

**CONCORDANCIA ENTRE RAYPEX 6 Y PROPEX PIXI PARA LA
DETERMINACIÓN DE LA LONGITUD DE TRABAJO. ESTUDIO *IN VIVO*.**



**DR. EDUARDO COVO MORALES
DRA. DIANA MORALES MARTÍNEZ**

UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

POSTGRADO DE ENDODONCIA

CARTAGENA DE INDIAS

2016

**CONCORDANCIA ENTRE RAYPEX 6 Y PROPEX PIXI PARA LA
DETERMINACIÓN DE LA LONGITUD DE TRABAJO. ESTUDIO *IN VIVO***

INVESTIGADOR PRINCIPAL

DR. EDUARDO ENRIQUE COVO MORALES

ODONTÓLOGO PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA

ESPECIALISTA EN ENDODONCIA PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA

CO-INVESTIGADORA

DIANA MORALES MARTÍNEZ

ODONTÓLOGA UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

RESIDENTE DE POS-GRADO DE ENDODONCIA

ASESOR METODOLÓGICO

DRA. NATALIA FORTICH MEZA

ODONTÓLOGO UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

MAESTRÍA EN EPIDEMIOLOGÍA

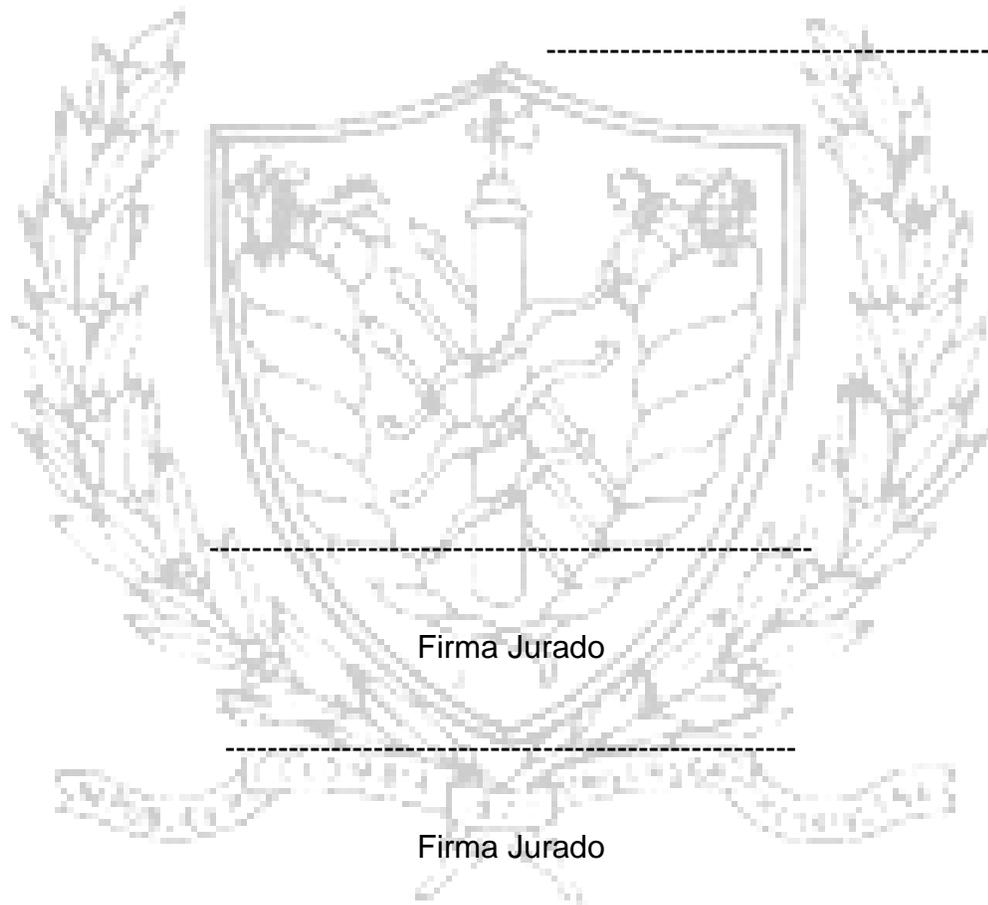
DOCENTE DE POSTGRADO UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN
ENDODONCIA**

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

2016

NOTA DE ACEPTACION



Cartagena de Indias D, T y C Febrero de 2016

AGRADECIMIENTOS

Dedico a DIOS éste logro y le doy gracias por darme la vida a través de mis queridos PADRES quienes con mucho cariño, amor y ejemplo han hecho de mí una persona con valores para poder desenvolverme como PROFESIONAL.

A los Drs. Eduardo Covo, Natalia Fortich, Alfredo Borja, a mis maestros, gracias, por la entrega en su labor, por compartir su sabiduría y todo su conocimiento, por enseñarme a buscar la excelencia en mí desarrollo profesional.

A mis padres y mis hermanas quienes en los momentos más difíciles me dieron su amor, comprensión y apoyo para poder superar todos los obstáculos y lograr éste gran proyecto de vida; a mi hija quien es el motivo y la razón que me ha llevado a seguir superándome día a día, para alcanzar mis más apreciados ideales.

A ti, que caminaste a mi lado en éste arduo proyecto de vida, que has sido mi apoyo en todo momento, para animarme, consolarme y levantarme cuando me he sentido agotada.

Realmente no tengo palabras para agradecerles..... una vez más doy gracias a Dios por ponerlos en mi camino.

Gracias,

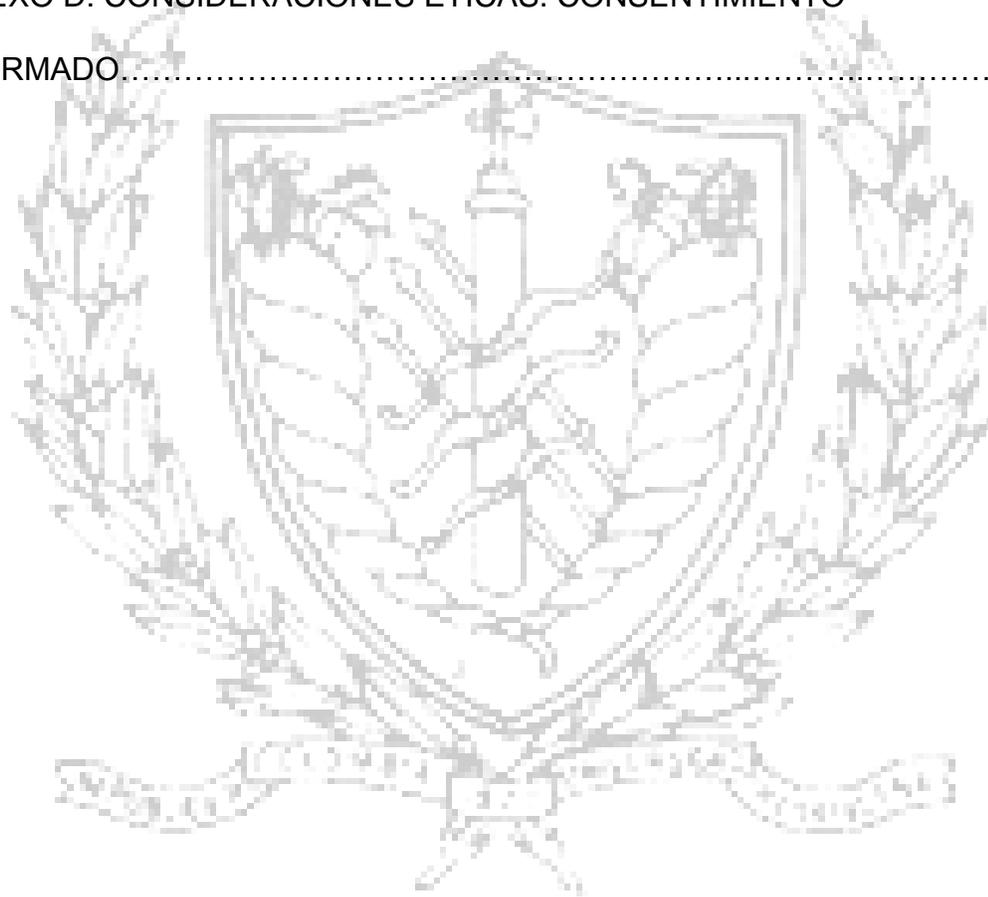
Diana.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	8
ABSTRACT	10
Introducción	11
1. Planteamiento del Problema	13
1.1. Formulación del Problema	15
1.2. Justificación	16
2. Objetivos	17
2.1. Objetivo General	17
2.2. Objetivos Específicos	17
3. Marco teorico	18
3.1. Generalidades	18
3.2. Métodos para la determinación de la longitud de trabajo de los conductos radiculares	20
3.2.1 Método radiográfico	20
3.2.2 Método por sensación táctil	21
3.2.3 Evaluación con puntas de papel	21
3.2.4 Método electrónico	22
3.3 Antecedentes	22
3.4 Funcionamiento de los localizadores apicales electrónicos	22
3.5 Evolucion de los localizadores de acuerdo a sus principios eléctricos	23
3.5.1 Localizadores apicales electrónicos de primera generación	23
3.5.2 Localizadores apicales electrónicos de segunda generación	25
3.5.3 Localizadores apicales electrónicos de tercera generación	27
3.5.4 Localizadores apicales electrónicos de cuarta generación	33
3.5.5 Localizadores apicales electrónicos de quinta generación	34
3.6 Usos de los localizadores apicales en endodoncia	35
3.6.1 Conductometrias de dientes vitales y necróticos	35
3.6.2 Localización de comunicaciones al periodonto	35
3.6.3 Ventajas de los localizadores de foramen actuales	35
3.6.4 Desventajas de los localizadores de foramen actuales	37
3.6.5 Indicaciones de uso clínico del Raypex 6 (VDW)	37

3.6.6	Indicaciones de uso clínico del PROPEX PIXI	40
3.7	Estudios de Pruebas Diagnósticas	43
3.7.1	Pruebas estadísticas para valorar concordancia	44
3.7.2	Estadística de Kappa de Cohen	45
3.7.3	Coefficiente de correlación de Pearson.	45
3.7.4	Coefficiente de Correlación Intraclase.	45
3.7.5	Coefficiente de Correlación y concordancia de Lin	46
4.	Antecedentes	47
5.	Materiales y Método	52
5.1	Tipo de Estudio	52
5.2	Poblacion y muestra	52
5.3	Criterios de Seleccin	52
5.4	Criterios de Inclusión	52
5.5	Criterios de Exclusión	52
5.6	Tamaño de la Muestra	52
5.7	Variables	53
5.8	Operacionalizacion de las Variables	53
5.9	Análisis de la Información	53
5.10	Protocolo del Estudio, Recolección y Procesamiento de la Información	53
5.11	Instrumento	60
5.12	Consideraciones éticas	60
6.	RESULTADOS	61
7.	DISCUSIÓN	64
8.	CONCLUSIONES	67
9.	RECOMENDACIONES	68
	BIBLIOGRAFÍA.....	70
	ANEXOS.....	76
	ANEXO A: TABLA DE RECOLECCIÓN DE DATOS. (CONDUCTOMETRÍAS).....	76
	ANEXO B: TABLA DE RESULTADOS	77

ANEXO C: TABLA 1. COMPARACIÓN EN LONGITUD PROMEDIO EN MILÍMETROS	78
ANEXO C: TABLA 2. CORRELACIÓN Y CONCORDANCIA DE LIN (1989-2000).....	78
ANEXO C: TABLA 3. DIFERENCIA PROMEDIO Y LÍMITES DE ACUERDO DE BLAND Y ALTMAN	78
ANEXO D: CONSIDERACIONES ÉTICAS. CONSENTIMIENTO INFORMADO.....	79



RESUMEN

Introducción: la determinación de la longitud de trabajo tiene como objetivo establecer una medida dentro del sistema de conductos radiculares para la eliminación de la pulpa, los restos pulpares, las bacterias y sus bioproductos, lograr una buena limpieza y conformación dentro del sistema de conductos, el éxito de la terapia pulpar dependen gran medida de la determinación exacta de la longitud del canal radicular. **Objetivo:** establecer *in vivo* la concordancia de Raypex 6 y Propex Pixi (localizadores electrónicos apicales), para determinar la longitud de trabajo y comprobar su exactitud para localizar el foramen, en canales vestibulares de dientes premolares. **Materiales y método:** estudio *in vivo* se utilizó una muestra de 26 canales vestibulares de premolares con formación apical completa sin patología pulpar ni periapical. Dos operadores calibrados por el test de Kappa de Cohen (0,82 acuerdo de 84,1%), se procedió a determinar la longitud radicular utilizando: localizador electrónico de ápice RAYPEX 6® (VDW Múnich Germany), PROPEX PIXI® (Dentsply Maillefer, Tulsa U.S.A) luego llevados al microscopio estereoscópico 25X. Las mediciones fueron realizadas a través del software Image J (software de mediciones biomédicas). Se evaluó la concordancia mediante el coeficiente de correlación y concordancia (CCC Lin) y límites de acuerdo de Bland y Altman utilizando el paquete STATA™ para Windows **Resultados:** al determinar la longitud promedio utilizando los sistemas electrónicos para la determinación de la longitud radicular, en dientes permanentes se encontró que no existían diferencias estadísticamente significativas; Raypex6® 21.9 ± 1.99 y Propex Pixi ® 21.94 ± 1.98 ($p > 0,05$), El promedio de las medidas obtenidas por los 2 localizadores electrónicos apicales fueron similares.

La concordancia entre los dos sistemas electrónicos se calculó a través del coeficiente de correlación y concordancia de Lin (ρ°). La concordancia global obtenida fue de 99,9% (CCC de Lin: 0.996; IC95% [0.993 – 0.99]; $p=0,000$).

Conclusiones: Bajo las condiciones clínicas (*In vivo*) aplicadas para éste estudio,

encontramos una concordancia casi perfecta, no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre el uso de Raypex 6® (VDW Munich Germany) y Propex – Pixi® (Dentsply maillefer, Tulsa U.S.A).

Palabras clave: Longitud de trabajo, localizadores electrónicos apicales, foramen apical, Raypex 6, Propex Pixi, concordancia (DECS).



ABSTRACT

Introduction: the aim of the determination of the working length is to establish a measure within the root canal system to eliminate the pulp, pulpal debris, bacteria and bio-products, achieve good cleaning and shaping within the root canal system, the success of therapy depends largely pulp accurate determination of the length of the root canal. **Objective:** to establish *in vivo* the concordance between Propex Pixi and Raypex 6 (Endodontic apical locators) to determine the working length and check its accuracy to locate the foramen, using vestibular canals of premolars. **Materials and Methods:** *in vivo* study a sample of 26 channels vestibular apical premolars with complete training without pulp or periapical pathology was used. two operators calibrated Kappa test (84.1% agreement 0,82), proceeded to determine the root length using: Electronic apex locator RAYPEX 6® (VDW Munich Germany), PROPEX PIXI® (Dentsply Maillefer, Tulsa USA) then taken to 25X stereomicroscope. The measurements were performed with Image J (software for biomedical measurements). concordance was evaluated by the correlation coefficient and concordance (CCC Lin) and limits of agreement of Bland and Altman using the STATA™ package for Windows **Results:** in determining the average length using electronic apical locators for the determination of root length in teeth permanent it found that there were no statistically significant differences; Raypex6® 21.9 ± 1.99 and $21.94 \pm$ Propex ® Pixi 1.98 ($p > 0.05$), the mean of the measurements obtained by the two electronic apical locators were similar. The agreement between the two electronic systems was calculated through the concordance correlation coefficient and Lin ($p \text{ ©}$). The overall agreement obtained was 99.9% (CCC Lin: 0.996; 95% CI [0.993 to 0.99]; $p = 0.000$). **Conclusions:** under clinical conditions (*In vivo*) applied to this study, we found an almost perfect match, no statistically significant differences between the use of Raypex 6 ® (VDW Munich Germany) and were observed Propex - Pixi® (Dentsply Maillefer, Tulsa U.S.A.).

Introducción

La terapia pulpar es el procedimiento encaminado a devolverle la salud al órgano dental y su periápice, éste tratamiento debe estar confinado dentro del sistema de conductos y para lograr éste objetivo, la constricción apical que es el punto más estrecho del canal a nivel apical, debe ser detectada de manera exacta durante la preparación del canal y a su vez debe existir un control y mantenimiento de la longitud de trabajo durante todo el procedimiento. Si extendemos nuestras preparaciones fuera de los confines del sistema del conducto hacia el periápice, causará dolor e inflamación post-operatorio, en contraste, una conductometría corta, traerá como resultado una sub-obturación y retención de restos pulpaes, bacterias que a largo plazo persistirán dentro del canal y volverán a causar enfermedad.

Existen varios métodos para determinar la longitud del canal, localizar la constricción apical clínicamente, es muy dificultoso, el método más usado en combinación con del conocimiento clínico, es el método radiográfico, pero se ha demostrado que una exposición inadecuada, instrumentos localizados dentro del canal, la distorsión de la imagen, densidad ósea, la dirección de la curvatura radicular y la posición del foramen apical, pueden conllevar a una medición inadecuada.

Las radiografías digitales presentan muchas ventajas en comparación con las radiografías convencionales incluyendo la baja radiación a que sometemos al paciente debido al menor tiempo de exposición, la ventaja de poder observar de una manera instantánea la imagen y que a través de un software podamos observar la imagen con un buen contraste.

Custer en 1918 fue el primero en proponer un método eléctrico para estimar la longitud del canal y basándose en los estudios de Suzuki, Sunada en 1962 sugirió usar las características de resistencia de los canales radiculares para la determinación de la longitud de trabajo. Años más tarde, Inoue introdujo un

Localizador electrónico apical (LEA), el Sono- explorer, el cual emitía un sonido (Beep) a medida que se acercaba al foramen, a partir de éste momento, han continuado evolucionado hasta los localizadores que conocemos hoy en día, en la literatura científica se han publicado muchos estudios evaluándolos bajo diferentes criterios.

Debido a que existen pocos estudios *in vivo* en la literatura científica y no encontramos en las bases de datos publicaciones acerca de la exactitud para determinar la longitud de trabajo de los más reciente localizadores electrónicos apicales, llamados de quinta generación, el propósito del presente estudio fue establecer el grado de concordancia entre dos localizadores electrónicos apicales; el Raypex 6 y el Propex Pixi, bajo condiciones clínicas *In vivo*, en canales vestibulares de primeros premolares.

1. Planteamiento del problema

Una de las mayores controversias en la terapia endodóntica concierne al límite apical y la determinación de la longitud de trabajo (LT). Por décadas ha sido estudiado y aún hoy en día continúa siendo un tema de discusión ya que el establecimiento adecuado de la longitud de trabajo determina en gran medida, el éxito o fracaso de la terapia endodóntica. La longitud de trabajo determina la extensión de la limpieza, la remoción de todo el tejido pulpar, tejido necrótico, los microorganismos y sus bioproductos¹. La importancia de la configuración del conducto radicular radica en que ésta medición (LT) permite determinar a qué distancia del foramen deben llegar nuestros instrumentos en el sistema del conducto radicular. Así mismo, limita la profundidad a la que se puede obturar el conducto². De ésta medida dependerá la evolución, reparación y el éxito o fracaso luego de realizar la terapia endodóntica. Si la medición es precisa, influye favorablemente en el resultado y consecuentemente en el éxito de la terapia endodóntica. Tradicionalmente, los antecedentes históricos revelan que el punto de terminación de la instrumentación y obturación endodóntica se ha determinado por el método radiográfico en combinación con los criterios/experticia³.

Con el avance tecnológico en endodoncia, y con el fin de mejorar y aumentar la tasa de éxito en nuestras terapias endodónticas surgen los localizadores electrónicos apicales, los cuales son dispositivos que localizan de manera electrónica la posición exacta del foramen ayudándonos a los clínicos a determinar de una manera más precisa nuestra longitud de trabajo y mantenernos

¹ GYORFI A, FAZEKAS A. [Problems with working length determination during endodontic therapy]. Fogorvosi szemle. 2006 Aug;99(4):153-9. A munkahossz meghatározásának problematikája a gyokerkezeles soran Osszefoglalo referatum

² KUTTLER Y. Microscopic investigation of root apexes. Journal of the American Dental Association. 1955 May;50(5):544-52.

³ RICUCCI D. Apical limit of root canal instrumentation and obturation, part 1. Literature review. Int Endod J. 1998 Nov;31(6):384-93.

dentro del sistema de conductos ya que si no logramos una buena medición y nos sobrepasamos al peri ápice ocasionaremos retardo en nuestra cicatrización y dolor post-operatorio y lo contrario, si establecemos una medida corta podemos dejar restos pulpares necróticos, bacterias y sus bioproductos que van a perpetuar y a su debido momento exacerbar y reactivar la enfermedad.

Dentro de la literatura clínica existen muy pocos estudios *In vivo*⁴⁵, reportados para la determinación de la longitud de trabajo⁶ y hasta el día de hoy no hay un estudio *In vivo* que establezca una concordancia entre los localizadores apicales Raypex 6® y Propex Pixi®.



⁴PASCON EA, MARRELLI M, CONGI O, CIANCIO R, MICELI F, VERSIANI MA. An in vivo comparison of working length determination of two frequency-based electronic apex locators. *Int Endod J.* 2009 Nov;42(11):1026-31

⁵ STOBER EK, DE RIBOT J, MERCADE M, VERA J, BUENO R, ROIG M, ET AL. Evaluation of the Raypex 5 and the Mini Apex Locator: an in vivo study. *Journal of endodontics.* 2011 Oct;37(10):1349-52

⁶ STAVRIANOS C, VLADIMIROV SB, VANGELOV LS, PAPADOPOULOS C, BOUZALA A. Evaluation of the accuracy of electronic apex locators Dentaport ZX and Ray Pex 4 under clinical conditions. *Folia medica.* 2007;49(3-4):75-

1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

Luego de comprender la importancia de determinar la exactitud de la longitud de trabajo y teniendo en cuenta que sin éste dispositivo (el localizador electrónico apical) no es posible realizar una buena medición y por consiguiente una buena instrumentación, remoción del smear layer, las bacterias y sus bioproductos, lo cual va a ser fundamental en el éxito de la terapia endodóntica, nuestro grupo de investigación se hizo las siguientes preguntas:

Los localizadores apicales, RAYPEX 6® (VDW Múnich Germany) y PROPEX PIXI® (Dentsply Maillefer), ¿Son exactos en la determinación de la longitud de trabajo? ¿Cuál es el grado de concordancia entre estos dos dispositivos?

1.2 JUSTIFICACIÓN

El presente estudio fue desarrollado para establecer el grado de acuerdo o concordancia la longitud de trabajo con el uso de los Localizadores electrónicos apicales Raypex 6® (VDW Múnich) y el PROPEX PIXI® (Dentsply Maillefer Tulsa U.S.A), ya que hasta ahora, no se ha publicado ningún estudio que compare ambos localizadores, RAYPEX 6® y PROPEX PIXI® *in vivo* utilizando como Gold Standard el microscopio estereoscópico con una magnificación de 25X.

La importancia de realizar este estudio, radica en establecer cuál localizador electrónico apical es más exacto y a qué distancia se encuentra de nuestro foramen, los hallazgos encontrados nos van a ayudar a elegir de manera acertada un localizador electrónico apical que determine con exactitud nuestras longitudes de trabajo y por consiguiente lograr una mayor probabilidad de éxito en nuestra práctica.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General:

Estimar el grado de concordancia entre los localizadores apicales electrónicos Raypex 6 (VDW) y Propex Pixi (Dentsply Maillefer, Tulsa, OK, USA), *in vivo*, para la determinación de la longitud de trabajo, en canales vestibulares de primeros premolares.

2.2 Objetivos Específicos:

1. Comparar el grado de acuerdo entre las mediciones obtenidas con ambos localizadores apicales utilizando como Gold estándar el microscopio estereoscópico a 25X.

3. MARCO TEÓRICO.

3.1 Generalidades:

La endodoncia desde el punto de vista etimológico, es la parte de la odontología que trata el interior del diente, donde se encuentra un tejido conectivo muy específico que sólo se observa en el órgano dental denominado pulpa, por lo tanto la endodoncia es la especialidad odontoestomatológica que se encarga del estudio de la morfología, fisiología y patología de la pulpa dental y los tejidos periradiculares, así como el diagnóstico y tratamiento de las enfermedades pulpares y tratamientos de conductos radiculares indicados cuando la pulpa está inflamada o necrótica⁷. El objetivo de la terapia pulpar es lograr la remoción del tejido pulpar inflamado o necrótico, lograr una buena limpieza y preparación biomecánica para un posterior obturación y sellado tridimensional del sistema de conductos.

El éxito de ésta terapia depende en gran medida de la determinación precisa de la longitud del canal radicular (Conductometría), para establecer ésta medición tomamos un punto de referencia coronal y el límite apical debería ser un punto localizado a 1 mm del ápice radiográfico, próximo a la unión cementodentinaria, Weine⁸ 1982⁹, también sugirió que el punto exacto donde deben terminar todas las preparaciones es a 1 mm del ápice radiográfico. Kuttler en 1955¹⁰ identificó un diámetro pequeño o constricción apical como el punto donde la preparación debería terminar y donde la aposición de tejido calcificado es más deseable. Adicionalmente en el caso de radio lucidez periapical, con signos radiográficos de reabsorción, la determinación de la longitud de trabajo debería ser a 0.5 mm del

⁷ MONDRAGÓN ESPINOZA, JAIME D. ENDODONCIA. Interamericana- Mc Graw Hill. México. 1995, 250

⁸ WEINE FS (1982) Terapia Endodontica. Milano, Italia: Scienza e técnica dentistica, Edizioni Internazionali, 183-96.

⁹ RICUCCI D. Apical limit of root canal instrumentation and obturation, part 1. Literature review. Int Endod J. 1998 Nov;31(6):384-93.

¹⁰ KUTTLER Y. (1955). Microscopic investigation of root apexes. Journal of the American Dental Association 50, 544 ± 52.

ápice radiográfico. Ingle en 1973, basado en los estudios de Kuttler, determinó que el diámetro más estrecho del foramen apical está localizado a nivel de la unión dentinocementaria, el cual se encuentra usualmente a 0.5 mm de la superficie externa del ápice radicular, limitando la instrumentación a 0.5 mm del ápice radiográfico. Las imágenes microscópicas muestran que la distancia entre el diámetro mayor y el diámetro menor del foramen se encuentra en un rango entre 0.5 – 1.0.

La sobre-extensión de la instrumentación y el desplazamiento de productos tóxicos del canal radicular al peri ápice debe evitarse. Langeland 1957¹¹ , 1967¹², 1985¹³ defendió la terminación de la instrumentación a nivel de la unión dentinocementaria; él demostró que la distancia entre el ápice radiográfico y la constricción apical varía de una raíz a otra. Histológicamente la unión dentinocementaria es altamente irregular y no coincide con la constricción apical, consecuentemente se rehúsa a aceptar que cualquier distancia desde el ápice radiográfico es un indicador preciso para determinar la longitud de trabajo, desbridamiento y obturación.

En 1956, Strindberg¹⁴, sugirió un modelo clínico y radiográfico para determinar el pronóstico de los tratamientos y determinó que el más alto porcentaje de éxito fue obtenido cuando la obturación terminaba a 1 mm del ápice radiográfico. Este estudio sirvió de guía en un gran número de subsecuentes estudios como el de Kerekes y Tronstad en 1979¹⁵ y Kerekes y col. en 1980¹⁶ Es generalmente

¹¹ LANGELAND K (1957) Tissue Changes in the Dental Pulp: An experimental histologic study. Oslo, Norway: Oslo University Press.

¹² LANGELAND K (1967) The histopathology basis in endodontic treatment. Dental Clinics of North America. Philadelphia and London: WB Saunders Co., 491±520.

¹³ LANGELAND K, LIAO K, PASCON EA (1985) Work saving devices in endodontics Efficacy of sonic and ultrasonic techniques. Journal of Endodontics 11, 499 ± 510.

¹⁴ STRINDBERG LZ. (1956) Dependence of the results of pulp therapy on certain factors. An analytical study based on radiographic and clinical follow-up examination. Acta Odontológica Scandinavica (Suppl. 21)

¹⁵ KEREKES K, TRONSTAD L. Long-term results of endodontic treatment performed with a standardized technique. Journal of endodontics. 1979 Mar;5(3):83-90.

aceptado que la terapia endodóntica debe estar limitada dentro del sistema de conductos radiculares, Ricucci 1998. Para mantener éste objetivo, el canal terminus debería ser detectado lo más preciso posible durante la preparación del canal, además una de las principales preocupaciones es determinar la longitud de trabajo y el punto de preparación y obturación del sistema de conductos.

Debido a que el método con que se cuenta de manera tradicional (método Radiográfico) nos muestra una imagen bidimensional de un objeto tridimensional, y que éste método puede presentar distorsiones dependiendo de la angulación¹⁷, distorsión de imagen, que no podemos identificar el ápice anatómico en la radiografía, y que nos llevan a mediciones erróneas, comenzó la necesidad de crear un dispositivo que nos ayudara a establecer de manera más exacta nuestras conductometrías, a continuación enunciaremos los métodos con que se contaba para establecer nuestras longitudes de trabajo.

3.2 Métodos para la determinación de la longitud de trabajo de los conductos radiculares:

3.2.1 Método radiográfico

3.2.2 Método táctil

3.2.3 Evaluación con puntas de papel.

3.2.4 Método electrónico.

3.2.1 Método radiográfico: Es el método más comúnmente usado. Stein y Corcoran 1992¹⁸, Es aceptado que el foramen apical menor y la constricción

¹⁶ KEREKES K, HEIDE S, JACOBSEN I. Follow-up examination of endodontic treatment in traumatized juvenile incisors. Journal of endodontics. 1980 Sep;6(9):744-8.

¹⁷ FORSBERG J (1987b) Radiographic reproduction of endodontic 'working length' comparing the paralleling and the bisecting-angle techniques. Oral Surgery, Oral Medicine, and Oral Pathology 64, 353-60

¹⁸ STEIN TJ, CORCORAN JF. Radiographic "working length" revisited. Oral surgery, oral medicine, and oral pathology. 1992 Dec;74(6):796-800.

apical se encuentran localizadas de 0.5 a 1 mm del ápice radiográfico, Katz 1991¹⁹ Morfis y col 1994²⁰. Olson y col²¹, determinaron que el foramen menor no puede ser identificado con precisión con una imagen radiográfica.

La precisión del método radiográfico para determinar la longitud de trabajo depende de la técnica utilizada (Forsberg 1987^{a22}, Katz y col 1991). Por ejemplo Sheaffer y col en 2005²³, reveló que una alta densidad radiográfica es más deseable para determinar la longitud de trabajo. Forsberg (1987b) reportó que con la técnica de la bisectriz del ángulo, correcta o incorrectamente tomada fue menos precisa que la técnica del paralelismo. De todas maneras, la localización exacta de la constricción apical no es posible por medios radiográficos, sea por las variantes anatómicas o por errores en la técnica radiográfica, El Ayouti y col. 2002²⁴.

3.2.2 Método por sensación táctil: éste método de medición tiene sus limitaciones ya que es una técnica sensible y sujeta a la interpretación del operador, Seidberg et al 1975²⁵, Chandler y Bloxham 1990²⁶.

3.2.3 Evaluación con puntas de papel: en ésta técnica, una vez seco el conducto, se puede utilizar una punta de papel que se lleva hasta el ápice para

¹⁹ KATZ A, TAMSE A, KAUFMAN AY (1991) Tooth length determination: a review. Oral Surgery, Oral Medicine, and Oral Pathology 72, 238–42.

²⁰ MORFIS A, SYLARAS S, GEORGOPOULOU M, KERNANI M, PROUNTZOS F(1994) Study of the apices of human permanent teeth with the use of a scanning electron microscope. Oral Surgery, Oral Medicine, and Oral Pathology 77, 172–6.

²¹ OLSON AK, GOERING AC, CATAVAIO RE, LUCIANO J. The ability of the radiograph to determinate the location of the apical foramen. Int Endod J 1991; 24: 28-35

²² FORSBERG J (1987a) A comparison of the paralleling and bisecting-angle radiographic techniques in endodontics. International Endodontic Journal 20, 177–82.

²³ SCHAEFFER M, WHITE R, WALTON R (2005) Determining the optimal obturation length: a meta-analysis of the literature. Journal of Endodontics 31, 271–4.

²⁴ ELAYOUTI A, WEIGER R, LOST C. The ability of root ZX apex locator to reduce the frequency of overestimated radiographic working length. Journal of endodontics. 2002 Feb;28(2):116-9.

²⁵ SEIDBERG BH, ALIBRANDI BV, FINE H, LOGUE B. Clinical investigation of measuring working lengths of root canals with an electronic device and with digital-tactile sense. Journal of the American Dental Association. 1975 Feb;90(2):379-87.

²⁶ CHANDLER NP, BLOXHAM GP. Effect of gloves on tactile discrimination using an endodontic model. Int Endod J. 1990 Mar;23(2):97-9. PubMed PMID: 2391186.

descubrir sangrado o humedad, esto sugiere una preparación sobre-extendida o filtración de líquidos en el conducto radicular. Éstos métodos de medición de canales no localizan la constricción apical y no garantizan la instrumentación más allá del foramen apical, Ruddle en 2002, (El Ayouti et al 2001, 2002).

3.2.4 Método electrónico: (Localizadores electrónicos apicales): Es el método más recientemente utilizado, en los últimos años, ha sido notoria la influencia que la tecnología ha tenido en la práctica endodóntica como es el caso particular de nuestras conductometrías la cuales son determinadas por los localizadores electrónicos apicales.

3.3 Antecedentes Localizadores electrónicos apicales:

En 1942, Suzuki²⁷ encontró que la resistencia eléctrica entre el periodonto y la oral en perros era un valor constante. Sunada²⁸, en 1962, basado en los estudios de Suzuki, y usando un óhmetro midió la resistencia eléctrica entre el periodonto oral y la membrana mucosa en 124 dientes y en sus hallazgos concluyó que la resistencia eléctrica era un valor constante de 6.5 KW, independientemente de la edad del paciente, el tipo de diente o de la vitalidad pulpar, también hace la observación de que era necesario introducir la lima a través del foramen apical para obtener medidas exactas.

Inoue en 1972²⁹, basado en el concepto de que la resistencia eléctrica entre la mucosa oral y el periodonto son constantes, realizó modificaciones que permitieron incorporar el uso de sonidos relacionando estos a la profundidad de los conductos.

3.4 Funcionamiento de los localizadores apicales electrónicos: Los conductos radiculares se encuentran rodeados por dentina y cemento que son aislantes de la corriente eléctrica. A nivel del foramen apical menor hay materiales conductores que dentro del conducto radicular están eléctricamente conectados con el ligamento periodontal, que es un conductor de la corriente eléctrica, así, la dentina con tejido y fluidos alrededor del canal, forma una resistencia y su valor depende

²⁷ SUZUKI K (1942) Experimental study on iontophoresis. Japanese Journal of stomatology 16, 411–29.

²⁸ SUNADA I (1962) New method for measuring the length of the root canal. Journal of Dental Research 41, 375–87.

²⁹ INOUE N (1972) Dental 'stethoscope' measures root canal. Dental Survey 48, 38–9.

de su dimensión y de su resistividad inherente. Cuando una lima endodóntica penetra dentro del conducto radicular y enfoca el foramen menor, la resistencia entre la lima endodóntica y el foramen menor decrece, porque la longitud efectiva del material resistivo (dentina, tejido, fluidos) decrece, Nekoofar M. 2002³⁰. El principio de medición de los localizadores apicales electrónicos está basado en la resistencia eléctrica de la dentina (Ushiyama 1983³¹), Huang 1987³², Inoue, 1972³³. La estructura eléctrica del conducto radicular es mucho más complicada que los elementos de resistividad y capacidad descritos anteriormente y modelarla no es una tarea sencilla. Arora Gulabivala en 1995³⁴, propuso un circuito equivalente que modelaba el sistema del conducto radicular incluyendo tejidos periapicales. Ella encontró que el conducto radicular actuó como una red eléctrica compleja con elementos resistivos y condensadores (Nekoofar M. 2002³⁵). La presunción fundamental de los localizadores apicales electrónicos (LEA) es que los tejidos humanos tienen ciertas características que pueden ser modeladas mediante una combinación de componentes eléctricos. Además, midiendo las propiedades eléctricas del circuito eléctrico equivalente, algunas propiedades clínicas (como la posición de la lima) pueden ser extraídas (Nekoofar M. 2002).

3.5 Evolución de los localizadores de acuerdo a sus principios eléctricos:

³⁰ NEKOOFAR MH, SADEGHI K, SADAGHI AKHA E, NAMAZIKHAH MS (2002).The accuracy of the Neosono Ultima EZ apex locator using files of different alloys: an in vitro study. Journal of the California Dental Association 30, 681–4

³¹ USHIYAMA J (1983) New principle and method for measuring the root canal length. Journal of Endodontics 9, 97–104.

³² HUANG L. An experimental study of the principle of electronic root canal measurement. Journal of endodontics. 1987 Feb;13(2):60-4.

³³ INOUE N. Dental "stethoscope" measures root canal. Dental survey. 1972 Jan;48(1):38.

³⁴ ARORA RK, GULABIVALA K. An in vivo evaluation of the ENDEX and RCM Mark II electronic apex locators in root canals with different contents. Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics. 1995 Apr;79(4):497-503.

³⁵ NEKOOFAR MH, SADEGHI K, SADAGHI AKHA E, NAMAZIKHAH MS (2002).The accuracy of the Neosono Ultima EZ apex locator using files of different alloys: an in vitro study. Journal of the California Dental Association 30, 681–4.

3.5.1 Localizadores apicales electrónicos de primera generación:

Los dispositivos para localización de la constricción apical de primera generación son también conocidos como localizadores apicales de **resistencia**³⁶, los cuales miden la oposición al paso de corriente directa o resistencia. Cuando la punta del instrumento colocado dentro del conducto toca el vértice del mismo, el valor de la resistencia es de 6.5 kilo ohm (corriente de 40 mA). A menudo el paciente sentía dolor debido al paso de corriente generado por el aparato.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Fácil de operar	Requiere conducto seco y calibración
uso de limas tipo K	Restauraciones metálicas causan lecturas erróneas
Pantalla de lectura	Contraindicado en pacientes con marcapasos
Detección de Perforaciones	Clip labial con buen contacto
Pruebas pulpares	Sensibilidad por el paciente
	Usar lima ajustada al canal
	Falsas lecturas de perforaciones

Entre los localizadores de primera generación podemos mencionar:

Root Canal Meter (Onuki Medical, Tokio, Japón), el cual fue desarrollado en 1969 debido al alto nivel de corriente, su uso causaba dolor en el paciente.

Endodontic Meter y el Endodontic Meter S II (Onuki medical Co.), los cuales usaban una corriente de menos de 5 μ A. El principal problema de estos dispositivos era que daban resultados erróneos en presencia de fluidos o tejido pulpar.

En de caso del Dentometer (Dahlin Electromedicine, Copenhagen, Dinamarca) y el Endo- Radar (Electrónica Liarre, Imola, Italia), no eran dispositivos fiables al

³⁶ HOER D, ATTIN T. The accuracy of electronic working length determination. Int Endod J. 2004 Feb;37(2):125-31.

compararlos con radiografías convencionales según el estudio de Tidmarsh en 1985.

3.5.2 Localizadores apicales electrónicos de segunda generación:

Los localizadores apicales de segunda generación son también conocidos como localizadores apicales de **impedancia**, el cual mide la oposición al paso de corriente alterna, conocida como impedancia. El diente muestra un incremento eléctrico (alrededor de las paredes de la dentina) el cual es más alto a nivel apical que a nivel coronal, al nivel de la unión cemento-dentina el nivel de impedancia disminuye dramáticamente y el localizador detecta éste cambio súbito y lo indica en el medidor de la pantalla, el inconveniente de éste aparato es que necesita un conducto seco. El cambio en el método para medir la frecuencia fue desarrollado por Inoue en 1985³⁷, quien utilizando este nuevo sistema introdujo en el mercado al Sono-Explorer (Hayashi Dental Suplies, Tokio, Japón) el cual se calibraba en el surco gingival de cada diente. El aparato producía un sonido (beep) conforme uno se acercaba al foramen apical, gracias a esta propiedad algunos clínicos creían erróneamente que la longitud era medida mediante ondas acústicas. Posteriormente se lanzó al mercado el Sono-Explorer Mk (Hayashi Dental Suply) el cual utilizaba una aguja para indicar la distancia al ápice, sustituyendo al sonido que producía su versión anterior.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Opera en presencia de fluidos	Requiere conducto seco
Medidor análogo	Requiere calibración
Pantalla de lectura	Dificultad para operar
no hay sensibilidad por el paciente	Clip labial con buen contacto
Funciona en presencia de RC Prep.	Sin lectura digital
Sin clip labial	usar lima ajustada al canal
Detecta perforaciones	

³⁷ INOUE N, SKINNER DH. A simple and accurate way to measuring root canal length. Journal of endodontics. 1985 Oct;11(10):421-7.

Hasegawa y cols en 1986 introdujeron al mercado un localizador apical de alta frecuencia (400 kHz), conocido como el Endocater, el cual tenía un electrodo conectado a la silla dental y una sonda exploradora cubierta con un material aislante, el cual brindaba la facilidad de realizar mediciones en presencia de sustancias conductoras. El problema con este tipo de aparato fue que la sonda era muy ancha y no podía ser introducida en conductos estrechos, además el material aislante que lo cubría se descamaba, ya que no era resistente a la autoclave. Fouad et al. 1990

Ushiyama en 1983³⁸, propuso el uso de un electrodo bipolar concéntrico el cual media la densidad de la corriente emitida en un área específica del conducto, el potencial máximo al que se llega, ocurre cuando el electrodo alcanza la constricción. Este método de medición basado en la variación del voltaje podía realizar lecturas en presencia de materiales electro conductores, pero su mayor limitación ocurría en conductos radiculares donde la constricción apical estaba ausente. Además, el electrodo no podía ser introducido en conductos delgados.

El Apex Finder y el Endo Analyzer (Analytic/ Endo. Orange. CA, EU) combinan un localizador apical con un vitalómetro pulpar, se auto calibran con un indicador visual, pero sus reportes de precisión no son muy buenos. Fouad y cols en 1993³⁹(16)compararon las estimaciones de la longitud de trabajo tomadas con el Apex Finder y mediante el método radiográfico, encontraron que éste aparato tenía una exactitud del 67% (+/- 0.5 mm del ápice radiográfico). En un estudio en el cual las determinaciones de la longitud de trabajo obtenidas con el Apex Finder se compararon con mediciones anatómicas directas; encontraron un 20% de coincidencia entre las mediciones, mientras que un 53% de las mediciones no

³⁸ USHIYAMA J (1983) New principle and method for measuring the root canal length. Journal of Endodontics 9, 97–104.

³⁹ FOUAD AF, RIVERA EM, KRELL KV. Accuracy of the Endex with variations in canal irrigants and foramen size. Journal of endodontics. 1993 Feb;19(2):63-7.

alcanzaban la verdadera longitud de trabajo por lo que se hablaba de longitud de trabajo corta.

El Digipex (Mada Equipment Co., Carlstadt, Nueva Jersey) tiene un indicador digital visual de LED (Light Emiting Diodo) y un indicador audible, este aparato requiere calibración. Posteriormente se introdujo el Digipex II y III, los cuales combinaban un localizador apical con probador de vitalidad pulpar. Czerw y cols en 1995 encontraron que Digipex II es igual de confiable que el Root ZX en estudios in Vitro.

El Exact-A-Pex (Ellman Internacional, Hewlett, Nueva Cork) tiene una pantalla grafica de barras de LED (luz) y un indicador de audio. En un estudio in vivo se determinó que éste localizador apical tiene una precisión del 55% (+/- 0.5 mm del agujero apical).

El Foramatron IV (Parkell Dental, Farmingdale, Nueva York) tiene una luz de LED centellante y una pantalla digital de LED, no requiere ningún tipo de calibración. Este aparato utiliza corriente alterna e impedancia para medir la distancia entre la punta de la lima y el foramen apical. Los estudios sobre la precisión de las determinaciones electrónicas de este aparato encontraron que en un 65% de los casos eran exactas (+/- 0.5 mm del ápice radiográfico). La ventaja de este aparato es que es pequeño, liviano y económico. Los fabricantes de este localizador apical recomiendan el uso de este aparato en conductos secos, libres de Hipoclorito de Sodio o de cualquier material electrolítico.

3.5.3 Localizadores apicales electrónicos de tercera generación: En los años 90, Saitoh y Yamashita confeccionaron lo que podríamos denominar tercera generación de localizadores, también llamados **dependientes de la frecuencia**, puesto que es la impedancia, no la frecuencia que se mide en éstos dispositivos y las magnitudes relativas de la impedancia se convierten en información de longitud. Ejemplos de estos aparatos es el Root ZX de Morita (que valora el

gradiente de impedancia) y Endex o Apit como se conoce en Europa, de Osada (que valora la diferencia en la impedancia, Fouad 1993⁴⁰).

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Fácil de operar	Requiere conducto seco
funciona en presencia de fluidos	Requiere calibración para cada conducto
Pantalla de lectura	Batería con carga completa
no hay sensibilidad por el paciente	
Funciona en presencia de RC Prep.	
Usa limas tipo K	
Bajo voltaje eléctrico	

Para lograr entender el principio en que se basan los localizadores apicales de tercera generación se requiere una breve introducción. En condiciones normales, el componente reactivo facilita el flujo de corriente alterna, en mayor magnitud para las frecuencias superiores. Por lo tanto, cuando se transmiten dos corrientes alternas a través de un tejido se impedirá con mayor magnitud el paso de la corriente de menor frecuencia. El componente reactivo de un circuito puede modificarse, por ejemplo, cuando cambia de posición la lima dentro del conducto, cuando esto ocurre las impedancias (oposición al paso de corriente) que ofrece el circuito a corrientes de diferente frecuencia cambiarán entre sí. Este es el principio en que se basa el funcionamiento de los localizadores apicales de tercera generación.

La impedancia de un determinado circuito puede ser modificada por la frecuencia del flujo de corriente, por esta razón a este tipo de dispositivos se los denominan dependientes de frecuencia. Es importante recalcar que lo que miden estos dispositivos es la impedancia y no la frecuencia, estas magnitudes relativas de las impedancias se convierten en información de longitud, se ha propuesto el uso del

⁴⁰ FOUAD AF, RIVERA EM, KRELL KV. Accuracy of the Endex with variations in canal irrigants and foramen size. Journal of endodontics. 1993 Feb;19(2):63-7.

término impedancia comparativa ya que explica mejor el funcionamiento de estos localizadores apicales.

Esta generación de localizadores apicales es muy similar a la segunda generación con la diferencia que los de tercera utilizan múltiples frecuencias para determinar la distancia que se encuentra el foramen apical. Estos aparatos tienen poderosos microprocesadores en su interior, por medio de los cuales procesan los coeficientes matemáticos y se realizan los cálculos logarítmicos exactos para obtener lecturas más estables.

El Endex (Osada Electric Compañía, Los Ángeles California y Japón) es el primer localizador de tercera generación que fue introducido en el mercado. En Europa y Asia a este aparato se lo conoce como Apit. Utiliza una corriente alterna muy baja. Las señales de dos frecuencias de 5 y 1 kHz se aplican como una onda, la cual está compuesta de ambas frecuencias. Cuando una lima endodóntica se encuentra en la parte coronal de un conducto la diferencia de las dos frecuencias es pequeña, mientras el instrumento avanza en sentido apical la diferencia en los valores de impedancia comienza a modificarse. Una vez que se llega a la constricción apical los valores de impedancia se encuentran en su máxima diferencia y esta divergencia es indicada por medio de un medidor análogo y con una alarma de audio. Esta diferencia de impedancia constituye la base del método de diferencia. Después de utilizar este aparato dentro de un conducto se lo debe recalibrar para utilizarlo en otro diferente.

Los fabricantes recomiendan el uso del Apit o Endex en presencia de electrolitos (hipoclorito de Sodio o solución salina) dentro del conducto radicular. Cuando se vaya a utilizar este localizador apical en retratamientos se recomienda retirar todo el material de relleno del conducto radicular para determinar de forma electrónica

la longitud de trabajo. El fabricante señala que el tamaño del instrumento endodóntico no afecta la lectura del localizador apical, Murakami 2002⁴¹.

Endex o Apit funciona por medio de baterías, emite una corriente alterna baja que no produce incomodidad en el paciente. Este localizador magnifica los últimos 3 mm del conducto en la pantalla donde mediante un medidor análogo indica la posición en la cual se encuentra el instrumento endodóntico, La zona de la constricción apical se encuentra marcada con el color verde y una alarma pulsante que va aumentando la frecuencia de sonidos emitidos, indica que uno se aproxima a la constricción apical. La alarma se vuelve continua cuando uno llega al foramen apical y la aguja del monitor análogo se encontrará en la línea roja.

Fouad y col en 1993⁴², evaluaron el Endex (Osada Electric Co.) en conductos secos y con diferentes irrigantes y lo compararon con el Exact Apex (Ellman International), Sono Explorer Mark III (Unión Broach) y Neosono D (Amadent) sin encontrar diferencias entre ellos en conductos secos. En conductos con fluidos conductivos el Endex se comportó mejor especialmente cuando el foramen apical era amplio. Se han realizado múltiples estudios sobre la fidelidad de Endex o Apit, donde en promedio se determinó una precisión del 81% (+/- 0.5 mm del foramen apical)

El localizador apical Neosono Ultima EZ (Satelec Inc.; Mont. Laural, Nueva Jersey) en el hemisferio Sur es conocido como DatApex (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza). Es el sucesor de la línea de localizadores apicales Sono-Explorer. Este aparato utiliza múltiples frecuencias para determinar la longitud del conducto radicular ya sea húmedo o seco. El Ultima-Ez incorpora una gráfica del conducto

⁴¹ MURAKAMI M, INOUE S, INOUE N. Clinical evaluation of audiometric control root canal treatment: a retrospective case study. Quintessence international. 2002 Jun;33(6):465-74.

⁴² FOUAD AF, RIVERA EM, KRELL KV. Accuracy of the Endex with variations in canal irrigants and foramen size. Journal of endodontics. 1993 Feb;19(2):63-7.

radicular que muestra la posición de la lima en el conducto y también tiene un dispositivo de audio para indicar la localización del instrumento.

De Moor y cols en 1999⁴³, realizaron un estudio in vitro y encontraron que esta unidad tenía una precisión del 100% (+/- 0.5 mm del foramen apical) en conductos húmedos o secos. También encontraron que esta unidad era poco susceptible a las diferencias entre operadores. Se afirma que este localizador apical es rápido y fácil de usar.

El Apex Finder AFA (all fluid allowed o permite todos los líquidos) (EIE Analytic Endodontics 2002) el fabricante dice que este aparato utiliza cinco frecuencias y emplea en su sistema de funcionamiento los principios de impedancia comparativa dentro de su circuito electrónico. Este localizador se auto calibra y puede realizar mediciones en presencia de electrolitos en el conducto.

Tiene una pantalla de cristal líquido que indica la distancia de la punta del instrumento respecto del agujero apical a incrementos de 0.1 mm, también posee un indicador de audio de repique. La pantalla tiene una barra gráfica que indica el estado del conducto, de esta manera permite al usuario mejorar las condiciones de éste para lograr una correcta medición.

Pommer y cols en el 2002⁴⁴, compararon las mediciones con el Apex Finder y el método radiográfico y encontraron que el 86% de las puntas de las limas se encontraban 0.5-1mm del ápice radiográfico. En los estudios se encontró que este aparato solo puede detectar la constricción apical en el 76.6% de los conductos necróticos y en el 93.9% en conductos vitales. Otro estudio realizado in vivo

⁴³De Moor RJ, Hommez GM, Martens LC, De Boever JG. Accuracy of four electronic apex locators: an in vitro evaluation. *Endod Dent Traumatol.* 1999 Apr;15(2):77-82

⁴⁴ POMMER O, STAMM O, ATTIN T. Influence of the canal contents on the electrical assisted determination of the length of root canals. *Journal of endodontics.* 2002 Feb;28(2):83-5

donde cementaban la lima en el conducto y luego se extraía el diente se encontró que la lima se encontrada en el foramen menor solo en 34.4% de los casos.

El Justwo o el Justy II (Toesco toei Engineering Co. /Medidental, Woodside, Nueva York y Japón), es un dispositivo que utiliza frecuencias de 500 y 2000 Hz, utiliza un método de valor relativo; el aparato detecta dos potenciales eléctricos que corresponden a dos impedancias distintas dentro del conducto radicular, estos dos valores son convertidos en valores logarítmicos y se sustrae el uno del otro, el resultado de esta operación matemática activa el medidor. El fundamento del localizador apical Justwo es similar al del Root ZX. El medidor análogo y el indicador de audio despliegan la posición de la punta del instrumento dentro del conducto. Este aparato puede funcionar correctamente en presencia de electrolitos. Los estudios reportan que éste tipo de localizador tiene una precisión del 82.4% para determinar la localización del área entre el foramen menor y el foramen mayor.

Kobayashi en 1997⁴⁵, quiso evitar las falsas lecturas de los localizadores apicales a causa de los electrolitos dentro del conducto radicular, por esta razón introdujo al mercado el localizador apical Root ZX (J. Morita, Tokio, Japón) basándose en los principios de frecuencia doble e impedancia comparativa. El sistema electrónico empleado es el método de relación o método de división. El Root ZX mide simultáneamente dos valores de impedancia en dos frecuencias diferentes (8 y 0.4 Hz) dentro del conducto, en el interior el aparato tiene un microprocesador que calcula la relación entre las dos impedancias. El coeficiente de estas dos impedancias, se representa en una pantalla de cristal líquido en la que se puede detectar visual y acústicamente el avance de la lima en el conducto. El Root ZX puede ser utilizado en conductos llenos de electrolitos o secos, no requiere

⁴⁵ KOBAYASHI C, YOSHIOKA T, SUDA H. A new engine-driven canal preparation system with electronic canal measuring capability. Journal of endodontics. 1997 Dec;23(12):751-4.

calibración y la lectura de la localización del instrumento es fácil. Nguyen y cols⁴⁶ aseguraron que el Root ZX puede determinar la localización de la constricción apical, aun en ocasiones que esta estructura anatómica no se encuentre presente. También demostró que la determinación electrónica de la longitud de trabajo no se encuentra influenciada por el diámetro del instrumento utilizado.

El Root ZX es el parámetro de comparación de otros localizadores apicales y tiene el 95% del mercado mundial. Se lo ha estudiado en múltiples ocasiones y en diferentes situaciones, los resultados indican que tiene una precisión del 90% (+/- 0.5 mm del foramen apical), otros estudios dicen que tiene una precisión del 100% cuando se aceptan valores de 1 mm respecto a la constricción apical, Nguyen 1996

3.5.4 Localizadores electrónicos apicales de cuarta generación⁴⁷:

Estos dispositivos también usan dos frecuencias separadas de 400 Hz y 8 KHz producidas por un generador de frecuencias variables. A diferencia de los otros aparatos este utiliza 1 frecuencia a la vez, lo que incrementa la exactitud de la medida. Tiene una pantalla grande permite observar el avance de la lima a través del conducto, con una vista aumentada del último mm 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 cuándo se localiza el ápice. 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. Los fabricantes aseguran que el localizador apical Bingo 1020 (Foru, Engineering Technologies, Rishon Lezion, Israel) es de cuarta generación,

⁴⁶ NGUYEN HQ, KAUFMAN AY, KOMOROWSKI RC, FRIEDMAN S. Electronic length measurement using small and large files in enlarged canals. Int Endod J. 1996 Nov;29(6):359-64.

⁴⁷ INGLE JI, HIMEL VT, HAWRISH CE, GLICKMAN GN, SERENE T, ROSENBERG PA, BUCHANAN LS, WEST JD, RUDDLE CJ, CAMP JH, ROANE JB, AND CECCHINI SCM. Endodontic cavity preparation. In Ingle JI, Bakland LK (eds). Endodontics. 5th ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 2002:517-22.

Kaufman y cols en 2002⁴⁸(23), reportó que el Bingo 1020 es igual de preciso que el Root ZX, es fácil de usar y es ideal para principiantes. Se ha introducido en el mercado dos localizadores iguales al Bingo 1020 que son el Raypex 4 y el Raypex 5 (Dentsply). Quinta y Sexta Generación (Dimitrov)

3.5.5 Localizadores electrónicos apicales de quinta generación:

En el 2003 se introdujo Elements Diagnostic Unit and Apex Locator (Sybron Endo, Anaheim, CA, USA), es un aparato que tiene vitalómetro pulpar y localizador apical. El equipo no procesa la información de la impedancia como un cálculo de un logaritmo matemático como lo hacían los localizadores de tercera generación, sino que mide los valores de resistencia y capacitancia y los compara con los números que tiene en una base de datos. De esta manera determina la distancia a la que se encuentra un instrumento hasta llegar al ápice. Utiliza dos señales de 0.5 y 4 KHz. El fabricante asegura que se producen menos errores por medición y que es de alta precisión.

Al Root ZX lo modificaron e incorporaron una pieza de mano para determinar la longitud de trabajo en los casos que se utilicen limas rotatorias. Comercialmente se lo conoce como Tri Auto ZX y Dentalport ZX. Moscoso, pineda en 2014⁴⁹, reportan que tiene una precisión similar al Root Zx de 95%, Kaufman 2002⁵⁰. El motor tiene algunas características de seguridad como auto reversa cuando la lima ha alcanzado la constricción apical.

⁴⁸ KAUFMAN AY, KEILA S, YOSHPE M. Accuracy of a new apex locator: an in vitro study. *Int Endod J.* 2002 Feb;35(2):186-92.

⁴⁹ MOSCOSO S, PINEDA K, BASILIO J, ALVARADO C, ROIG M, DURAN-SINDREU F. Evaluation of Dentaport ZX and Raypex 6 electronic apex locators: an in vivo study. *Medicina oral, patología oral y cirugía bucal.* 2014 Mar;19(2):e202-5.

⁵⁰ KAUFMAN AY, KEILA S, YOSHPE M. Accuracy of a new apex locator: an in vitro study. *Int Endod J.* 2002 Feb;35(2):186-92

Algunos autores identifican los aparatos de la cuarta generación que incorporan un procesador matemático en el localizador de foramen como una quinta generación diferente así como Dimitrov describió un nuevo instrumento clasificándolo como integrante de una sexta generación, sin tener características esencialmente diferentes a los anteriores.

Hoer y Attin⁵¹, 2004 hallaron que los localizadores multifrecuencia determinan bien la zona situada entre la constricción y el orificio apical, pero no son tan precisos para localizar la primera. Por ello al alcanzar la constricción se aconseja sobrepasarla levemente, con lo que el dispositivo alerta que la punta de la lima ha alcanzado el tejido periodontal. Si se retira ligeramente y el dispositivo señala de nuevo la zona de la constricción, aumenta la certeza acerca de su ubicación.

3.6 Usos de los localizadores apicales en endodoncia.

3.6.1 Conductometrías de dientes vitales y necróticos:

Se recomienda su uso una vez retirado la mayor parte del contenido del conducto. Es indispensable colocar un contacto con la mucosa del paciente con el fin de cerrar el circuito eléctrico. La lima no debe quedar extremadamente holgada dentro del conducto para no producir lecturas falsas. Asimismo, los conductos calcificados no darán lecturas confiables. En la mayor parte de los aparatos modernos no es necesario calibrar en cada paciente su diferencia de frecuencia. El uso de irrigantes altamente conductores como el hipoclorito de sodio puede dar lecturas falsas, por lo que es aconsejable secar el conducto antes de utilizar el aparato.

3.6.2 Localización de comunicaciones al periodonto:

La lectura del aparato antes del ápice puede denotar comunicaciones naturales o iatrogénicas al periodonto.

Fracturas horizontales y oblicuas.

Técnica para el uso de los localizadores de foramen:

⁵¹ HOER D, ATTIN T (2004) The accuracy of electronic working length determination. International Endodontic Journal 37,125–31.

Hay que usarlos a diario, en prácticamente todos los pacientes. El entrenamiento mejora de forma notable la precisión en las determinaciones.

Todos los aparatos presentan dos terminales: una se coloca en contacto con la lima que se inserta al conducto y otra terminal en contacto con la mucosa oral que normalmente puede ser esterilizada. Se recomienda que el contacto con la mucosa oral sea desechable para evitar contaminación cruzada entre pacientes

Es prudente no utilizarlos en pacientes con marcapasos.

En los dientes multirradiculares, la cámara no debe estar inundada por la solución irrigadora, sólo los conductos. La cámara puede estar húmeda, pero sólo los conductos pueden estar llenos de la solución. El diente debe estar bien aislado. Si existe una comunicación de la cámara pulpar con la cavidad bucal a través de una caries, tendremos determinaciones erróneas. La lima no debe entrar en contacto con los metales ya que se impide la determinación. Si hay restauraciones de amalgama, es mejor retirarlas ya que, además, puede existir filtración marginal o caer fragmentos de la misma al interior de los conductos. Es preferible terminar de forma correcta el tratamiento de conductos radiculares y restaurar el diente después.

Para poder efectuar una determinación electrónica el conducto debe ser permeable (patente). Por tanto, no podremos utilizarlos en los retratamientos hasta que el conducto esté libre de restos de gutapercha y de selladores que permitan alcanzar la constricción al instrumento.

La determinación electrónica no excluye la realización de radiografías. Éstas nos informan acerca de la morfología de los conductos. Creemos que el mejor procedimiento clínico es efectuar la determinación radiográfica de la constricción apical; mientras se revela la radiografía, se efectúa la determinación electrónica. El valor de ambas determinaciones permitirá aumentar la fiabilidad en el cálculo de la longitud de trabajo. Ante una discrepancia entre ambas determinaciones, nos

inclinamos por aceptar la electrónica por la imposibilidad de percibir de forma visual en una radiografía la posición de la constricción y el orificio apical.

Estos dispositivos son útiles para localizar el nivel de una fractura radicular o de una perforación, pues se comportan de igual manera que el tejido periapical.

3.6.3 Ventajas de los localizadores de foramen actuales:

- Permiten la utilización de cualquier tipo de lima
- Efectúan mediciones con conductos húmedos
- No hace falta eliminar el contenido total del conducto
- Facilidad constante y superior a los anteriores aparatos
- Menor costo en relación con los anteriores aparatos y con el equipo radiográfico

La media estadística del valor absoluto de desviaciones de la constricción apical es significativamente menor en los localizadores al compararlos con aquel derivado del método radiográfico para conductometría.

Pueden ser un método para determinar el nivel de las fracturas horizontales.

3.6.4 Desventajas de los localizadores de foramen actuales

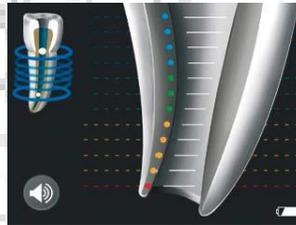
- No se aconseja emplear en pacientes con marcapasos por la posibilidad de interferencias, aunque no se han reportado accidentes con su uso.
- Su uso es limitado en conductos parcialmente calcificados o con coronas protésicas con restauración de muñón metálico.
- No son confiables en dientes con restauraciones metálicas con íntimo contacto con el conducto radicular.
- Aunque es posible su uso en conductos húmedos, no es recomendable que la cavidad pulpar esté inundada con la solución irrigante, con sangre o con otros líquidos.

3.6.5 Indicaciones de uso clínico del Raypex 6.

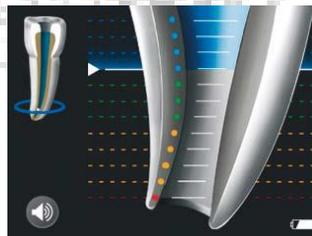
Localización del ápice: (Fig. 1)



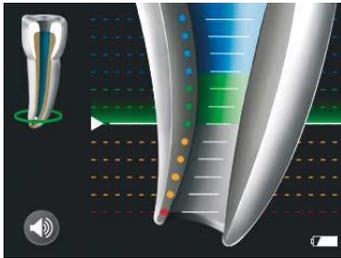
Zona coronal y media: Introduzca lentamente la lima de medición en el conducto. El movimiento de la lima a lo largo de la zona coronal/ media y hacia la zona apical aparece representado en la imagen de todo el conducto por la elipse, que se mueve continuamente hacia abajo (Fig. 2).



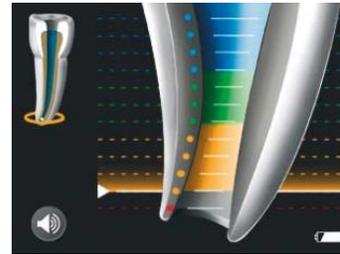
Zona apical: La vista con zoom del avance de la lima aparece en la imagen ampliada de la parte apical del conducto: el zoom apical (Fig. 3).



En la zona apical, la línea de indicación marca la posición exacta y cambia en consecuencia de azul a verde y luego a amarillo (Fig. 4)



Zona apical: verde (Fig. 5)



Zona apical: Amarillo (Fig. 6)

OBSERVACIÓN: La línea de indicación apical muestra la posición de la punta de la lima dentro del conducto:

- Zona azul: zona de advertencia, muy cercana a la zona apical
- Zona verde a amarilla: zona apical
- Barra roja: foramen apical.

Sobreinstrumentación: Una vez que la punta de la lima ha pasado el foramen apical, aparece el punto rojo de advertencia debajo de la imagen de zoom apical y se emiten breves pitidos de advertencia (Fig. 6).



ADVERTENCIA: Al igual que en todos los dispositivos electrónicos de este tipo utilizados para la determinación de la longitud, las barras mostradas en el zoom apical no representan la distancia en milímetros.

En algunos casos, no es posible determinar con precisión la posición de la lima.

Síntoma con condición especial: foramen apical excepcionalmente grande por lesión o formación incompleta, puede generar una medición más corta que la longitud real, fractura o perforación radicular esto puede provocar mediciones incorrectas.

3.6.6 Indicaciones de uso clínico del PROPEX PIXI (Dentsply Maillefer, Tulsa U.S.A)



Advertencia: Las indicaciones de la escala en la pantalla del propex Pixi no representan la longitud o distancia en milímetros u otras unidades lineales. Simplemente indica la progresión de la lima en dirección al ápice.

Los siguientes factores pueden causar lecturas erróneas:

Conductos radiculares bloqueados, dientes con ápices grandes, fractura radicular o perforación, coronas o puentes metálicos, si se contacta con la lima o con el clip labial.

Lecturas incorrectas o inexactas alrededor de los transmisores de radiofrecuencia portátiles, estos aparatos deberían apagarse durante el uso del propex Pixi.

La interferencia electromagnética puede causar funcionamiento incorrecto del aparato. En estos casos el comportamiento del equipo puede ser errático o anormal. El uso de aparatos que emiten radiación electromagnética, tales como teléfonos móviles, mandos a distancia, transmisores, etc., deberían prohibirse cerca de propex Pixi. Para prevenir la transferencia de agentes infecciosos, se recomienda utilizar un dique de goma durante el tratamiento dental.

Asegurarse que el clip labial, el gancho o la horquilla no contacten con una fuente de electricidad como un enchufe. Esto produciría una descarga eléctrica severa

No usar el propex Pixi en presencia de sustancias inflamables.

PRECAUCIONES:

Nota importante: El uso solo de localizadores de ápice sin radiografías pre y postoperatoria no es una práctica recomendada, ya que los localizadores de ápice puede que no trabajen correctamente en todas las condiciones. Se recomienda hacer una radiografía antes de usar la unidad, y comparar la información obtenida por ambos métodos. En caso de una discrepancia clínica notable, se recomienda tomar una segunda radiografía con una lima en el conducto a la longitud de trabajo.

Uso clínico:

- Colocar el clip de labio al paciente.
- Insertar la lima en el conducto, para asegurar un funcionamiento óptimo el tamaño de la lima debería estar ajustado al diámetro del conducto.
- Conectar el gancho de conexión al vástago metálico de la lima.

La primera barra dejará de parpadear y sonará una señal acústica doble – ver (figura 7)



Nota: Una barra que parpadea indica una conexión fallida. Si ocurriera, comprobar las conexiones de los cables, limpiar el gancho de conexión y el clip de labio, humedecer el conducto si fuera necesario y empezar de nuevo.

No se requieren otros ajustes antes de empezar la localización del ápice.

Localización del ápice:

Avanzar la lima con giros lentos en sentido de las agujas del reloj. En la zona pre-apical, la barra 2.0 se ilumina (ver figura 8) y se escucha una señal acústica. Al progresar la lima por el conducto, las siguientes barras se iluminan gradualmente (figura 9) y el intervalo entre los pitidos se acorta. Si la gráfica, en la parte alta del conducto, hace repentinamente un gran movimiento, continuar suavemente hacia el ápice y la señal acústica volverá a la



Figura 8



Figura 9

Advertencia: La escala en la pantalla del propex Pixi™ no representan una longitud o distancia definida en milímetros u otras unidades lineales de medida, simplemente, indica la progresión de la lima hacia el ápice.

Zona apical: La zona apical se divide en 3 barras graduadas desde 1.0 a 0.0 (ápice) (Figura 10 y 11)) Cuando se alcanza el ápice, se escucha un tono continuo.

La indicación 0.0 en la pantalla del propex Pixi (figura 12) muestra la posición de la lima en el foramen apical (longitud apical):



Sobreinstrumentación: Un segmento rojo con la palabra “OVER” y una advertencia acústica (sonidos rápidos intermitentes) indican que la lima ha sobrepasado el ápice (figura 13).



3.7 Estudios de pruebas diagnósticas

Las pruebas diagnósticas son procedimientos diagnósticos instrumentales, exploraciones físicas que nos aportan información para identificar pacientes con enfermedad, para evaluar su utilidad ésta debe ser reproducible y haber concordancia entre los mismos⁵².

El término concordancia se deriva de la expresión latina concordare, cuyo significado hace referencia a que hay ‘correspondencia o conformidad de una cosa con otra⁵³. La concordancia es un método estadístico para medir la intercambiabilidad entre diferentes sistemas de aplicación clínica, mide la extensión en que los resultados producidos por dos técnicas diferentes son iguales entre sí, es decir, la extensión en la que una de las técnicas podría servir como sustituta de la otra cuando se utilizan en el mismo sujeto de forma simultánea, esto último, con el fin de asegurar que las diferencias encontradas sean inherentes a las técnicas o instrumentos evaluados y no a cambios propios del sujeto.

⁵² A GÓMEZ de la Cámara —Caracterización de pruebas diagnósticas —Neurología 2003; 8 (s1)31-38.

⁵³ Didacterion, Diccionario latín-español. [Sitio en Internet]. Visitado 2010 Mar 8. Disponible en: http://recursos.cnice.mec.es/latingriego/Palladium/5_aps/diclat.php

Tiene como objetivo, establecer el grado de comparación entre los resultados de dos pruebas diagnósticas o instrumentos de medición y así determinar si las dos pruebas o instrumentos producen resultados lo suficientemente comparables que los haga intercambiables. El propósito de realizar este tipo de estudios responde por un lado, a la necesidad clínica de aplicar exámenes diagnósticos menos costosos e invasivos con alta exactitud y por otro lado a la necesidad de soportar la validez interna de los estudios científicos la cual depende de que las mediciones que se realicen representen en realidad las variables que se están evaluando.

Existen dos tipos de estudio de concordancia:

- Estudios de **conformidad** cuando se comparan las medidas de una técnica nueva con las obtenidas de un patrón de oro claramente identificado como por ejemplo la sonda periodontal manual para el diagnóstico de enfermedad periodontal.
- Estudios de **consistencia**, se usan para comparar los resultados de dos técnicas entre si cuando no existe un patrón de oro reconocido y ninguna de las dos se asume como la «correcta».⁵⁴

La concordancia entre las resultados obtenidos de dos instrumentos o técnicas se dan en términos de **precisión** que elimina el error debido al azar incrementando el potencial del método de estudio para la detección de errores y **exactitud** que elimina el error debido al sesgo e influye sobre validez externa e interna de un estudio porque permite determinar el grado en que los resultados observados en la muestra estudiada pueden ser extrapolados a un universo o población general.

3.7.1 Pruebas estadísticas para valorar concordancia⁵⁵:

⁵⁴ CEPEDA SM, PÉREZ A. Estudios de Concordancia. Métodos para determinar la intercambiabilidad entre diferentes sistemas de medición en la práctica clínica. Capítulo 17 Pág. 287 – 301 Editorial. CEJA

Las pruebas estadísticas utilizadas para evaluar la concordancia dependen del tipo de escala en la cual los datos bajo consideración son expresados. La investigación de la concordancia entre dos variables, métodos o procesos requiere:

- Que las dos variables sean expresadas en el mismo tipo de escala.
- Que las dos variables contengan el mismo número de categorías.

3.7.2 Estadística de Kappa de Cohen (1960): Es un instrumento diseñado por Cohen que ajusta el efecto del azar en la proporción de la concordancia observada. Calcula el porcentaje de acuerdo entre observadores. Es preferible a otros índices de acuerdo porque corrige el porcentaje de acuerdo que pueda deberse al azar⁵⁶.

Para los datos cuantitativos:

3.7.3 Coeficiente de correlación de Pearson: es una medida usada para investigar la concordancia, sin embargo, teniendo en cuenta que ésta es una estadística de correlación que refleja la tendencia entre los resultados de dos métodos y no la concordancia porque no tiene en cuenta el sesgo sistemático, su utilización no es adecuada. Para este tipo de datos la concordancia se evalúa utilizando:

3.7.4 El coeficiente de correlación intraclase = CCI Estima el promedio de las correlaciones entre todas las posibles ordenaciones de los pares de observaciones disponibles. Tiene en cuenta lo anterior y combina correlación

⁵⁵ BAUTISTA G, TAMAYO MC. Evaluación de pruebas diagnósticas. Estudios de concordancia. Revista Científica Facultad de Odontología Universidad El Bosque. 2005; 11(2):74-9.

⁵⁶ CEPEDA M, PEREZ A, RUIZ M, GÓMEZ C, LONDOÑO D: Investigación Clínica: Epidemiología clínica aplicada. Centro Editorial Javeriano; 2001. p. 288-301.

diferencia de medias. Para la situación más simple de concordancia entre dos métodos u observadores, el coeficiente de correlación intraclase se define como:
 $CCI = \frac{A^2+B^2-C^2}{A^2+B^2+D^2-C^2}$ en donde, A es la desviación estándar del método u observador A, B es la desviación estándar del método u observador B, C es la desviación estándar de las diferencias de los métodos A y B, D es la diferencia promedio de los dos métodos y n es el número de pacientes.

INTERPRETACION: oscila entre 0 y 1

CCI=1: máxima concordancia posible.

CCI=0: se obtiene cuando la concordancia observada es igual a la que se esperaría que ocurriera sólo por azar.

3.7.5 Coeficiente de correlación y concordancia (CCC) de LIN:

- Determina que tanto se desvían los datos obtenidos por los dos métodos de la línea de perfecta concordancia (línea de 45 grados que se inicia en 0).
- Se grafica el resultado obtenido con el método 1 contra el resultado obtenido con el método 2 para cada muestra, con el fin de observar si los puntos están sobre una línea de 45 grados que pasa por el origen, esto es la línea de concordancia.

Cuadro 2. Grado de concordancia según valor del coeficiente de Lin	
Grado de concordancia	Valor del coeficiente de Lin
Casi perfecta	> 0.99
Sustancial	0.95 – 0.99
Moderada	0.90 – 0.90
Pobre	< 0.90

4 ANTECEDENTES

La primera persona en afirmar que el sistema de conductos radiculares podría ser medido a través de una corriente eléctrica, fue Custer⁵⁷ en 1918, poco se hizo con esta idea hasta que en 1942 Suzukiⁱ describió que la resistencia eléctrica entre el ligamento periodontal y la mucosa oral, era un valor constante (6.5 Kilo ohmios). Este principio no fue examinado hasta 1962 por Sunada⁵⁸, quien realizó una serie de experimentos en pacientes y describió que la resistencia eléctrica entre la mucosa oral y el periodonto no sólo era un valor constante, sino que era independiente de la edad del paciente, la forma o tipo de diente a su vez se necesitaba insertar una lima y llevarla hasta el foramen apical para así completar un circuito eléctrico desde la mucosa oral hasta el ligamento periodontal.

Luego Ionue en 1972⁵⁹, basado en el concepto de que la resistencia eléctrica entre la mucosa oral y el periodonto son constantes, realizó modificaciones que permitieron incorporar el uso de sonidos relacionando estos a la profundidad de los conductos. Uno de los localizadores más

⁵⁷ CUSTER LE (1918) Exact methods of locating the apical foramen. Journal of the National Dental Association 5,815-9.

⁵⁸ Sunada I (1962) New method for measuring the length of the root canal. Journal of Dental Research 41, 375-87.

⁵⁹ INOUE N (1972) Dental 'stethoscope' measures root canal. Dental Survey 48, 38-9.

populares de los 70 y 80, el Sono-Explorer (Unión Broach, New York, New Cork) fue desarrollando utilizando estas modificaciones. Años más tarde, en 1987 Huang⁶⁰, describió que este principio no es una característica biológica, sino por el contrario un principio físico.

Nguyen HQ⁶¹ y col en 1996, en su estudio acerca de determinación de longitud de trabajo usando limas largas (mayores de 25mm) y limas Cortas (21 mm) utilizando el Root ZX, encontró que éste identificaba el diámetro apical más estrecho inclusive en ausencia anatómica de la constricción apical y que las mediciones obtenidas entre los dos grupos de limas eran similares (comparables).

Shabahang⁶² en 1996, realizó un estudio in vivo donde evaluó la exactitud del Root ZX y encontró que era un 96% preciso y se localizaba a ± 0.5 del foramen apical

Hasta la fecha, muy pocos estudios *In vivo* han evaluado la exactitud de los localizadores electrónicos apicales, Pascon⁶³ et al 2009 comparó la determinación de la longitud de trabajo de dos localizadores apicales (Raypex 5 y Dentaport ZX) y sus mediciones confirmadas radiográficamente por medio de un software (VisualiX eHD), la distancia entre la punta de la lima y el ápice radiográfico fue comparada estadísticamente, y la diferencia entre la distancia entre la punta de la lima y el ápice radiográfico fue de -1.08 ± 0.73 y -1.0 ± 0.63 para Dentaport ZX y Raypex 5 sin diferencias estadísticamente significativas.

⁶⁰ HUANG L. An experimental study of the principle of electronic root canal measurement. Journal of endodontics. 1987 Feb;13(2):60-4.

⁶¹ NGUYEN HQ, KAUFMAN Y, KOMOROWSKI, FRIEDMAN S. Electronic length measurement using small and large files in enlarged canals. Int Endod J 1996; 29:359-64.

⁶² SHABAHANG S, GOON WWY, GLUSKIN AH. An in vivo evaluation of Root ZX electronic apex locator. J Endodon 1996; 22:616-8.

⁶³ PASCON EA, MARRELLI M, CONGI O, CIANCIO R, MICELI F, VERSIANI MA. An in vivo comparison of working length determination of two frequency-based electronic apex locators. Int Endod J. 2009 Nov;42(11):1026-31.

Stavrianos en 2007⁶⁴, evaluó la exactitud de los localizadores Dentaport ZX y Raypex 4 bajo condiciones clínicas, éste estudio utilizó una muestra de 80 dientes unirradiculares, extraídos luego de la medición, llevados al microscopio, visualizados y medidos con una magnificación de 15 X, en sus resultados reportan que el DentaPort ZX localiza el foramen apical en 95% de los casos y el Raypex 4 en 92,5%, con una precisión clínica de ± 0.5 mm, no encontraron diferencias estadísticamente significativas para localizar el foramen. ($p < 0.05$)

Moscoso⁶⁵ et al en 2014, realizó un estudio *in vivo* con una muestra de 36 raíces donde comparó la exactitud del Dentaport ZX y Raypex 6 para localizar el foramen mayor, el Dentaport fue exacto en un 82.35% y Raypex 6 un 88.22%.

Christofzik en 2015, en su estudio *In vitro* comparó el Raypex 6 y Endopilot con una muestra de 120 dientes, realizó la medición durante la instrumentación usando limas manuales y durante la instrumentación rotatoria, para determinar la distancia entre la punta de la lima y la constricción apical y/o el foramen utilizaron el software de análisis de imágenes (Novel). Éste estudio se evaluó estadísticamente con el ICC, ($p < 0.01$) y no encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos.

Los estudios *ex vivo* acerca de la exactitud de los localizadores apicales electrónicos frecuentemente usan el foramen mayor como punto de referencia. (Pagavino y col 1998⁶⁶, Lauper y col 1996⁶⁷. Otros estudios han usado

⁶⁴ STAVRIANOS C, VLADIMIROV SB, VANGELOV LS, PAPADOPOULOS C, BOUZALA A. Evaluation of the accuracy of electronic apex locators Dentaport ZX and Ray Pex 4 under clinical conditions. *Folia medica*. 2007;49(3-4):75-

⁶⁵ MOSCOSO S, PINEDA K, BASILIO J, ALVARADO C, ROIG M, DURAN-SINDREU F. Evaluation of Dentaport ZX and Raypex 6 electronic apex locators: an *in vivo* study. *Medicina oral, patología oral y cirugía bucal*. 2014 Mar;19(2):e202-5.

⁶⁶ PAGAVINO G, DIAMANTE D, MARRI M, PACE R. [Localization of the apical foramen using the newest electronic instruments: stereomicroscopy and SEM (scanning electron microscopy)]. *Minerva stomatologica*. 1995 Nov;44(11):499-506. La localizzazione del forame apicale con strumenti elettronici di ultima generazione: analisi allo stereomicroscopio e al MES.

radiografías de control para determinar la exactitud de la longitud de trabajo de los localizadores apicales in vivo, Dunlap y cols.1998⁶⁸, Stein en 1990⁶⁹, De Moor y col 1999⁷⁰, pero la posición de la punta de medición del instrumento no fue determinada en relación con la constricción apical, los estudios *in vitro* no incluyen los errores que pueden ocurrir cuando se está realizando la medición en boca, Czerw y col .1995⁷¹.

Chopra, en 2008⁷², evaluó la exactitud de dos localizadores electrónicos de ápice (EALS), Raypex (quinta generación y Neosono (Satelec) con una muestra de diez dientes unirradiculares, los resultados obtenidos mostraron que la fiabilidad en la detección de EAL el ápice varía de 80 a 85% para Neosono sistemas y 85 a 90% para los sistemas Raypex. Los resultados sugieren que la medición del canal radicular con método electrónico puede ser una técnica objetiva y reproducible aceptablemente.

Singh en 2012⁷³, realizó un estudio comparativo entre localizador electrónico apical y método radiográfico con una muestra de 20 dientes, encontró que el

⁶⁷ LAUPER R, LUTZ F, BARBAKOW F. An in vivo comparison of gradient and absolute impedance electronic apex locators. Journal of endodontics. 1996 May;22(5):260-3.

⁶⁸ DUNLAP C, REMEIKIS N, BEGOLE E, RAUSCHENBERGER C (1998).An in vivo evaluation of an electronic apex locator that uses the ratio method in vital and necrotic canals. Journal of Endodontics 24, 48–50

⁶⁹ STEIN TJ, CORCORAN JF, ZILLICH RM. Influence of the major and minor foramen diameters on apical electronic probe measurements. Journal of endodontics. 1990 Nov;16(11):520-2.

⁷⁰ DE MOOR RJ, HOMMEZ GM, MARTENS LC, DE BOEVER JG. Accuracy of four electronic apex locators: an in vitro evaluation. Endod Dent Traumatol. 1999 Apr;15(2):77-82

⁷¹ CZERW RJ, FULKERSON MS, DONNELLY JC, WALMANN JO. In vitro evaluation of the accuracy of several electronic apex locators. Journal of endodontics. 1995 Nov;21(11):572-5.

⁷² CHOPRA V, GROVER S, PRASAD SD. In vitro evaluation of the accuracy of two electronic apex locators. Journal of conservative dentistry : JCD. 2008 Apr;11(2):82-5.

⁷³ SINGH SV, NIKHIL V, SINGH AV, YADAV S. An in vivo comparative evaluation to determine the accuracy of working length between radiographic and electronic apex locators. Indian journal of dental research : official publication of Indian Society for Dental Research. 2012 May-Jun;23(3):359-62..

método electrónico mostró mayor número de casos con la longitud de trabajo en la constricción apical, y concluyó que el método electrónico para determinar la longitud de trabajo del conducto radicular era más preciso que el radiográfico.

Mandilik en 2013⁷⁴, realizó un *estudio in vivo*, el en cual evaluó diferentes métodos para determinar la longitud de trabajo (sensación táctil, radiografía digital y localizador electrónico apical, el Root ZX), para localizar la constricción apical, en sus resultados encontró que el Root ZX mostró una exactitud de 99.85%, sensación táctil de 97 % y radiografía digital de 98%, concluyó que el Root ZX es el método de medición más exacto.

Hassanien, en 2008⁷⁵ en su estudio, trató de relacionar el CDJ(unión cemento-dentina) , la constricción apical y el foramen y medir el canal en éstos puntos, a su vez determinar la longitud de trabajo con el Root ZX y el método radiográfico. En sus resultados encontró que había diferencia significativa entre el Root Zx y el método radiográfico.

⁷⁴ MANDLIK J, SHAH N, PAWAR K, GUPTA P, SINGH S, SHAIK SA. An in vivo evaluation of different methods of working length determination. The journal of contemporary dental practice. 2013 Jul-Aug;14(4):644-8.

⁷⁵ HASSANIEN EE, 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. Journal of endodontics. 2008 Apr;34(4):408-12.

5. MATERIALES Y MÉTODO.

5.1 Tipo de estudio:

El siguiente estudio fue experimental *in vivo*, en el que se va a medir la exactitud de los localizadores apicales.

5.2 Población y muestra.

Las conductometrías (mediciones) fueron realizadas en pacientes adultos, de ambos sexos que acuden a la clínica de la Facultad de odontología de la Universidad de Cartagena (previo consentimiento informado) con indicaciones de exodoncia de premolares con fines ortodónticos

5.3 Criterios de selección.

Se escogieron las muestras de aquellos pacientes que cumplieron las siguientes características:

5.4 Criterios de inclusión.

Pacientes adultos de ambos sexos, que autorizaron la realización de procedimiento (Determinación de la longitud de trabajo) en primeros premolares sanos, con formaciónápico-radicular completa sin tratamiento endodóntico previo y que aceptan participar en el estudio.

5.5 Criterios de Exclusión.

Se excluyeron pacientes con discapacidad física, motora o mental, premolares con destrucción coronal, patología pulpar o periapical, formación apical incompleta, sin cierre apical, reabsorciones internas o externas, y premolares sin permeabilidad apical.

5.6 Tamaño de la Muestra.

El tamaño de la muestra es de 26 canales vestibulares de primeros premolares con indicaciones de exodoncia con fines ortodónticos. Se calculó la muestra utilizando el software GenStat Twelfth Edition (V.12.1.0.3278 – VSN International Ltd., U.K.) que calcula tamaño de muestra para el coeficiente de correlación y concordancia de Lin.

5.7 Variables:

La variable que se midieron es la longitud del conducto radicular, expresado en mm, tomada con cada uno de los localizadores apicales).

5.8 Operacionalización de las variables:

Tipo de variable	Nivel de medición	Indicador
Cuantitativa	Continua (mm)	milímetro

5.9 Análisis de la información:

El análisis estadístico se realizó a través del estadístico de Kappa de Cohen para la estandarización del operador, el coeficiente de correlación y concordancia de Lin, e Índice de Acuerdo de Bland y Altman. Para el análisis estadístico de los datos se utilizó el paquete STATA® TM para Windows.

5.10 PROTOCOLO DEL ESTUDIO, RECOLECCIÓN Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN:

Luego de obtener el consentimiento por escrito de los pacientes que participan en el estudio (con edades entre 18 y 45 años, sin antecedentes médicos, que no se encuentren tomando algún tipo de medicación, no fumadores), con exodoncia indicada de premolares con fines ortodónticos, se seleccionaron los dientes con desarrollo radicular completo, determinado por medio de una radiografía (periapical) y clínicamente mediante pruebas de sensibilidad al frío. Todos los procedimientos y mediciones fueron realizados por dos operadores entrenados y calibrados por el test de Kappa. Se excluyeron de nuestro estudio dientes con desarrollo radicular incompleto o reabsorción radicular, clínicamente con signos de enfermedad periodontal, fracturas, oclusión traumática. **(Imagen 1)**



Imagen 1 (preparación de la paciente)

Se aisló el premolar con tela de caucho bajo anestesia infiltrativa, con aguja corta, y roxicaina al 2%, (lidocaína + epinefrina 1:80000). En el caso de premolares superiores se usaron las técnicas alveolar media superior y palatina y en el caso de premolares inferiores la técnica dentaria inferior, lingual y bucal. Se realizó la preparación de acceso al canal y la porción de pulpa cameral se extirpó usando una lima SX de protaper (Maillefer, Ballaigues, Switzerland). El canal se irrigó con NaClO al 2,5 %, el exceso de líquido se removió de la cámara pulpar usando un eyector de conductos. **(Imagen 2)**



Imagen 2 (Aislamiento y apertura del premolar)

Para los dos localizadores apicales, Raypex 6® y Propex Pixi®, el clip se ajustó al labio el paciente y el electrodo se conectó a una lima 10 tipo K o la lima que en cada caso ajustó mejor (**Imagen 3**). Con el Raypex 6, la lima avanzó hasta que la barra roja empezó a iluminar de manera ininterrumpida el cual indicó el foramen mayor (de acuerdo a las indicaciones del fabricante) y luego se retrocedió 0.5 para el Propex Pixi®, la lima avanzó hasta la luz roja y la señal apareció en el display. Para el Root ZX® se llevó la lima hasta que la señal de “APEX” apareció en el display y se retrocedió 0.5 del foramen mayor tal como lo señaló el display del localizador. Las mediciones fueron consideradas válidas si se mantienen estables por lo menos 5 segundos.



Imagen 3 (Localización del canal vestibular)

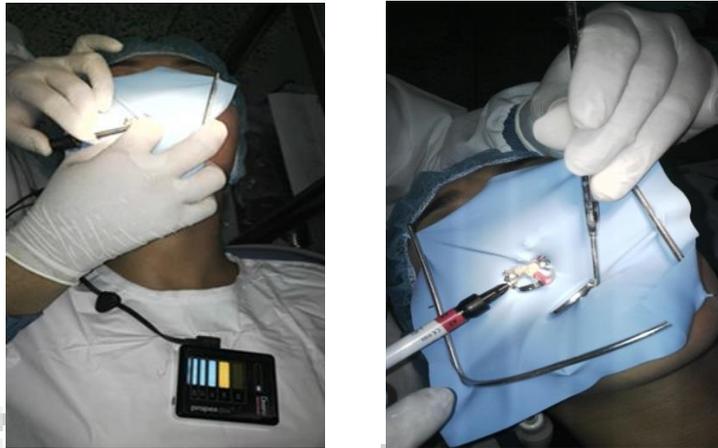


Imagen 4 y 5 (Establecimiento de conductometría y fijación de lima endodóntica)

La longitud de trabajo (WL) determinada por los 2 localizadores apicales se mantuvo utilizando resina de fotocurado fluida (3M-ESPE, St. Paul, MN, USA) en la lima y alrededor del diente, para que al ser removido el premolar, pudiese ser reposicionada la lima en el mismo lugar (**Imagen 4 y 5**), ésta medición fue llevada a una tabla de mediciones para ambos localizadores (ver anexo A Tabla de recolección de datos).

Luego de que se realizó la exodoncia de manera lenta y cuidadosa y para disminuir el riesgo de fractura del ápice, se insertó la lima con la cual se realizó la medición acorde al localizador. Las muestras se mantuvieron sumergidas en solución salina en contenedores individuales y cambiadas cada 3 días, luego de recoger toda la muestra fueron lavadas con hipoclorito de sodio al 2.5 %. Se realizó la medición real: utilizando magnificación a 4.5x con un estero microscopio, con una lima 10 tipo K introducida en el conducto hasta que sobresalió del ápice, se calculó la medida real de cada raíz a menos 0,5 mm de esta distancia, la que

Se consideró como la medida real. (**Imagen 6**) Todas las mediciones fueron tomadas por el mismo operador dos veces y hasta que no hubo desacuerdos entre la primera y segunda evaluación, los datos recolectados fueron llevados a la tabla de recolección de datos

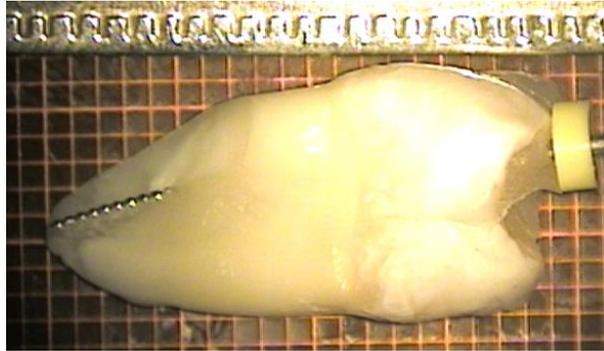


Imagen 6 (Medición de longitud real)

Luego se le realizó un corte al tercio apical (últimos 5mm), en forma de media caña utilizando una fresa fina de diamante (Gebs. Brasseler, Lemgo, Germany) visualizando en procedimiento a través de un microscopio estereoscópico con aumento de 4.5X (**Imagen 7**), se continuó realizando el corte con la ayuda de una fresa zecrya y para perfeccionarlo, nos ayudamos con discos soft-lex rojo (3M-ESPE), las muestras fueron lavadas con irrigación ultrasónica con hipoclorito de sodio (NaClO) al 2.5 % durante 1 min, ya que a pesar que el corte fue realizado con irrigación se evidenciaba la presencia de smear layer.

El siguiente paso consistió en configurar de manera apropiada el microscopio estereoscópico (ajuste del objetivo a 25X, limpieza de la lente, alineación de la luz en campo claro, alineación del condensador) y ajuste de la cámara. La muestra, se posicionó encima de la malla milimétrica, siempre en la misma posición.

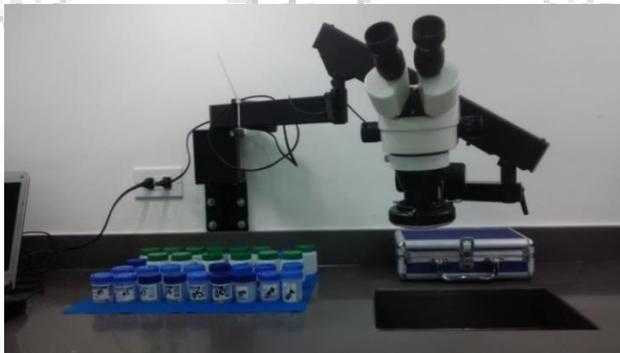


Imagen 7 (Preparación de las muestras y visualización con microscopio a 4.5X).

En éste momento se realizó la captura de imagen con la ayuda de una tarjeta de captura de imágenes (Video 2 PC), la cámara del microscopio D y D utilizando como referencia para la medición una malla micrométrica para Implantología (Radiógraph Grid) que sirvió como referencia para la medición a través del programa Image J (software para medir muestras en el área biomédica). Se obtuvieron 2 imágenes para cada muestra, una para Propex Pixi y otra para Raypex 6, en total 52 imágenes (**Imagen 8**).



Imagen 8 (Visualización de las muestras a 25X, captura y procesamiento de imágenes)

Luego de obtener las imágenes se realizó el procesamiento digital de éstas con el fin de obtener el mejor el contraste, eliminar artefactos y el ruido, esto con el objeto de lograr una mejor precisión y exactitud en nuestras mediciones y que nuestros resultados sean reproducibles (**Imagen 9**).

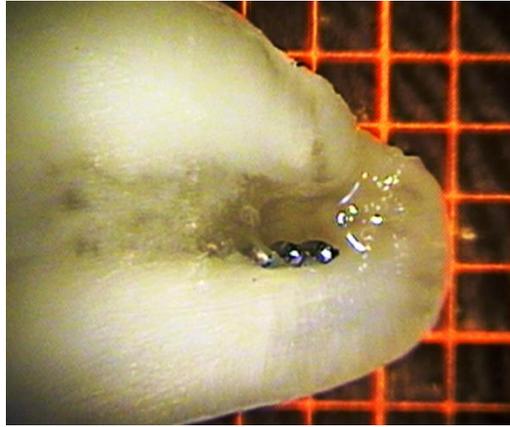


Imagen 9 (Captura y procesamiento de imagen)

Se continuó con el análisis de las imágenes y se realizó la medición a través del programa Image J, nuestros puntos de referencia fueron desde la punta de la lima hasta el foramen apical (**Imagen10**), la cual fue señalada en todas la imágenes de las muestras, se utilizó la herramienta de medición del programa (Scale tool) y (Tool measure), éste de manera automática lleva la información de la medición a la tabla de datos y recolección de la información en el programa Excel.

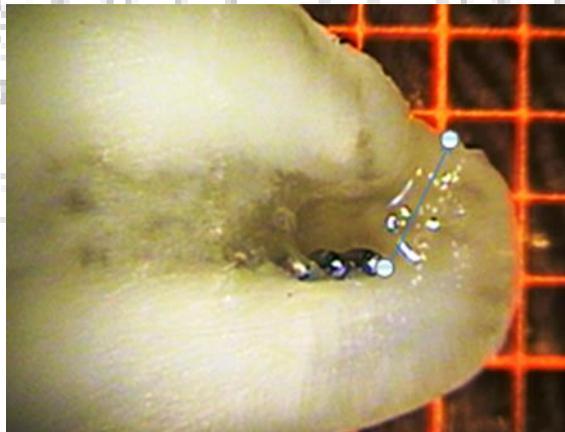


Imagen 10 (Medición con el software Image J).

5.11 INSTRUMENTOS

Los datos del presente trabajo de investigación fueron recolectados de acuerdo a los criterios de selección, inclusión y exclusión y se consignaron en la ficha correspondiente (instrumento de recolección de la información ver Anexo A).

1. Inicialmente se elaboró historia clínica y diligenciamiento del consentimiento informado.
2. Diligenciamiento de la tabla de recolección de datos.
3. Localizadores electrónicos apicales Raypex 6 ® (VDW Múnich; Germany) y PROPEX PIXI ® (Dentsply Maillefer Tulsa U.S.A).
4. Limas de Acero inoxidable Dentsply Maillefer Tulsa U.S.A).
5. Endoblock (Dentsply Maillefer Tulsa U.S.A).
6. Microscopio estereoscópico digital D & D Implements modelo 45116, con 4.5 X de aumento.
7. Microscopio estereoscópico digital D & D Implements, con cámara fotográfica digital incorporada, 25X de aumento.
8. Tarjeta de captura de video (VIDEO 2PC)
9. Software Image J para análisis y medición de la muestra.

5.12 Consideraciones Éticas:

En aras de dar cumplimiento a los requerimientos institucionales y de acuerdo a Resolución 008430 de 1993 se clasifica como investigación con riesgo mayor que el mínimo ya que se cumple con lo citado capítulo 9, que comprende los aspectos éticos de la investigación en los seres humanos, Art 11 inciso” C “en donde cito, “son aquellas en que las probabilidades de afectar al sujeto son significativas”. De acuerdo con ésta resolución en su Art 6 inciso “G” en el cual menciona que la investigación en seres humanos contará con un consentimiento informado firmado por el sujeto y el representante legal, se le explicará en qué

consiste el procedimiento, sus ventajas y complicaciones que se pudieran presentar durante y después de realizarse el procedimiento. El respaldo ético de ésta investigación serán el consentimiento y el asentimiento informado. Anexo B.

6. RESULTADOS

En el presente estudio se incluyeron 34 muestras de canales vestibulares de primeros premolares sanos, con formación radicular completa, indicados para exodoncia por ortodoncia de los cuales se excluyeron 8 debido a que al momento de observarlos al microscopio con una magnificación de 25X, se visualizaban sin permeabilidad apical. A cada conducto, se les realizó la medición con los localizadores Raypex 6® y Propex Pixi® a 0.5 mm del foramen y a su vez se realizó la medición de la longitud real del diente.

La longitud promedio de los dientes fue de 21.9 ± 1.99 DE, con Raypex 6® y un promedio de 21.94 ± 1.99 DE con Propex Pixi®, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las longitudes promedio de los dos grupos $p > 0,05$ ($p = 0.97$), al determinar la longitud real de los dientes se obtuvo un promedio de 22.67 ± 1.76 DE y al compararla con la longitud promedio obtenida con Raypex6® y con Propex Pixi® no se encontraron diferencias estadísticamente significativas $p > 0,05$ ($p = 0.157$ y $0,16$). **(Ver tabla 1).**

La longitud promedio Raypex6, Propex Pixi y Longitud Real: la fuerza de acuerdo para variables cuantitativas debe ser de la siguiente manera: $>0,99$ concordancia casi perfecta, $0,99 - 0,95$ concordancia sustancial, $0,94 - 0,90$ concordancia moderada, $<0,89$ concordancia pobre.

La concordancia entre los dos sistemas electrónicos se calculó a través del coeficiente de correlación y concordancia de Lin (ρ^{\circledast}). La concordancia global obtenida fue de 99,9% (CCC de Lin: 0.996; IC95% [0.993 – 0.99]; $p = 0,000$). Al evaluar los componentes del coeficiente de CCC se encontró una precisión de

0.996, factor de corrección del sesgo (exactitud) de 1.0 y pendiente de 1.009. La diferencia promedio entre ambos localizadores fue de 0.019 ± 0.172 , con límites de acuerdo del 95%: $[-0.357 \text{ a } 0.318 \text{ mm}]$. Se encontró diferencia estadísticamente significativa $p < 0,05$ ($p=0.76$) (Figura 1). Las **tablas 2 y 3** nos

Muestra los resultados de concordancia obtenidos por el CCC de Lin entre cada una de las técnicas.

El análisis gráfico de los componentes del CCC y los límites de acuerdo se muestran en la (figura 2).

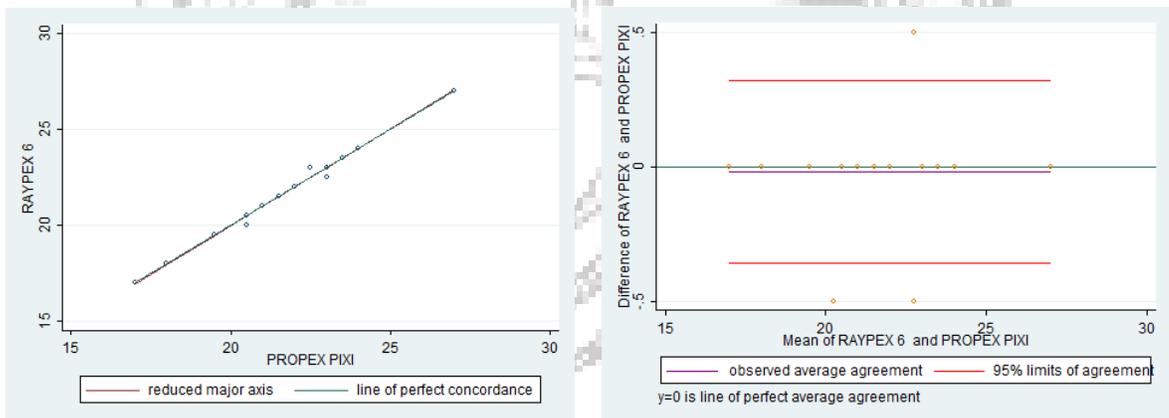


Figura 1. Gráfico de CCC: de Lin Raypex 6 – Propex Pixi.

Figura 2. Gráfico de Bland y Altman Raypex 6 – Propex- Pixi.

Entre Raypex 6 y Longitud Real el coeficiente de correlación y concordancia fue de 78%; Los componentes del coeficiente fueron: precisión de 0.783 Factor de corrección del sesgo (exactitud) de 0,917 y pendiente de 1.132. (Figura 3).

La diferencia promedio entre Raypex 6 y longitud real fue de -0.750 ± 1.042 DE y límites de acuerdo del 95% entre -2.792 y 1.292. Se encontró diferencia estadísticamente significativa **P < 0.05 (p=0,002)** (Figura 4).

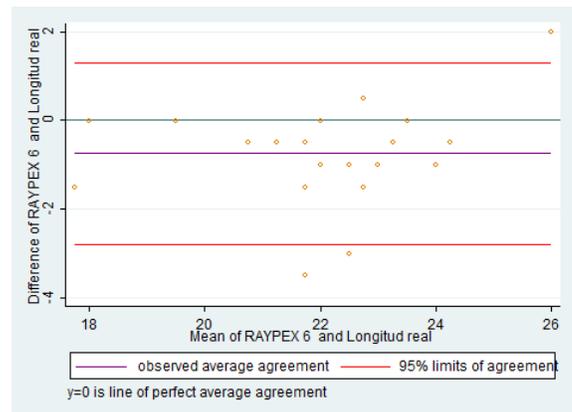
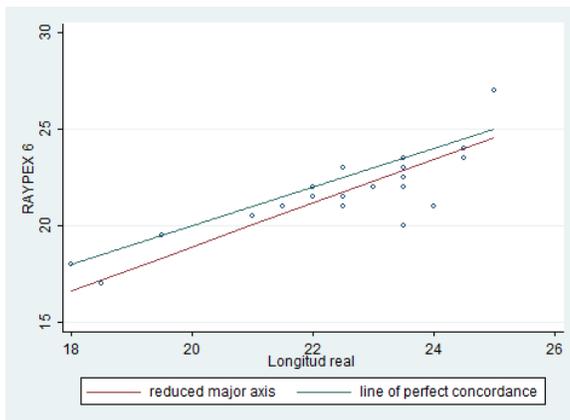


Figura 3. Gráfico CCC de Lin Raypex 6 – Longitud Real.

Figura 4. Gráfico Bland & Altman Raypex- Longitud Real.

Entre Propex- Pixi y Longitud Real el coeficiente de correlación y concordancia fue de 80%. Los componentes del coeficiente fueron: precisión de 0.803, factor de corrección del sesgo (exactitud) de 0,921 y pendiente de 1.122. (Figura 5).

La diferencia promedio entre Propex Pixi y Longitud Real fue de -0.731 ± 0.92 DE con límites de acuerdo del 95% entre $[- 2.636$ Y $1.174]$. Se encontró diferencia estadísticamente significativa **P < 0.05. (p=0,002)**. (Figura 6).

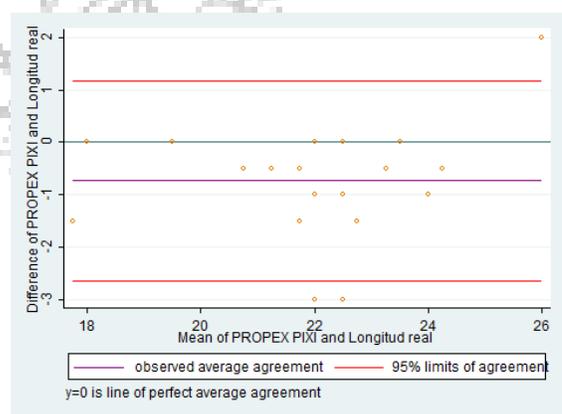
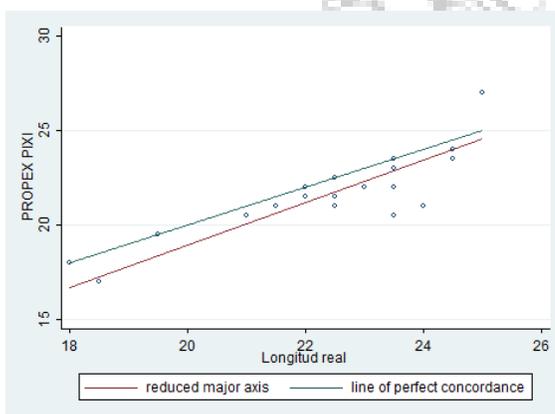


Figura 5. Gráfico CCC Lin Propex Pixi- Longitud Real.

Figura 6. Gráfico de Bland y Altman Propex Pixi – Longitud Real.

7. Discusión

El propósito del siguiente estudio fue evaluar la longitud promedio entre los localizadores electrónicos apicales Raypex 6® (VDW Múnich, Germany) y Propex Pixi® (Dentsply Maillefer, Tulsa, OK, USA), *in vivo*, para la determinación de la longitud de trabajo, en canales vestibulares de primeros premolares, así como comparar el grado de acuerdo entre ambos localizadores y la longitud real.

Al determinar la longitud promedio utilizando los sistemas electrónicos para la determinación de la longitud radicular, en dientes permanentes se encontró que no existían diferencias estadísticamente significativas; Raypex6® 21.9 ± 1.99 y Propex Pixi® 21.94 ± 1.98 ($p > 0,05$), resultados similares a los reportados por Pascon y Cols⁷⁶ en 2009, donde evaluaron *in vivo* la precisión de dos sistemas:

(Raypex 5 y DentaPort ZX), en su estudio, la distancia entre la punta de la lima y el ápice radiográfico fue de -1.08 ± 0.73 y -1.0 ± 0.67 mm por consiguiente, no encontraron diferencia estadísticamente significativa $p > 0.05$ para ambos grupos.

Estudios *In vivo* realizados por Stöber⁷⁷ y Cols en 2011, comparó la exactitud del Raypex 5® y el Mini Apex Locator; no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre ambos localizadores, La distancia de la longitud de trabajo final de la punta de la lima al foramen mayor fue de $0.174 - 0.38$ mm para Raypex 5 y $0.286 - 0.30$ mm para el Mini Apex Locator en determinar la longitud de trabajo final, el Raypex 5 fue exacto en un 75% a 0,5mm y un 100% a 1mm, mientras el Mini Apex Locator fue exacto en un 77.8% a 0.5 mm y un 100% a 1mm..

⁷⁶ PASCON EA, MARRELLI M, CONGI O, CIANCIO R, MICELI F, VERSIANI MA. An in vivo comparison of working length determination of two frequency-based electronic apex locators. Int Endod J. 2009 Nov;42(11):1026-31

⁷⁷ STÖBER EK, DE RIBOT J, MERCADE M, VERA J, BUENO R, ROIG M, ET AL. Evaluation of the Raypex 5 and the Mini Apex Locator: an in vivo study. Journal of endodontics. 2011 Oct;37(10):1349-52.

Se ha discutido sobre la viabilidad de extrapolar los resultados de estudios *in vitro* a la práctica clínica, sin embargo se demuestra que los resultados de estudios *in vitro* sobre determinación de la longitud radicular son similares a los resultados *in vivo*, autores como Altunbas⁷⁸ en 2014, en su estudio *In vitro*, comparó 4 localizadores electrónicos apicales (DentaPort ZX, Raypex 5, Endo Master y VDW Gold) para detectar o localizar el foramen mayor mediante una técnica de clarificación, la distancia de la punta de la lima al foramen mayor fue de 0.302 ± 0.202 , 0.065 ± 0.293 , 0.117 ± 0.475 y 0.258 ± 0.160 para DentaPort, Raypex 5, Endo Master, y VDW Gold, no hubo diferencias estadísticamente significativas con un valor de ($p > 0.05$).

Moscoso⁷⁹ y Col en 2014, en su estudio *in vivo* comparó la precisión del Dentaport ZX y Raypex 6 ® donde encontró que, no habían diferencias estadísticamente significativas al localizar el foramen mayor, el Dentaport ZX fue preciso en un $82.35\% \pm 0.5\text{mm}$ y el Raypex 6 ® $88.22\% \pm 0.5\text{mm}$.

Kolanu⁸⁰ en 2014, reportó un estudio con Propex Pixi donde evaluó y correlacionó el diámetro apical y el diámetro de la lima usando propex Pixi en la determinación de la longitud de trabajo, las mediciones fueron tomadas con una lima 10 tipo K y en sus resultados reportó que el Propex Pixi fue preciso en forámenes menores de 0.6 (hasta lima 60) sin importar el diámetro de la lima y su exactitud disminuye a medida que el foramen es mayor, en casos donde el diámetro del foramen es de 0.7 a 0.8 debemos utilizar una lima que ajuste a nivel apical.

⁷⁸ ALTUNBAS D, KUSTARCI A, ARSLAN D, ER K. In vitro comparison of four different electronic apex locators to determine the major foramen using the clearing technique. Nigerian journal of clinical practice. 2014 Nov-Dec;17(6):706-10.

⁷⁹ MOSCOSO S, PINEDA K, BASILIO J, ALVARADO C, ROIG M, DURAN-SINDREU F. Evaluation of Dentaport ZX and Raypex 6 electronic apex locators: an in vivo study. Medicina oral, patología oral y cirugía bucal. 2014 Mar;19(2):e202-5.

⁸⁰ KOLANU SK, BOLLA N, VARRI S, THUMMU J, VEMURI S, MANDAVA P. Evaluation of Correlation Between apical Diameter and File Size Using Propex Pixi Apex Locator. Journal of clinical and diagnostic research : JCDR. 2014 Dec;8(12):ZC18-20

Para evaluar el grado de concordancia se utilizó el coeficiente de correlación y concordancia de Lin CCC; y el análisis de Blant y Altman, para estimar la diferencia promedio entre las mediciones y los límites de acuerdo inferior y superior. Al calcular la longitud promedio, en éste estudio se encontró un acuerdo de 0.996; el estudio realizado por Christofzik⁸¹ y Cols en 2015 evaluó la comparación entre Raypex 6 y Endopilot y no reportan CCC de Lin ellos utilizan ICC de (0.999, $p < 0.001$) resultados similares al de la presente investigación; sin embargo el CCC de Lin se considera una medida de concordancia estricta, ya que evalúa precisión y exactitud y el ICC sólo evalúa precisión.



⁸¹ CHRISTOFZIK D, SCHWENDICKE F, FLORKE C, HARTL A, DORFER C, GROSSNER-SCHREIBER B. In Vitro Comparison of Raypex 6 and Endopilot Using a Novel, Computer-Aided Measurement System, for Determining the Working Length. PloS one. 2015;10(8):e0134383.

8. Conclusiones.

Bajo las condiciones clínicas (*In vivo*) aplicadas para éste estudio, podemos concluir que hubo concordancia casi perfecta para la determinación de la longitud de trabajo entre Raypex 6 ® (VDW Munich Germany) y Propex pixi ® (Dentsply Maillefer Tulsa U.S.A), no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre el uso de Raypex 6 y Propex – Pixi, para determinar la longitud de trabajo.

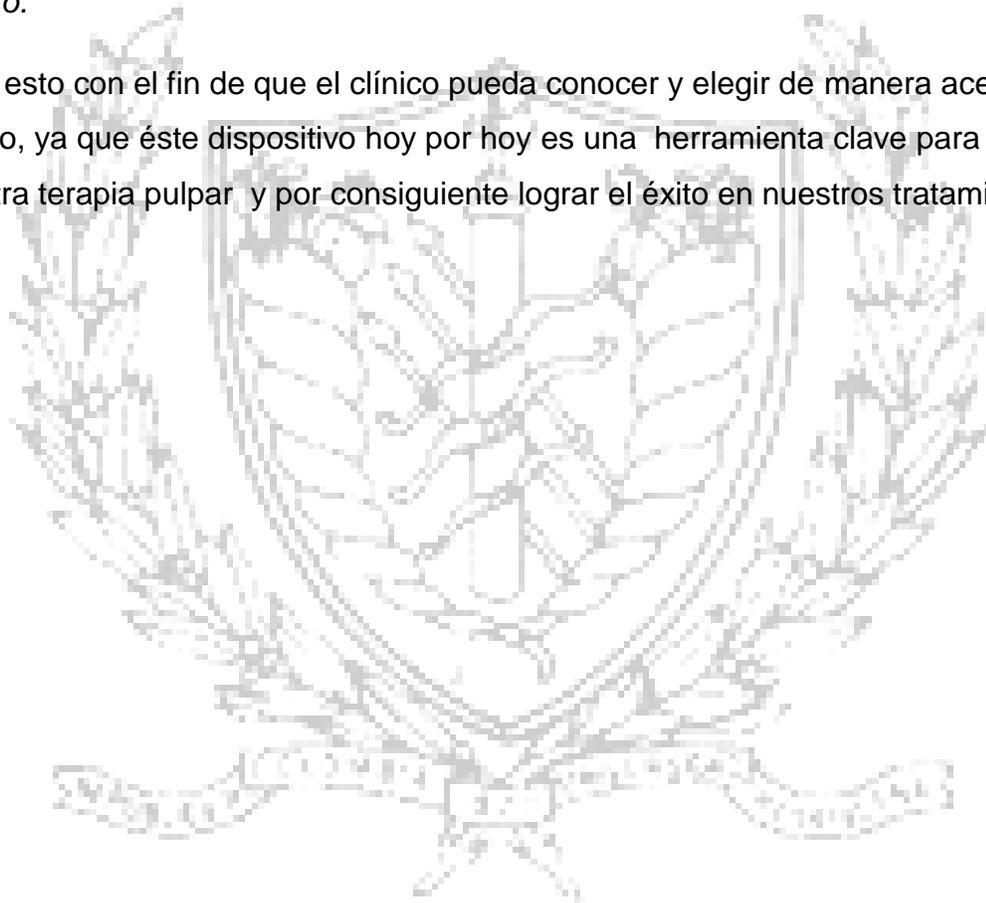
Teniendo en cuenta los resultados encontrados en el presente estudio y los estudios previos citados en ésta investigación podemos tomar decisiones y extrapolarlas a nuestra práctica y tener claro que no hay diferencia entre el uso de Raypex 6 ® o Propex Pixi® para establecer nuestras conductometrías.

Es necesario aclarar que las radiografías convencionales no deben ser reemplazadas por los localizadores electrónicos apicales debido a que éstos dispositivos también tienen sus limitantes, se sugiere que ambos métodos sean usados de manera complementaria para alcanzar nuestro objetivo que es realizar una excelente terapia pulpar.

9. Recomendaciones.

Se considera necesario que se realicen más estudios que evalúen la exactitud de los nuevos localizadores y a su vez éstos sean comparados o mejor aún se evalúen la concordancia de éstos dispositivos debido a que en la literatura existe una gran cantidad de estudios para determinar la longitud de trabajo en modelos *In vitro*.

Todo esto con el fin de que el clínico pueda conocer y elegir de manera acertada exacto, ya que éste dispositivo hoy por hoy es una herramienta clave para realizar nuestra terapia pulpar y por consiguiente lograr el éxito en nuestros tratamientos.



Agradecimientos

Los autores de éste estudio desean agradecerles a la facultad de Odontología de la Universidad de Cartagena y en especial al Post grado de Endodoncia por su colaboración para desarrollar ésta investigación.



Apoyo financiero y Patrocinio.

Los investigadores.

Conflicto de Interés.

Este trabajo no tiene ningún conflicto de interés.

Bibliografía

1. A GÓMEZ de la Cámara —Caracterización de pruebas diagnósticas —Neurología 2003; 8 (s1)31-38.
2. ALTUNBAS D, KUSTARCI A, ARSLAN D, ER K. In vitro comparison of four different electronic apex locators to determine the major foramen using the clearing technique. Nigerian journal of clinical practice. 2014 Nov-Dec;17(6):706-10.
3. ARORA RK, GULABIVALA K. An in vivo evaluation of the ENDEX and RCM Mark II electronic apex locators in root canals with different contents. Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics. 1995 Apr;79(4):497-503.
4. CEPEDA SM, PÉREZ A. Estudios de Concordancia. Métodos para determinar la intercambiabilidad entre diferentes sistemas de medición en la práctica clínica. Capítulo17 Pág. 287 – 301 Editorial. CEJA
5. CEPEDA M, PEREZ A, RUIZ M, GÓMEZ C, LONDOÑO D: Investigación Clínica: Epidemiología clínica aplicada. Centro Editorial Javeriano; 2001. p. 288-301.
6. CZERW RJ, FULKERSON MS, DONNELLY JC, WALMANN JO. In vitro evaluation of the accuracy of several electronic apex locators. Journal of endodontics. 1995 Nov;21(11):572-5
7. CHRISTOFZIK D, SCHWENDICKE F, FLORKE C, HARTL A, DORFER C, GROSSNER-SCHREIBER B. In Vitro Comparison of Raypex 6 and Endopilot Using a Novel, Computer-Aided Measurement System, for Determining the Working Length. PloS one. 2015;10(8):e0134383.
8. CUSTER LE (1918) .Exact methods of locating the apical foramen. Journal of the National Dental Association 5,815–9.
9. CHANDLER NP, BLOXHAM GP. Effect of gloves on tactile discrimination using an endodontic model. Int Endod J. 1990 Mar;23(2):97-9

10. De Moor RJ, Hommez GM, Martens LC, De Boever JG. Accuracy of four electronic apex locators: an in vitro evaluation. *Endod Dent Traumatol*. 1999 Apr;15(2):77-82
11. Didacterion, Diccionario latín-español. [Sitio en Internet]. Visitado 2010 Mar 8. Disponible en: http://recursos.cnice.mec.es/latingriego/Palladium/5_aps/diclat.php
12. DUNLAP C, REMEIKIS N, BEGOLE E, RAUSCHENBERGER C (1998) An in vivo evaluation of an electronic apex locator that uses the ratio method in vital and necrotic canals. *Journal of Endodontics* 24, 48–50
13. CHOPRA V, GROVER S, PRASAD SD. In vitro evaluation of the accuracy of to electronic apex locators. *Journal of conservative dentistry : JCD*. 2008 Apr;11(2):82-5.
14. ELAYOUTI A, WEIGER R, LOST C. The ability of root ZX apex locator to reduce the frequency of overestimated radiographic working length. *Journal of endodontics*. 2002 Feb;28(2):116-9.
15. FOUAD AF, RIVERA EM, KRELL KV. Accuracy of the Endex with variations in canal irrigants and foramen size. *Journal of endodontics*. 1993 Feb;19(2):63-7.
16. FOUAD AF, REID LC. Effect of using electronic apex locators on selected endodontic treatment parameters. *Journal of endodontics*. 2000 Jun;26(6):364-7.
17. FORSBERG J (1987a) A comparison of the paralleling and bisecting-angle radiographic techniques in endodontics. *International Endodontic Journal* 20, 177–82.
18. FORSBERG J (1987b) Radiographic reproduction of endodontic 'working length' comparing the paralleling and the bisecting-angle techniques. *Oral Surgery, Oral Medicine, and Oral Pathology* 64, 353–60
19. GYORFI A, FAZEKAS A. [Problems with working length determination during endodontic therapy]. *Fogorvosi szemle*. 2006 Aug;99(4):153-9. A munkahossz meghatározásának problematikája a gyökerkezeles során
Osszefoglalo referatum.

20. HASSANIEN EE, 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. *Journal of endodontics*. 2008 Apr;34(4):408-12.
21. HOER D, ATTIN T. The accuracy of electronic working length determination. *Int Endod J*. 2004 Feb;37(2):125-31. *Journal of endodontics*. 1985 Oct;11(10):421-7.
22. HUANG L. An experimental study of the principle of electronic root canal measurement. *Journal of endodontics*. 1987 Feb;13(2):60-4.
23. INOUE N (1972) Dental 'stethoscope' measures root canal. *Dental Survey* 48, 38–9.
24. INOUE N. Dental "stethoscope" measures root canal. *Dental survey*. 1972 Jan;48(1):38.
25. INOUE N, SKINNER DH. A simple and accurate way to measuring root canal length
26. KATZ A, TAMSE A, KAUFMAN AY (1991) Tooth length determination: a review. *Oral Surgery, Oral Medicine, and Oral Pathology* 72, 238–42.
27. KAUFMAN AY, KEILA S, YOSHPE M. Accuracy of a new apex locator: an in vitro study. *Int Endod J*. 2002 Feb;35(2):186-92.
28. KEREKES K, TRONSTAD L. Long-term results of endodontic treatment performed with a standardized technique. *Journal of endodontics*. 1979 Mar;5(3):83-90.
29. KEREKES K, HEIDE S, JACOBSEN I. Follow-up examination of endodontic treatment in traumatized juvenile incisors. *Journal of endodontics*. 1980 Sep;6(9):744-8.
30. KOBAYASHI C, YOSHIOKA T, SUDA H. A new engine-driven canal preparation system with electronic canal measuring capability. *Journal of endodontics*. 1997 Dec;23(12):751-4.

31. KOLANU SK, BOLLA N, VARRI S, THUMMU J, VEMURI S, MANDAVA P. Evaluation of Correlation Between apical Diameter and File Size Using Propex Pixi Apex Locator. Journal of clinical and diagnostic research : JCDR. 2014 Dec;8(12):ZC18-20.
32. KUTTLER Y. Microscopic investigation of root apexes. Journal of the American Dental Association. 1955 May;50(5):544-52.
33. LANGELAND K (1957) Tissue Changes in the Dental Pulp: An experimental histologic study. Oslo, Norway: Oslo University Press.
34. LANGELAND K (1967) The histopathology basis in endodontic treatment. Dental Clinics of North America. Philadelphia and London: WB Saunders Co., 491±520.
35. LANGELAND K, LIAO K, PASCON EA (1985) Work saving devices in endodontic. Efficacy of sonic and ultrasonic techniques. Journal of Endodontics 11, 499±510.
36. LAUPER R, LUTZ F, BARBAKOW F. An in vivo comparison of gradient and absolute impedance electronic apex locators. Journal of endodontics. 1996 May;22(5):260-3.
37. MANDLIK J, SHAH N, PAWAR K, GUPTA P, SINGH S, SHAIK SA. An in vivo evaluation of different methods of working length determination. The journal of contemporary dental practice. 2013 Jul-Aug;14(4):644-8.
38. MONDRAGÓN ESPINOZA, JAIME D. ENDODONCIA. Interamericana- Mc Graw Hill. México. 1995, 250
39. MORFIS A, SYLARAS S, GEORGOPOULOU M, KERNANI M, PROUNTZOS F (1994) Study of the apices of human permanent teeth with the use of a scanning electron microscope. Oral Surgery, Oral Medicine, and Oral Pathology 77, 172–6.
40. MOSCOSO S, PINEDA K, BASILIO J, ALVARADO C, ROIG M, DURAN-SINDREU F. Evaluation of Dentaport ZX and Raypex 6 electronic apex locators: an in vivo study. Medicina oral, patologia oral y cirugia bucal. 2014 Mar;19(2):e202-5.

41. MURAKAMI M, INOUE S, INOUE N. Clinical evaluation of audiometric control root canal treatment: a retrospective case study. *Quintessence international*. 2002 Jun;33(6):465-74.
42. NEKOOFAR MH, SADEGHI K, SADAGHI AKHA E, NAMAZIKHAH MS (2002). The accuracy of the Neosono Ultima EZ apex locator using files of different alloys: an in vitro study. *Journal of the California Dental Association* 30, 681–4.
43. NGUYEN HQ, KAUFMAN AY, KOMOROWSKI RC, FRIEDMAN S. Electronic length measurement using small and large files in enlarged canals. *Int Endod J*. 1996 Nov;29(6):359-64
44. PAGAVINO G, DIAMANTE D, MARRI M, PACE R. [Localization of the apical foramen using the newest electronic instruments: stereomicroscopy and SEM (scanning electron microscopy)]. *Minerva stomatologica*. 1995 Nov;44(11):499-506. La localizzazione del forame apicale con strumenti elettronici di ultima generazione: analisi allo stereomicroscopio e al MES.
45. PASCON EA, MARRELLI M, CONGI O, CIANCIO R, MICELI F, VERSIANI MA. An in vivo comparison of working length determination of two frequency-based electronic apex locators. *Int Endod J*. 2009 Nov;42(11):1026-31.
46. POMMER O, STAMM O, ATTIN T. Influence of the canal contents on the electrical assisted determination of the length of root canals. *Journal of endodontics*. 2002 Feb;28(2):83-5
47. RICUCCI D. Apical limit of root canal instrumentation and obturation, part 1. Literature review. *Int Endod J*. 1998 Nov;31(6):384-93.
48. SCHAEFFER M, WHITE R, WALTON R (2005) Determining the optimal obturation length: a meta-analysis of the literature. *Journal of Endodontics* 31, 271–4.
49. SEIDBERG BH, ALIBRANDI BV, FINE H, LOGUE B. Clinical investigation of measuring working lengths of root canals with an electronic device and

with digital-tactile sense. Journal of the American Dental Association. 1975 Feb;90(2):379-87.

50. SINGH SV, NIKHIL V, SINGH AV, YADAV S. An in vivo comparative evaluation to determine the accuracy of working length between radiographic and electronic apex locators. Indian journal of dental research : official publication of Indian Society for Dental Research. 2012 May-Jun;23(3):359-62.
51. STAVRIANOS C, VLADIMIROV SB, VANGELOV LS, PAPADOPOULOS C, BOUZALA A. Evaluation of the accuracy of electronic apex locators Dentaport ZX and Ray Pex 4 under clinical conditions. Folia medica. 2007;49(3-4):75-
52. STEIN TJ, CORCORAN JF. Radiographic "working length" revisited. Oral surgery, oral medicine, and oral pathology. 1992 Dec;74(6):796-800.
53. STEIN TJ, CORCORAN JF, ZILLICH RM. Influence of the major and minor foramen diameters on apical electronic probe measurements. Journal of endodontics. 1990 Nov;16(11):520-2.
54. STOBER EK, DE RIBOT J, MERCADE M, VERA J, BUENO R, ROIG M, ET AL. Evaluation of the Raypex 5 and the Mini Apex Locator: an in vivo study. Journal of endodontics. 2011 Oct;37(10):1349-52
55. STRINDBERG LZ. (1956) Dependence of the results of pulp therapy on certain factors. An analytical study based on radiographic and clinical follow-up examination. Acta Odontológica Scandinavian (Suppl. 21)
56. SUNADA I (1962) new method for measuring the length of the root canal. Journal of Dental Research 41, 375–87.
57. USHIYAMA J (1983). New principle and method for measuring the root canal length. Journal of Endodontics 9, 97–104.
58. WEINE FS (1982). Terapia Endodontica. Milano, Italia: Scienza e tecnica dentistica, Edizioni Internazionali, 183-96.

Anexo A. Tabla de recolección de datos. Conductometrías

MUESTRA	RAYPEX 6 (mm)	PROPEX PIXI (mm)
1	15 a 20,5	20 a 20,5
2	15 a 23	15 a 22.5 CP
3	20 a 22.5	25 a 23
4	20 a 23	20 a 23
5	0,8 a 21,5	0,8 a 21,5
6	0.8 a 21	0.8 a 21
7	35 a 17	35 a 17
8	25 a 19,5	25 a 19,5
9	25 a 23	25 a 23
10	20 a 22	20 a 22
11	20 a 24	20 a 24
12	20 a 27	20 a 17
13	40 a 20	40 a 20,5
14	15 a 24	15 a 24
15	10 a 21.5	10 a 21.5
16	10 a 21	10 a 21
17	10 a 22	10 a 22
18	08 a 19,5	08 a 19,5
19	15 a 18	15 a 18
20	15 a 19	15 a 19
21	15 a 22	15 a 22
22	15 a 22	15 a 22
23	08 a 23	10 a 23
24	15 a 21.5	15 a 21.5
25	15 a 22	15 a 22
26	15 a 23	15 a 23
27	15 a 23.5	15 a 23.5
28	10 a 22	10 a 22
29	15 a 23.5	20 a 23.5
30	45 a 21	45 a 21
31	20 a 21,5	20 a 21,5
32	20 a 22	20 a 22

Total: 26 muestra

Anexo B. Tabla de resultados.

Muestra	RAYPEX	Microscopio	PROPEX	Microscopio	Longitud
1	20,5	0.65	20,5	0.65	21
2	23	0.41	22.5	0.38	22.5
3	22.5	0.78	23	0.36	23.5
4	23	0.97	23	0.97	23.5
5	21,5	0.60	21,5	0.60	22.5
6	21	0.69	21	0.69	21.5
7	17	0.77	17	0.77	18.5
8	19,5	0.61	19,5	0.61	19.5
9	23	0.50	23	0.50	23.5
10	22	0.80	22	0.80	23.5
11	24	0.89	24	0.89	24.5
12	27	0.81	27	0.81	25
13	20	0.52	20,5	0.92	23.5
14	24	0.55	24	0.55	24.5
16	21	53.25	21	53.25	24
17	22	99.59	22	99,59	22
19	18	76.06	18	76.06	18
23	23	63.25	23	63,25	23.5
24	21.5	0.80	21.5	0.80	22
25	22	42.58	22	42.58	23.5
26	23	51.62	23	51.62	23.5
27	23.5	65.92	23.5	65.95	23,5
29	23.5	72.1	23.5	72.17	24.5
30	21	51.87	21	51.87	22.5
31	21,5	36.35	21,5	36.35	22.5
32	22	72.11	22	72.11	23

ANEXO C.

Comparación Longitud promedio milímetros				
	Raypex 6	Propex- Pixi	Longitud Real	p
<i>Promedio</i>	21.9 ± 1.99	21.9 ± 1.99	22.67 ± 1.76	0.973*
<i>DE</i>	1.99	1.98	1.76	
<i>Valor min.</i>	17	17	18	
<i>Valor Max.</i>	27	27	25	
<i>IC 95%</i>	21.11- 22.7	21.14- 22.7	21.9 – 23.3	
<i>p-valor Shapiro-Wilk</i>	0.157	0.16		

- T. de Student p <0.05

Tabla 2. Correlación y concordancia de Lin (1989- 2000).

Método	n	Coefficiente de Lin	Intervalo de confianza de Pearson IC 95%	Factor corrector del sesgo	Pendiente	Valor p
Propex Pixi- Raypex 6	26	0.996	0.993 – 0.999	0.996	1.009	0.000
Raypex 6- Longitud. Real	26	0.783	0.644 – 0.922	0.917	1.132	0.000
Propex Pixi- Long. Real	26	0.803	0.674- 0.931	0.921	1.122	0.000

P < 0.05 (T de Student).

Tabla 3. Diferencia promedio y límites de acuerdo de Bland y Altman

Método	n	Diferencia Promedio	Límite inferior	Límite superior
Propex Pixi- Raypex 6	26	0.019	-0.357	0.318

Raypex 6 - Long Real	26	-0.750	-2.792	1.292
Propex Pixi- Long Real	26	-0.731	-2.636	1.174

Anexo C. CONSIDERACIONES ÉTICAS: Consentimiento informado.

ESTUDIO DE CONCORDANCIA ENTRE RAYPEX 6 Y PROPEX PIXI.

ESTUDIO *IN VIVO*

Investigador principal: EDUARDO COVO
 FACULTAD DE ODONTOLOGIA. UNIVERSIDAD DE CARTAGENA.

Nombre del paciente: _____

A usted se le está invitando a participar en este estudio de investigación odontológica. Antes de decidir si participa o no, debe conocer y comprender cada uno de los siguientes apartados. Este proceso se conoce como consentimiento informado. Siéntase con absoluta libertad para preguntar sobre cualquier aspecto que le ayude a aclarar sus dudas al respecto.

Una vez que haya comprendido el estudio y si usted desea participar, entonces se le pedirá que firme esta forma de consentimiento, de la cual se le entregará una copia firmada y fechada.

1. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.

Determinar la exactitud de la medición de la longitud de trabajo utilizando localizadores

2. OBJETIVO DEL ESTUDIO

A usted se le está invitando a participar en un estudio de investigación que tiene como objetivos, establecer la concordancia entre dos localizadores apicales de uso común y establecer la exactitud de la medición de la longitud de trabajo de cada uno de ellos en

comparación con otro tomado como patrón, que permitirá optimizar el tratamiento de conductos que se realice, disminuyendo el riesgo y otras situaciones adversas.

3. BENEFICIOS DEL ESTUDIO

En estudios realizados anteriormente por otros investigadores se ha observado que no hay diferencias significativas entre localizadores.

Con este estudio conocerá de manera clara si usted está siendo sometido a un tratamiento de conductos en condiciones de calidad y pertinencia.

4. PROCEDIMIENTOS DEL ESTUDIO

En caso de aceptar participar en el estudio se le realizarán algunas preguntas sobre usted, sus hábitos y sus antecedentes médico odontológicos y luego bajo anestesia local con lidocaína se procederá a extirpar el tejido vascular y nervioso del diente. Seguido se introduce una lima dental de calibre 10 o 15 conectada al localizador apical electrónico en estudio para determinar la longitud de trabajo. Se fijará ésta al diente con resina fotocurado para evitar su desplazamiento y luego realizar la extracción del diente tratado (en este caso particular será el premolar). Posterior a la extracción se podrán presentar síntomas desagradables, tales como, inflamación dolor leve a moderado, limitación de apertura bucal y/o reacción alérgica como consecuencia de la anestesia, sin llegar a ser incapacitante. (Aquí se deberá detallar el o los procedimientos a seguir, anotando aquellos que pueden causar molestias, o que se acompañen de un riesgo igual o superior al mínimo, o bien que tienen efectos adversos en un determinado plazo. Al igual que en el apartado anterior, en un lenguaje claro para una persona sin conocimientos médicos).

5. RIESGOS ASOCIADOS CON EL ESTUDIO

Algunos eventos adversos que se podrán presentar estarían relacionados con el proceso de la extracción dental, tales como:

Reacción alérgica, infección, iatrogenia, alveolitis y fractura radicular.

Este estudio consta de las siguientes fases:

La primera implica intervención directa en cavidad oral para la toma de la muestra. (La toma de sangre, la maniobra X, el procedimiento etc.) Se puede presentar (dolor o se puede llegar a formar una equimosis o moretones etc.). Explicar con qué frecuencia se pueden presentar estos riesgos.

En caso de que usted desarrolle algún efecto adverso secundario o requiera otro tipo de atención, ésta se le brindará en los términos que siempre se le ha ofrecido.

6. ACLARACIONES

- Su decisión de participar en el estudio es completamente voluntaria.
- No habrá ninguna consecuencia desfavorable para usted, en caso de no aceptar la invitación.
- Si decide participar en el estudio puede retirarse en el momento que lo desee, -aun cuando el investigador responsable no se lo solicite-, pudiendo informar o no, las razones de su decisión, la cual será respetada en su integridad.
- No tendrá que hacer gasto alguno durante el estudio.
- No recibirá pago por su participación.

En el transcurso del estudio usted podrá solicitar información actualizada sobre el mismo, al investigador responsable.

- La información obtenida en este estudio, utilizada para la identificación de cada paciente, será mantenida con estricta confidencialidad por el grupo de investigadores.
- En caso de que usted desarrolle algún efecto adverso secundario no previsto, tiene derecho a una indemnización, siempre que estos efectos sean consecuencia de su participación en el estudio.

- Si considera que no hay dudas ni preguntas acerca de su participación, puede, si así lo desea, firmar la Carta de Consentimiento Informado que forma parte de este documento.

7. CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo, _____ he leído y comprendido la información anterior y mis preguntas han sido respondidas de manera satisfactoria. He sido informado y entiendo que los datos obtenidos en el estudio pueden ser publicados o difundidos con fines científicos. Convengo en participar en este estudio de investigación.

Recibiré una copia firmada y fechada de esta forma de consentimiento.

Firma del participante o del padre o tutor

Fecha

Testigo 1

Fecha

Testigo 2

Fecha

He explicado al Sr(a). _____ la naturaleza y los propósitos de la investigación; le he explicado acerca de los riesgos y beneficios que implica su participación. He contestado a las preguntas en la medida de lo posible y he preguntado si tiene alguna duda.

Acepto que he leído y conozco la normatividad correspondiente para realizar investigación con seres humanos y me apegó a ella.

Una vez concluida la sesión de preguntas y respuestas, se procedió a firmar el presente documento.

Firma del investigador

Fecha

CARTA DE REVOCACIÓN

Concordancia entre Raypex 6 y Propex Pixi para la determinación de la longitud de trabajo. Estudio *In vivo*.

Investigador principal: Eduardo Covo Morales

Sede donde se realizará el estudio: Facultad de Odontología Universidad de Cartagena

Nombre del participante: _____

Por este conducto deseo informar mi decisión de retirarme de este protocolo de investigación por las siguientes razones:

Si el paciente así lo desea, podrá solicitar que le sea entregada toda la información que se haya recabado sobre él, con motivo de su participación en el presente estudio.

Firma del participante o del padre o tutor

Fecha

Testigo.

Fecha

