
DISCUSIÓN	23
CONCLUSIÓN	26
BIBLIOGRAFÍA	27

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Objetivo

Determinar la precisión de cuatro localizadores de ápice; Root Zx (Morita, Corp, Tokio, Japon), IPEX (NSK, Tochigi, Japon), Mini Apex Locator (Sybron Endo, Anahelm, CA) y Raypex 6 (VDW, Munich, Germany), previa localización de la constricción apical, in Vitro

Pregunta de la Investigación

¿Cuál es el nivel de precisión de los cuatro localizadores para delimitar la constricción apical, que es el límite de la preparación biomecánica y la obturación de conductos?

Justificación

El establecimiento del correcto límite apical es el fundamento de la preparación biomecánica y la obturación de los conductos, donde radica el éxito a largo plazo de los tratamientos endodónticos.

Se han utilizado gran cantidad de métodos para determinar con precisión este lugar. En los últimos 20 años se han desarrollado y perfeccionado dispositivos electrónicos para este fin, que a la fecha se clasifican hasta de “cuarta generación”.

En el medio odontológico disponemos de distintos tipos de aparatos, los cuales no siempre cuentan con la precisión óptima por lo que su aplicación clínica puede ser fallida.

Es por esto que se pretende evaluar a cuatro tipos de localizadores, que representan lo más reciente, modificando la metodológica, es decir, establecer primero la zona de la constricción apical visualmente, (con la ayuda de microscopio estereoscópico), para después probar la precisión de los diversos localizadores que se estudiaran.

MARCO TEÓRICO

Durante el tratamiento de conductos radiculares, es esencial determinar y mantener la longitud de trabajo (1,2), la cual se define como la distancia, desde un punto de referencia coronal, hasta el punto en el que la preparación del conducto y la obturación deben terminar (3).

La constricción apical que se describe como la parte mas estrecha del conducto radicular, se considera como el limite fisiológico apical de instrumentación y obturación del sistema de conductos radiculares según muchos autores, entre otros Ricucci (2).

La subestimación de la longitud de trabajo, puede llevar al desbridamiento insuficiente del conducto radicular, mientras que la sobre estimación, puede resultar en daño para los tejidos periapicales, lo cual puede retardar o impedir la cicatrización (1,2, 4).

Por lo general la longitud de trabajo del conducto radicular es determinada por la interpretación radiográfica de una lima endodóncica colocada en el conducto radicular y tomando como referencia el foramen mayor que es considerado como el diámetro más amplio en la transición entre la pulpa y los tejidos periodontales (5). La desventaja más evidente de este método es que la posición de la constricción apical o foramen apical no puede ser determinada, (6-8), además las radiografías proporcionan una imagen de 2 dimensiones de una estructura de 3 dimensiones, lo cual puede afectar la interpretación. Finalmente la superposición de estructuras óseas, puede dificultar, la identificación del ápice radiográfico de algunos dientes.

Ciaconi, y colaboradores (5) han demostrado que los localizadores de ápice electrónicos proporcionan una estimación más precisa de la longitud de trabajo que las radiografías.

El uso de los dispositivos electrónicos para determinar la longitud de trabajo fue propuesto por primera vez por Custer (9) en 1918 y el primer localizador de ápices electrónico (LAE) fue desarrollado después de la investigación de Suzuki acerca de las propiedades de resistencia eléctrica de los tejidos orales (10). La primera generación de LAEs eran a base de resistencia que se describe como la igualdad de oposición que tienen los electrones para desplazarse a través de un conductor, mientras que la siguiente generación se basaba en la impedancia.

El principal defecto de ambos tipos de LAEs correspondía a una mala precisión con electrolitos, la cual se superó con la introducción de localizadores apicales de tercera generación, tales como el Root Zx (Morita, Corp, Tokio, Japon).



Figura1. Localizador de ápices electrónico Root Zx (Morita, Corp, Tokio, Japon) en estado de encendido.

El Root ZX utiliza el Ratio (que se considera la relación entre dos magnitudes similares con respecto al número de veces que el primero contiene el segundo, b:a) como método para medir la longitud del conducto radicular. Esto implica la medición de los valores de impedancia (que se describe como la oposición al paso

de la corriente alterna) a 2 frecuencias (8KHz y 400Hz) al mismo tiempo y el cálculo de un cociente que expresa la posición de la lima en el conducto radicular (11).

El Localizador de Ápices Root Zx se estima como el más preciso y es considerado como punto de comparación para la evaluación de los nuevos LAEs (12).

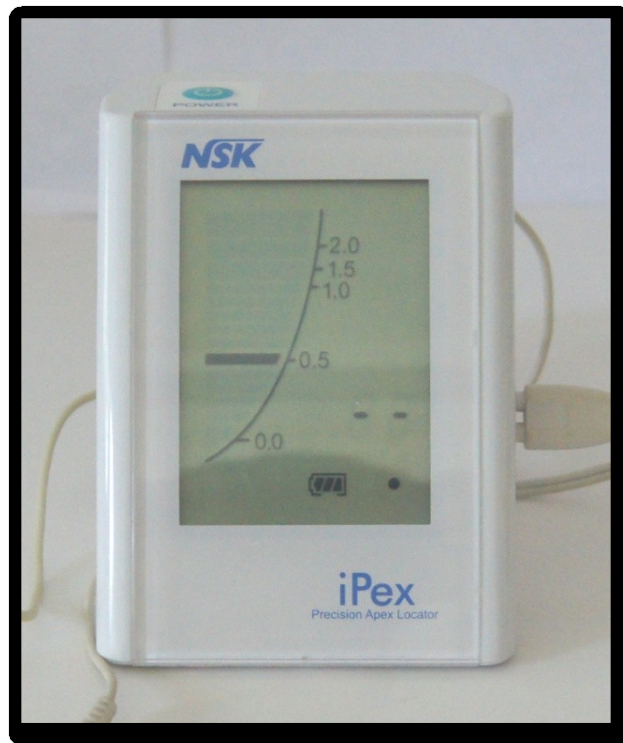


Figura 2 Localizador de ápices electrónico IPEX (NSK, Tochigi, Japon) en estado de encendido.

El IPEX (NSK,Tochigi,Japon) es de la cuarta generación de localizadores de ápices, estos utilizan una medida de capacitancia (se define como una medida de la cantidad de energía eléctrica almacenada para una diferencia de potencial eléctrico dada) y la resistencia (se define como la oposición que presenta un material al ser atravesado por una corriente eléctrica) simultáneamente, para determinar la ubicación de la punta de la lima en el conducto (12).

El Mini Apex Locator (Sybron Endo,Anahelm,CA), es una unidad de tercera generación , que mide los valores de impedancia a 2 frecuencias, sin embargo, la ventaja de este equipo sobre otros de tercera generación, es que es el único dispositivo en el mercado que utiliza un procesamiento digital de señales, otros equipos utilizan lecturas digitales , pero aun dependen de la tecnología analógica para hacer el procesamiento. (13).



Figura 3. Localizador de ápices electrónico Mini Apex Locator (Sybron Endo,Anahelm,CA), en estado de encendido.

Raypex 6 (VDW, Munich, Germany), es un dispositivo de cuarta generación; la unidad utiliza 2 frecuencias separadas de (400Hz y 8KHz), similares a las actuales unidades de tercera generación, los fabricantes afirman que la combinación del uso de solo una frecuencia a la vez y basar las medidas en la media de la raíz cuadrada de las señales, aumenta la precisión de la medición y la fiabilidad del dispositivo (14).

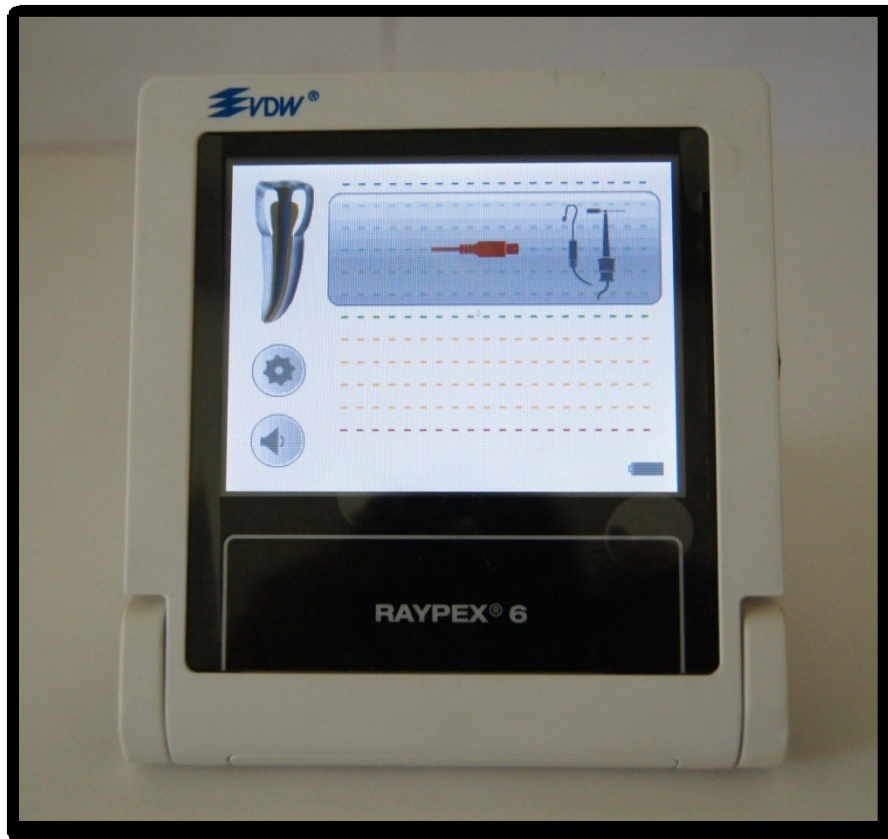


Figura 4. Localizador de ápices electrónico Raypex 6 (VDW, Munich, Germany) en estado de encendido.

Root Zx y Raypex 6 utilizan las mismas 2 frecuencias actuales de (400Hz y 8Khz) y determinan la longitud de trabajo en relación de la impedancia, las principales diferencias radican en sus pantallas y que el Root Zx pasa dos corrientes simultáneamente, mientras Ray Pex 6 lo hace sucesivamente (15).

Ya se han comparado los localizadores de ápices antes mencionados tanto In vitro, (16-22) como In vivo(23-25). Los medios de conducción utilizados en los modelos de montaje para pruebas In Vitro, necesitan tener una resistencia eléctrica similar al tejido periodontal, para permitir que los datos sean precisos, el alginato, agar, solución salina, y la gelatina son los más comúnmente

utilizados(26); siendo considerado el alginato como el medio ideal ,ya que debido a su consistencia relativamente firme impide intrusión de material en el orificio apical y resiste la fuerza ejercida por el movimiento mecánico de la lima, permitiendo que el operador determine con precisión la longitud de trabajo (15).

Marjanovic´T, y colaboradores (27) observaron que hay diferencias significativas entre las propiedades eléctricas In Vitro e In Vivo aunque por otra parte Duran-Sindreu ,et al. (25) no encontraron diferencias en los resultados utilizando modelos In Vitro e In Vivo, midiendo con el Root Zx.

Las metodologías de los estudios anteriores In Vitro, han utilizado materiales simuladores de las condiciones clínicas, donde colocan dientes humanos e insertan limas endodóncicas gradualmente dentro del conducto hasta que la señal acústica y LCD , indiquen que la longitud está determinada, fijan las limas y toman mediciones con ayuda de microscopios,(16-22) similarmente los estudios In Vivo realizan el mismo procedimiento, determinan la longitud de trabajo con una lima guiados por el LAE previo a la extracción dental y posteriormente toman medidas ayudados por microscopios(23-25).

Sin embargo no hemos encontrado estudios aun donde previo a la medición con los LAE, se determine la longitud de trabajo, por medio de la observación microscópica de las características físicas de la constricción apical, lo cual será el propósito de nuestro estudio.

HIPOTESIS

Debido al diseño tecnológico de vanguardia, el localizador de ápices Root Zx(Morita Corp, Tokio, Japón) será el que presente mayor precisión en la localización de la longitud de trabajo ideal.

MATERIAL Y METODOS

Para el presente estudio fueron seleccionados cincuenta dientes uniradiculares recién extraídos, para obtener 50 conductos con completa formación apical a fin de ser sometidos a la determinación de su longitud de trabajo.

Todos los dientes fueron descoronados con la ayuda de un motor de alta velocidad y un disco de carburo para corte, posteriormente se sumergieron en hipoclorito de sodio durante 24 horas con el fin de eliminar la mayor cantidad de tejido pulpar remanente.

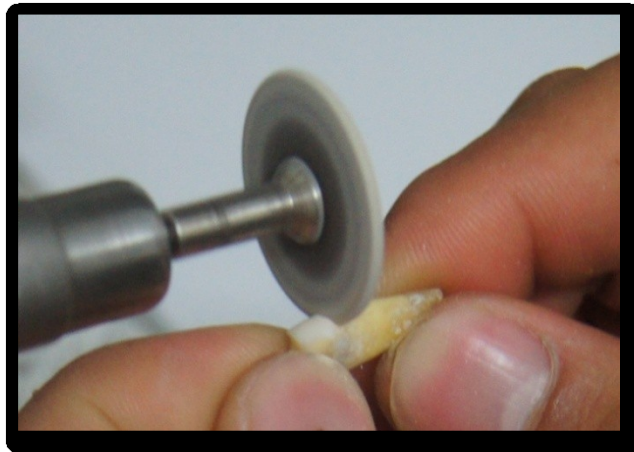


Figura 5. Descoronamiento de diente anterior con disco de carburo montado en motor de alta velocidad

Posteriormente se seleccionaron los 50 conductos sin tomar en cuenta la forma de la raíz o el grado de su curvatura, aunque estas variables fueron registradas, únicamente se tomo en cuenta que estos pudieran ser patentizados, con una lima numero 10. Ya seleccionados los conductos y patentizados se instrumentó su tercio cervical y medio con la ayuda de fresas para acceso endodóncico # 2 y # 3 e irrigando hipoclorito de sodio con una jeringa hipodérmica.

Una vez que se instrumentó el tercio cervical y medio, se comprobó que el conducto siguiera permeable, patentizando una vez más con una lima # 10, finalmente se irrigó cada conducto con hipoclorito de sodio y si la solución

atravesaba de un lado al otro del conducto, este se consideraba listo para ser utilizado en la determinación de su longitud de trabajo y era sumergido en un recipiente con solución fisiológica para ser almacenado.



Figura 6. Permeabilización de conducto seleccionado con una lima tipo K #10



Figura 7. Conducto patentizado con una lima tipo K # 10



Figura 8. Instrumentación de tercio cervical y medio con una fresa para acceso endodoncico #2 de uno de los conductos seleccionados

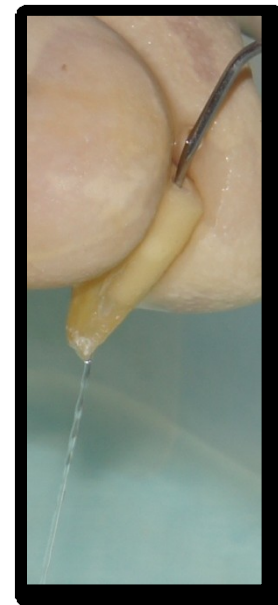


Figura 9. Comprobación de permeabilidad y limpieza de uno de los conductos seleccionados con hipoclorito de sodio

Una vez realizado esto, en los 50 conductos para la determinación de su longitud de trabajo, se localizaron sus constricciones apicales con la ayuda de un

microscopio estereoscópico y se introdujeron limas que ajustaran exactamente en este punto de referencia.

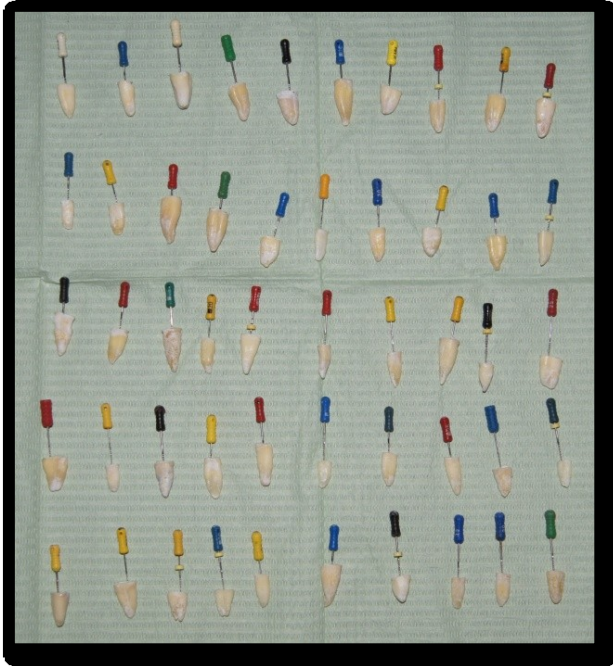


Figura 10. Conductos listos para la localización microscópica de su constricción apical, con las limas con el diámetro que mas ajusta en su tercio apical dentro.

Figura 11. Microscopio estereoscópico Motic serie SMZ-168-BL utilizado para la localización de la constricción apical.



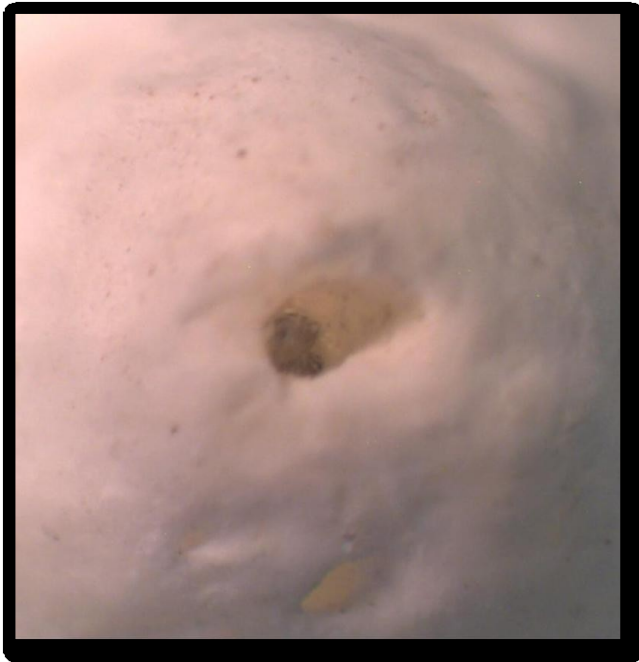


Figura 12

Figura 12 y 13. Limas ajustadas sobre la constricción apical vistas a través del microscopio estereoscópico.



Figura 13

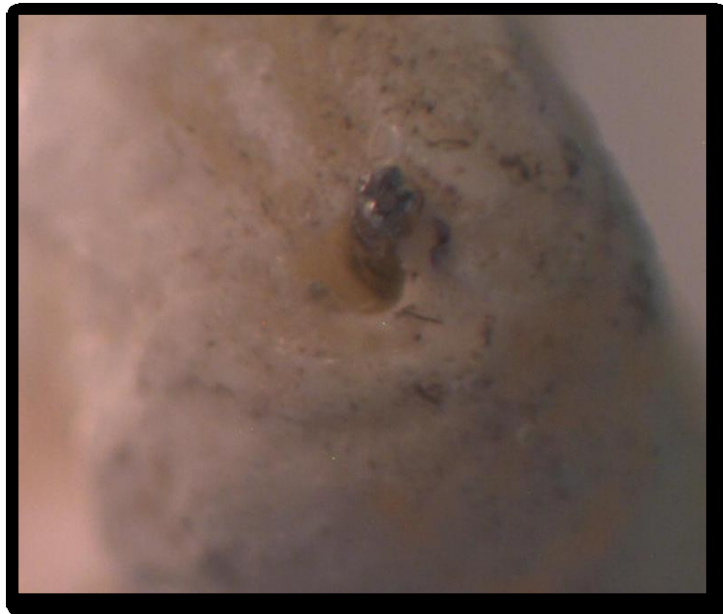


Figura 14

Figura 14. Lima fuera de la constricción apical y del agujero mayor observado a través del microscopio estereoscópico

En cuanto las limas fueron ajustadas en la constricción apical, se fijaron a manera de que estas no rotaran o se desplazaran al momento de su manipulación, por lo que se inmovilizaron por medio de un palillo de madera, el cual en uno de sus extremos se adhirió con cianoacrilato al mango de las limas y es su otro extremo al tercio cervical de la raíz de los dientes (cuidando que el cianoacrilato no se desplazara dentro del conducto radicular). Todos los conductos fueron enumerados posterior a su fijación.



Figura 15. Limas inmovilizadas y enumeradas posterior al ajuste microscópico en la constricción apical.

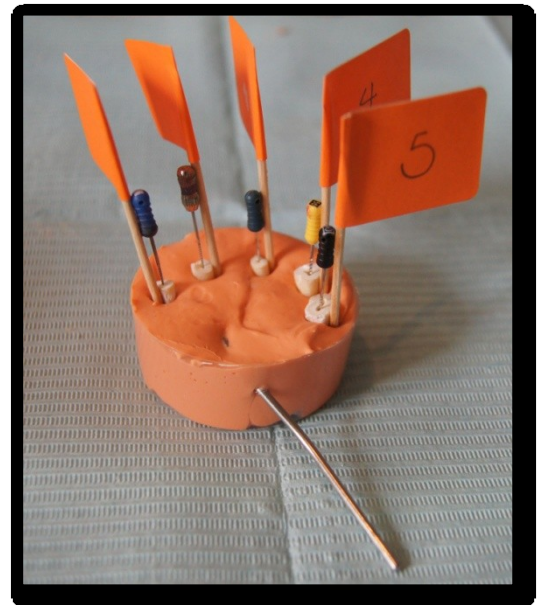
Por último en un recipiente de plástico de 5 cm de diámetro y 2 cm de altura, se colocó un electrodo de (LAE) universal, a manera de que este quedara lo más céntrico al volumen del recipiente por lo cual se hizo un orificio en el recipiente a un centímetro de su base y se giro a manera de que este quedara horizontal.

Posteriormente se rellenó el recipiente a ras de alginato en forma de gel, y antes de que solidificara se sumergieron 5 dientes verticalmente a 2 mm antes de su límite superior (previo a su inserción en el alginato los 5 dientes fueron sumergidos en solución fisiológica para la hidratación de su conducto radicular).



Figura 16 .Electrodo universal centrado en el recipiente de plástico, previo a la colocación del alginato y los dientes.

Figura 17. Modelo de trabajo con los dientes del 1 al 5 inundados en el alginato solidificado, listos para ser medidos.



En cuanto el alginato solidificó se conectaron al electrodo y a cada una de las limas que se encontraban dentro de los 5 conductos, los localizadores de ápices: Root Zx (Morita,Corp,Tokio,Japon), Raypex 6 (VDW, Munich, Germany), IPEX (NSK,Tochigi,Japon), Mini Apex Locator (Sybron Endo,Anahelm,CA),se observó la numeración que aparecía en el display en cada uno de los localizadores y si esta era estable durante 5 segundos se registraba el resultado en nuestra tabla de control.

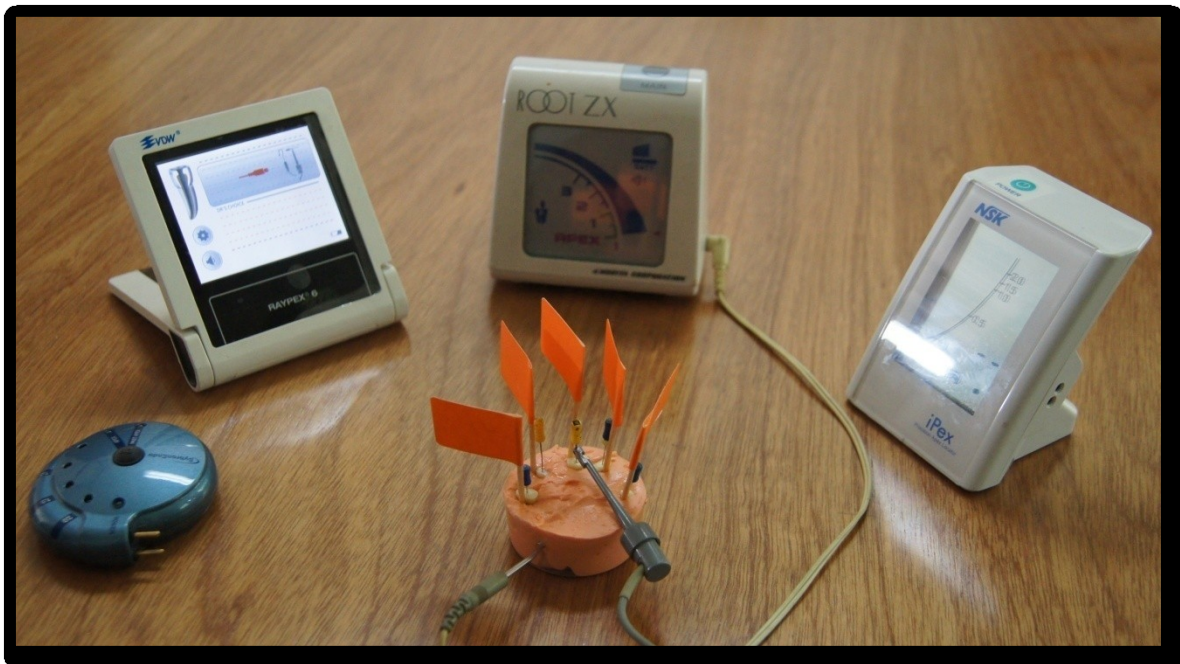


Figura 18. Modelo de estudio siendo medido por el localizador de ápices electrónico Root ZX y listo para ser medido por los 3 localizadores restantes.

El mismo recipiente de plástico con el electrodo universal fue relleno con alginato y en él se colocaron 5 dientes de la misma forma en la que se mencionó anteriormente en 10 ocasiones, a manera de que se pudieran registrar los resultados obtenidos en los 4 localizadores de los 50 conductos seleccionados.

RESULTADOS

Los resultados generales de las lecturas obtenidas se aprecian en la tabla siguiente:

CRITERIO	CASOS (N)	%
FA	65	32.5
A	29	14.5
0.1-0.5AA	71	35.5
0.6-1 AA	27	13.5
1.1 - 1.5 AA	6	3
1.6-2 AA	2	1

Tabla 1. Frecuencia y porcentaje de la totalidad de las lecturas obtenidas con los cuatro localizadores, de acuerdo a los criterios establecidos: FA = Fuera del ápice
A = En el ápice AA= antes del ápice

Se hizo un análisis de las coincidencias que se dieron entre los cuatro localizadores, lo que se aprecia en la tabla 2.

COINCIDENCIAS DE RESULTADOS ENTRE LOS LOCALIZADORES	CASOS (N)	%
Coincidencia en los 4 localizadores	25	50
Coincidencia en 3 localizadores	18	36
Coincidencia en 2 localizadores	7	14

Tabla 2.Frecuencia y porcentaje de coincidencias en los resultados obtenidos de los 4 localizadores.

También se realizó el análisis de las lecturas de los localizadores en forma individual. Los datos se aprecian en las tablas 3 a 6.

CRITERIO	CASOS (N)	%
FA	12	24
A	4	8
0.1-0.5AA	26	52
0.6-1 AA	3	6
1.1 - 1.5 AA	3	6
1.6-2 AA	2	4

Tabla 3. Frecuencia y porcentaje de las lecturas obtenidas con el localizador ROOT ZX , de acuerdo a los criterios establecidos: FA = Fuera del ápice
A = En el ápice AA= antes del ápice

CRITERIO	CASOS (N)	%
FA	15	30
A	7	14
0.1-0.5AA	18	36
0.6-1 AA	10	20
1.1 - 1.5 AA	0	0
1.6-2 AA	0	0

Tabla 4. Frecuencia y porcentaje de las lecturas obtenidas con el localizador Raypex 6, de acuerdo a los criterios establecidos: FA = Fuera del ápice, A = En el ápice AA= antes del ápice.

CRITERIO	CASOS (N)	%
FA	21	42
A	4	8
0.1-0.5AA	17	34
0.6-1 AA	7	14
1.1 - 1.5 AA	0	0
1.6-2 AA	0	0

Tabla 5. Frecuencia y porcentaje de las lecturas obtenidas con el localizador IPEX de acuerdo a los criterios establecidos: FA = Fuera del ápice A = En el ápice AA= antes del ápice

CRITERIO	CASOS (N)	%
FA	21	34
A	4	14
0.1-0.5AA	17	34
0.6-1 AA	7	14
1.1 - 1.5 AA	0	4
1.6-2 AA	0	0

Tabla 6. Frecuencia y porcentaje de las lecturas obtenidas con el localizador Mini Apex Locator, de acuerdo a los criterios establecidos: FA = Fuera del ápice
A = En el ápice AA= antes del ápice

Tomando como base el localizador Root Zx, por ser el que demostró mejores resultados, se hizo una relación de acuerdo a las coincidencias entre este y los otros tres localizadores, para determinar que tanto se acercaban al que nosotros consideramos como el ideal. Esta relación se puede observar en la siguiente tabla.

LOCALIZADORES	CASOS	%
RAXPEX 6	40	80
NSK	36	72
MINI APEX	31	62

Tabla 7 Porcentaje de coincidencia de los 3 localizadores con respecto a los resultados obtenidos por el Localizador de ápices electrónico ROOT ZX.

Por último, se realizó un análisis de la frecuencia de las limas que ajustaron en la en la constricción apical, lo que se presenta en la tabla 8.

Lima	casos (N)	%
20	12	24
25	12	24
30	15	30
35	4	8
40	5	10
45	2	4

Tabla 8. Porcentaje de conicidades de las limas tipo k utilizadas para obtener la conductometría teniendo como referencia la constricción apical en dientes uniradiculares.

DISCUSIÓN

Un gran número de artículos ya han proporcionado información acerca de la exactitud de los localizadores de ápices con respecto a la ubicación de la constricción apical o foramen menor. (5,28-31). Sin embargo diversos autores como Lee y Martínez- Lozano (32-33) han comentado que la ubicación precisa de la constricción apical puede ser difícil de ser determinada, y que probablemente esta no existiría en todos los casos, por lo que algunos autores como Stober y Duran-Sindreu (23-25) han utilizado como punto de referencia una distancia de 0.5 mm coronal al foramen mayor que es el foramen considerado ,como el diámetro más amplio en la transición entre la pulpa y los tejidos periodontales.

En el presente estudio, de igual forma que en investigaciones anteriores (5,28-31) utilizamos como punto de referencia para determinar la exactitud de los localizadores, la constricción apical pero a diferencia de ellos, en este estudio se utilizaron únicamente dientes uniradiculares, que contaran con esta condición y fuera posible observarla por medio de un microscopio estereoscópico.

Por otra parte, como otra diferencia en el procedimiento con respecto a otros estudios, la longitud de trabajo, considerada como la ideal, fue determinada previamente ajustando una lima en la constricción apical con ayuda del microscopio estereoscópico, garantizando de esta manera, que estábamos en la longitud de trabajo ideal, previo a la utilización de los localizadores de ápice.

Dado que los distintos fabricantes de LAEs no estandarizan las mediadas que muestran en cada una de sus pantallas, sino que dan cantidades arbitrarias de la distancia del foramen con relación al instrumento, en este estudio se establecieron criterios de uniformidad, para poder realizar comparaciones entre ellos.

Nuestros datos fueron organizados en 6 rubros de la siguiente manera:

1.- FA: Cuando los LAEs indicaban que la lima se encontraba fuera del Ápice .

2.- A: Cuando los LAEs marcaban 0 o que se encontraba en el Ápice.

3.- 0.1-0.5 AA: Cuando los LAEs indicaban de 1 a 5 estaciones antes del 0 o Ápice.

4.- 0.6-1 AA: Cuando los LAEs indicaban de 6 a 10 estaciones antes del 0 o Ápice.

1.1-1.5 AA: Cuando los LAEs indicaban de 11 a 15 estaciones antes del 0 o Ápice.

6.-1.6-2 AA: Cuando los LAEs indicaban de 16 a 20 estaciones antes del 0 o Ápice.

Una vez organizados los datos realizamos distintos análisis con los resultados comenzado por los registrados en la tabla 1, en la cual podemos observar que el resultado que prevaleció en primer lugar fue de 0.1 – 0.5 AA con un 35.5% en segundo lugar FA con un 32.5% y A con un 14.5%, por lo nos demuestra que los localizadores dieron resultados muy cercanos a la posición de la lima con respecto a la constricción apical.

Con respecto a la tabla 2, donde se llevó a cabo un registro de coincidencias entre los resultados obtenidos por los localizadores en cada caso, notando que en un

50% de los casos hubo coincidencia entre los cuatro localizadores, en un 36 % tres localizadores coincidieron y en un 14 % hubo coincidencia solo entre dos de éstos, por lo que podemos deducir que entre los 4 localizadores hay una similitud muy significativa en la presentación de sus resultados y en las escalas que estos manejan para interpretar sus mediciones.

De la tabla 3 a la 6 se hizo un análisis individual de los resultados arrojados por cada localizador donde pudimos observar que de los 4 localizadores, el Root Zx y el raypex 6 tuvieron como resultados prevalentes los ubicados en el rubro de entre 0.1 -0.5 antes del ápice en un 52% y 36% respectivamente, en el localizador Ipex los resultados con mayor prevalencia fueron los encontrados en el rubro de fuera del ápice en un 42% mientras que el localizador Mini Apex empató su prevalencia en un 34% de los casos entre los rubros fuera del ápice y 0.1-0.5 antes del ápice. Esto es indicativo de que el localizador Root Zx mostró mayor tendencia a determinar la longitud trabajo ideal en 0.1-0.5 antes del ápice, por lo que sería el más confiable, pero debiendo ser utilizado en esta escala.

Por otro lado localizador Ipex marcó una tendencia al rubro de fuera del ápice, por lo que, al hacer el ajuste en el trabajo clínico, quedaríamos más cortos de la longitud de trabajo ideal, lo que es poco recomendable.

Es de destacar que, en por lo menos el 80% de sus casos, cada uno de los 4 localizadores mostraron resultados entre los rubros de fuera del ápice y 0.1-0.5 antes del ápice, lo que nos demuestra que los resultados obtenidos, fueron significativamente cercanos a la ubicación real de la lima respecto al conducto tomando como punto de referencia la constricción apical lo que los hace altamente confiables.

Se realizó un análisis de la tabla siete, para realizar una comparación de los resultados del localizador Root Zx con respecto a los otros tres localizadores, ya que según algunos autores como Goldberd , Elayouti y weiger (34-36) ,se trata del localizador de ápices electrónico más preciso y confiable ante distintos tipos de circunstancias. Las mediciones con mayor similitud fueron los observados con el

localizador Raypex 6 en un 80 % de los casos, seguido por el Ipex en un 72% y por último el localizador Mini Apex en un 62% , por lo que concluimos que el localizador de ápices electrónico que más se asemeja a las mediciones determinadas por el Root zx fue el Raypex 6 , aunque podemos considerar que ninguno de los tres localizadores esta considerablemente alejado de lo que se considera como el localizador de ápices electrónico ideal.

Por último como dato adicional, se hizo el análisis de la tabla ocho, que muestra la frecuencia de conicidad de las limas utilizadas en la constricción apical previa instrumentación del tercio cervical y medio del conducto radicular, la limas prevalentes fueron las 0.30 en un 30% de los casos seguidos de las limas 0.20 y 0.25 con el 24% de los casos cada una, por lo que observamos que en un 80 % de los casos las limas utilizadas para ser ajustadas en la constricción apical oscilan entre la lima 0.20 y 0.30.

CONCLUSIÓN

El localizador de ápices electrónico que resultó más preciso para determinar la ubicación de la longitud de trabajo con respecto a la constricción apical fue el Root Zx, seguido por el Raypex 6, sin embargo los cuatro localizadores de ápices mostraron una determinación de la constricción apical aceptable, la cual ubicaron en el rango de 0.1 a 0.5 indicadores antes del ápice, excepto por el Ipex que resultó ser el menos preciso de los cuatro ubicando en un 42% de los casos la localización de la constricción apical en el rango de fuera del ápice.

Es importante destacar que los resultados de esta investigación son sólo tendencias del funcionamiento de cada uno de los 4 localizadores, ya que el profesional que haga uso de ellos, tendrá su propio criterio con respecto al desempeño y a la fidelidad de los aparatos. Esto puede ser por el nivel de dominio que tenga sobre los localizadores, así como por sus conocimientos y experiencia clínica en el área endodóncica.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ricucci D. Apical limit of root canal instrumentation and obturation, part 1. Literature review. *Int Endod J* 1998;31:384–93.
2. Ricucci D, Langeland K. Apical limit of root canal instrumentation and obturation, part 2. Histological study. *Int Endod J* 1998;31:394–409.
3. Glossary of endodontic terms. 7th ed. Chicago: American Association of Endodontists; 2003
4. Sjogren U, Hagglund B, Sundqvist G, Wing K. Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. *J Endod* 1990;16:498–504.
5. Cianconi L, Angotti V, Felici R, Conte G, Mancini M. Accuracy of three electronic apex locators compared with digital radiography: an ex vivo study. *J Endod* 2010;36:2003–7.
6. ElAyouti A, Weiger R, Löst C. Frequency of overinstrumentation with an acceptable radiographic working length. *J Endod* 2001;27:49–52.
7. ElAyouti A, Weiger R, Löst C. The ability of Root ZX apex locator to reduce the frequency of overestimated radiographic working length. *J Endod* 2002;28: 116–9.
8. Tselnik M, Baumgartner JC, Marshall JG. An evaluation of Root ZX and Elements Diagnostic Apex Locators. *J Endod* 2005;31:507–9.
9. Custer LE. Exact methods of locating the apical foramen. *J Natl Dent Assoc* 1918;5: 815–9.
10. Suzuki K. Experimental study on iontophoresis. *J Jap Stomatol* 1942;16:411.
11. Kobayashi C, Suda H. New electronic canal measuring device based on the ratio method. *J Endod* 1994;20:111–4.
12. De Vasconcelos BC, do Vale TM, de Menezes AS, et al. An ex vivo comparison of root canal length determination by three electronic apex locators at positions short of the apical foramen. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010;110:e57–61.

13. Mini Apex Locator (sales manual). Glendora, CA: Sybron Endo; 2006:1–3
14. VDW. Raypex 5 apex locator: for successful endodontic treatments. Munich: VDW Endodontic Synergy; 2005:1–4.
15. Chen E, Kaing S, Mohan H, Ting S, Wu J, Parashos P. An ex vivo comparison of electronic apex locator teaching models. *J Endod* 2011;37:1147–51.
16. D’Assuncao FL, de Albuquerque DS, Salazar-Silva JR, et al. The accuracy of root canal measurements using the Mini Apex Locator and Root ZX-II: an evaluation in vitro. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007;104:e50–3.
17. de Camargo EJ, Zapata RO, Medeiros PL, et al. Influence of preflaring on the accuracy of length determination with four electronic apex locators. *J Endod* 2009;35:1300–2.
18. Briseno-Marroquin B, Frajllich S, Goldberg F, Willerhausen B. Influence of instrument size on the accuracy of different apex locators. *J Endod* 2008;34:698–702.
19. Ding J, Gutmann JL, Fan B, Lu Y, Chen H. Investigation of apex locators and related morphological factors. *J Endod* 2010;36:1399–403.
20. D’Assuncao FL, Albuquerque DS, Salazar-Silva JR, Dos Santos VC, Sousa JCN. ex vivo evaluation of the accuracy and coefficient of repeatability of three electronic apex locators using a simple mounting model: a preliminary report. *Int Endod J* 2010; 43:269–74.
21. Pascon EA, Marrelli M, Congi O, Ciancio R, Miceli F, Versiani MA. An ex vivo comparison of working length determination by 3 electronic apex locators. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2009;108: e147–51.
22. Stoll R, Urban-Klein B, Roggendorf MJ, Jablonski-Momeni A, Strauch K, Frankenberger R. Effectiveness of four electronic apex locators to determine distance from the apical foramen. *Int Endod J* 2010; 43: 808–17.
23. Stober EK, de Ribot J, Mercadé M, et al. Evaluation of the Raypex 5 and the Mini Apex Locator: An In Vivo Study. *J Endod* 2011;37: 1349–1352
24. Stober EK, Duran-Sindreu F, Mercadé M, et al. An Evaluation of Root ZX and iPex Apex Locators: An In Vivo Study, *J Endod* 2011;37:608–610

25. Duran-Sindreu F, Stober E, Mercadé M, et al. Comparison of In Vivo and In Vitro Readings When Testing the Accuracy of the Root ZX Apex Locator, *J Endod* 2012;38:236–239.
26. Versiani M, Santana B, Caram C, Pascon E, de Souza C, Biffi J. Ex vivo comparison of the accuracy of Root ZX II in detecting apical constriction using different meter's reading. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2009;108:e41–5.
27. Marjanovic T, Star Z, Lackovic I. IFMBE proceedings. New York: Springer; 2007:715–8.
28. Welk AR, Baumgartner JC, Marshall JG. An in vivo comparison of two frequency based electronic apex locators. *J Endod* 2003;29:497–500.
29. Tselnik M, Baumgartner JC, Marshall JG. An evaluation of Root ZX and ElementsDiagnostic Apex Locators. *J Endod* 2005;31:507–9. 8
30. Wrbas KT, Ziegler AA, Altenburger MJ, Schirrmeister JF. in vivo comparison of working length determination with two electronic apex locators. *Int Endod J* 2007;40:133–8.
31. Siu C, Marshall JG, Baumgartner JC, Marshall JG. 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;35:962–5.
32. Lee SJ, Nam KC, Kim YJ, Kim DW. Clinical accuracy of a new apex locator with an automatic compensation circuit. *J Endod* 2002;28:706–9.
33. Martinez-Lozano MA, Forner-Navarro L, Sanchez-Cortes JL, Llana-Puy C. Methodological considerations in the determination of working length. *Int Endod J* 2001;34:
34. Goldberg F, De Silvio AC, Manfre S, Nastri N. in vitro measurement accuracy of an electronic apex locator in teeth with simulated apical root resorption. *J Endod* 2002; 28:461–3.
35. ElAyouti A, Löst C. A simple mounting model for consistent determination of the accuracy and repeatability of apex locators. *Int Endod J* 2006;39:108 –12.
36. Weiger R, John J, Geigle H, Löst C. An in vitro comparison of two modern apex locators. *J Endodon* 1999;25:765–8.