



**FACULTAD DE MEDICINA HUMANA Y CIENCIA DE LA SALUD
ESCUELA PROFESIONAL DE ESTOMATOLOGÍA**

TESIS

**ESTUDIO IN VITRO DE LA EFICACIA DE DOS
LOCALIZADORES ELECTRÓNICOS DE ÁPICE:
YS-RZ300 Y RPEX 6 EN DIENTES PREMOLARES
UNIRRADICULARES**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE CIRUJANO
DENTISTA**

PRESENTADO POR:

BACHILLER: TOLEDO SÁNCHEZ, ERICK FERNANDO

ASESOR: MG.ESP.MACHUCA REYES, VÍCTOR

LIMA – PERÚ

2018

TESIS

ESTUDIO IN VITRO DE LA EFICACIA DE DOS
LOCALIZADORES ELECTRÓNICOS DE ÁPICE:
YS-RZ300 Y RPEX 6 EN DIENTES PREMOLARES
UNIRRADICULARES

PRESENTADO POR:

BACHILLER: TOLEDO SÁNCHEZ, ERICK FERNANDO

ASESOR: MG.ESP. MACHUCA REYES, VÍCTOR

ÁREA DE INTERÉS: DIAGNOSTICO, PRONÓSTICO Y
TRATAMIENTO CLÍNICOS EN LAS DIVERSAS
DISCIPLINAS EN ESTOMATOLOGÍA

EJE TEMÁTICO: APLICACIÓN Y ANÁLISIS CLÍNICO Y
RADIOGRÁFICO EN ESTOMATOLOGÍA

LIMA – PERÚ

2018

DEDICATORIA

A mis Padres, porque con amor supieron educarme y con sabias palabras formaron valores de bien en mí. A mi novia Patricia, porque juntos vencimos todo obstáculo para lograr este sueño.

AGRADECIMIENTO

A mi Asesor Dr. Esp. Víctor Machuca Reyes, por compartir conmigo su conocimiento, guía y preocupación en mi desarrollo como profesional.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado: “estudio in vitro de la eficacia de dos localizadores electrónicos de ápice: YS-RZ300 y RPEX 6 en dientes premolares unirradiculares” tuvo como objetivo, comparar la eficacia de las medidas electrónicas entre dos localizadores electrónicos de quinta generación. El estudio se realizó en 30 muestras dentarias, premolares unirradiculares extraídos recientemente, los cuales fueron limpiados y desinfectados con solución de hipoclorito de sodio al 5% para eliminar restos orgánicos adheridos y luego almacenadas en frascos con suero fisiológico, para evitar su desecación.

La investigación se dividió en 4 fases, en la primera se procedió a la apertura cameral con fresas de alta velocidad y la preparación de una superficie coronal plana, para facilitar el posicionamiento del cursor.

En segundo lugar, se obtuvo la longitud real del conducto, donde en un primer momento se usó lupas de magnificación 4x con el fin de observar la desembocadura de lima por el foramen mayor y, en un segundo instante, medir la distancia entre la punta de lima y el tope de goma previamente fijada con resina fluida (Longitud foramen) para ello se usó un calibrador milimétrico digital. A esta medida se le restó 0.5 mm (Longitud Constricción).

En la tercera fase cada diente fue inmerso en un recipiente con alginato como medio para la localización electrónica de la constricción apical, para ello ambos aparatos fueron calibrados a 0.5mm del foramen, donde se fijó nuevamente el tope de goma con resina fluida, para su posterior medición con el calibrador

digital. Dichas mediciones se realizaron en 3 oportunidades, dos veces por el operador y la otra por un asistente ajeno a la investigación.

En la cuarta fase se hizo la comparación de los valores de ambos localizadores con la medida preliminar (Longitud constrictión), concluyendo según los resultados obtenidos que, dentro de los parámetros previamente establecidos, el localizador electrónico YS-RZ300 resultó ser más eficaz en la localización de foramen apical que el localizador RPEX 6. Sin embargo, según la prueba estadística de T de Student, no se encontraron diferencias significativas entre dichos aparatos, por lo tanto, ambos localizadores electrónicos de ápice son similarmente eficaces para localizar del foramen apical.

Palabras Clave: Localizador electrónico de ápice; Foramen apical; Constrictión apical; Longitud real de trabajo.

ABSTRACT

The present research work entitled: " In vitro study of the efficacy of two electronic apex locators: YS-RZ300 and RPEX 6 in teeth " had as objective, to compare the effectiveness of the electronic measurements between two fifth generation electronic locators. The study was performed on 30 tooth samples, recently extracted a root premolars, which were cleaned and disinfected with 5% sodium hypochlorite solution to remove adhering organic remains and then stored in jars with physiological saline, to avoid drying out.

The investigation was divided into 4 phases, in the first proceeding to the cameral opening with high-speed burs and the preparation of a flat coronal surface, to facilitate positioning of the cursor.

Secondly, the real length of the duct was obtained, where in the first moment magnifying loupes were used 4x in order to observe the mouth of the file by the major foramen and, in a second moment, to measure the distance between the tip of lime and the rubber stopper previously fixed with fluid resin (Foramen length) for this, a digital millimeter gauge was used. This measure was subtracted 0.5 mm (Constriction length).

In the third phase each tooth was immersed in a container with alginate as a means for the electronic localization of the apical constriction, for which both devices were calibrated at 0.5mm from the foramen, where the rubber stop was fixed again with fluid resin, for its Subsequent measurement with the digital

caliper. These measurements were made 3 times, twice by the operator and the other by an assistant outside the investigation.

In the fourth phase, the comparison of the values of both locators with the preliminary measurement (Constriction length) was made, concluding according to the results obtained that, within the previously established parameters, the electronic locator YS-RZ300 was found to be more efficient in localization apical foramen than the RPEX locator 6. However, according to the statistical test of Student's T, no significant differences were found between these devices, therefore, both electronic apex locators are similarly effective for locating the apical foramen.

Keywords: Electronic apex locator; Apical foramen; Apical constriction; Actual length of work.

INDICE

Pág.

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE GRÁFICOS

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática	17
1.2 Formulación del problema	20
1.2.1 Problema principal	20
1.2.2 Problema secundario	20
1.3 Objetivos de la investigación	20
1.3.1 Objetivo general	20
1.3.2 Objetivos específicos	20
1.4 Justificación de la investigación	20

1.4.1	Importancia de la investigación	20
1.4.2	Viabilidad de la investigación	21
1.5	Limitaciones del estudio	21

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1	Antecedentes de la investigación	23
2.2	Bases teóricas	38
2.2.1	Morfología dentaria	38
2.2.2	Tratamiento de los conductos radiculares	43
2.2.3	Localizador electrónico de ápice	46
2.3	Definición de términos básicos	60

CAPÍTULO III: HIPÓTESIS Y VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN

3.1	Hipótesis principal	62
3.2	Hipótesis secundarias	62
3.3	Variables	62
3.4	Operacionalización de variables	63

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA

4.1 Diseño metodológico	64
4.2 Diseño muestral	64
4.3 Técnica de recolección de datos	65
4.4 Técnicas estadísticas para el procedimiento de la información	69
4.5 Aspectos éticos	69

CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1 Estadística descriptiva	70
5.2 Estadística inferencial	80
5.3 Comprobación de Hipótesis	82
5.4 Discusión	84

CONCLUSIONES	89
--------------	----

RECOMENDACIONES	90
-----------------	----

FUENTES DE INFORMACIÓN	91
------------------------	----

ANEXOS	100
--------	-----

Anexo 01: Carta de presentación

Anexo 02: Constancia de desarrollo

Anexo 03: Ficha de recolección de datos

Anexo 04: Matriz de consistencia

Anexo 05: Secuencia Fotográfica

Anexo 06: Reporte anti plagio

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla N° 1: Límite real del conducto con el localizador electrónico foramen apical YS-RZ300.	70
Tabla N° 2: Eficacia del localizador electrónico de ápice YS- RZ300 en el foramen apical.	72
Tabla N° 3: Límite real del conducto con el localizador electrónico de foramen apical RPEX6.	75
Tabla N° 4: Eficacia del localizador electrónico de ápice RPEX 6 en el foramen apical.	77
Tabla N° 5: Prueba T de Student para el límite real del conducto con el localizador electrónico de foramen apical YS-RZ300.	80
Tabla N° 6: Prueba T de Student para el límite real del conducto con el localizador electrónico de foramen apical RPEX6.	81
Tabla N° 7: Prueba T de Student localización del foramen apical YS-RZ300 y RPEX 6.	82

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico N°1: Límite real del conducto con el localizador electrónico de foramen apical YS-RZ300.	71
Gráfico N° 2: Eficacia del localizador electrónico de ápice YS- RZ300 en el foramen apical. (Gráfico de barra frecuencia)	73
Gráfico N° 3: Eficacia del localizador electrónico de ápice YS- RZ300 en el foramen apical. (Gráfico circular porcentaje)	74
Gráfico N° 4: Límite real del conducto con el localizador electrónico de foramen apical RPEX6.	76
Gráfico N° 5: Eficacia del localizador electrónico de ápice RPEX 6 en el foramen apical (Gráfico de barra frecuencias).	78
Gráfico N° 6: Eficacia del localizador electrónico de ápice RPEX 6 en el foramen apical (Gráfico circular Porcentajes).	79
Gráfico N° 7: Gráfico de cajas Longitud real del conducto con YS-RZ300 y RPEX6.	83

INTRODUCCIÓN

La endodoncia estudia la morfología y fisiología del sistema de canales de un diente. Su objetivo principal es prevenir lesiones pulpares y periodontales y tratar las ya instaladas. La determinación de la longitud de trabajo es una de las etapas más importantes del tratamiento de endodoncia debido a que las imprecisiones en este proceso pueden favorecer la ocurrencia de accidentes y complicaciones postoperatorias.⁴⁵

Los estudios clásicos de Kuttler y Green han demostrado que el foramen apical coincide con el foramen anatómico en menos del 50% de los casos. Dichas variaciones no se evidencian en la radiografía bidimensional. Por lo tanto, considerar que el foramen apical coincide con el ápice radiográfico es un error.⁴⁶ Por otra parte Dummer ha demostrado que la constricción apical varía en su topografía, clasificándola en: simple, estrecha, multiconstricción y paralela. Según su investigación la unión cemento dentina difiere no solo en su forma sino también en su presencia dentro del conducto como una referencia anatómica.⁴⁷

Se utilizan varios métodos para determinar la longitud de trabajo; entre estos: la percepción táctil, conocimiento de la longitud promedio de cada una de las piezas dentarias, sensibilidad apical cuando el instrumento atraviesa el foramen apical, el uso de puntas de papel que en su porción más apical muestren sangrado, e interpretación radiográfica con un instrumento endodóntico dentro del conducto. Todas estas técnicas presentan defectos en la determinación lo que hoy las hace muy poco aplicables.¹⁷

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.³²

El objetivo del presente estudio fue evaluar in vitro, dos localizadores electrónicos apicales (LEAs) **YS-RZ300** y **RPEX 6**, llamados de quinta generación, con el propósito de establecer el grado de eficacia al detectar y localizar el foramen apical.

De esta manera se obtendrá datos que podrán ser dados a conocer en nuestro medio; generando apoyo y conocimiento sobre el uso adecuado de los localizadores apicales durante la realización de tratamientos endodónticos.

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática:

La Endodoncia es una especialidad de la odontología reconocida como tal por la Asociación Dental Americana en 1963, que estudia la estructura, morfología y fisiología de las cavidades dentarias coronal y radicular que contienen a la pulpa dental y a su vez, trata la patología del complejo dentino-pulpar y de la región periapical. El objetivo de la endodoncia es prevenir lesiones pulpares y periodontales y tratar las ya instaladas, proporcionando el sustrato dentario para devolver forma y función perdidas, a través de la rehabilitación oral. Para esto, es necesario realizar una minuciosa limpieza mecánica y química de la cámara pulpar y del sistema completo de canales los cuales, ya preparados y desinfectados, deben obturarse completamente con un material de relleno inerte y biocompatible. Luego, el diente debe ser restaurado adecuadamente, para asegurar su sellado coronal e impedir la filtración bacteriana.³⁸

La terapia endodóntica propiamente tal consiste en la extirpación de la pulpa presente en la cavidad dentaria cameral y los canales radiculares, desinfectar y conformar dichos canales y luego rellenarlos con un material biocompatible, con el fin de mantener el diente en la cavidad oral. El procedimiento endodóntico incluye varias etapas: diagnóstico, trepanación y acceso a las cavidades dentarias pulpares de la corona y raíces, determinación de la longitud de trabajo de los canales radiculares (conductometría), instrumentación biomecánica o quimiomecánica (IBM o IQM), conometría y obturación radicular. La determinación de la longitud de trabajo es una de las

etapas más importantes del tratamiento de endodoncia y es también uno de los pasos preponderantes en el éxito de la terapia.⁴⁵

Estudiar y conocer la anatomía radicular a cabalidad es un requisito fundamental para conseguir un tratamiento de endodoncia exitoso. Varios son los autores que han estudiado la longitud radicular de los diferentes dientes. A partir de estas mediciones se definió que el límite ideal de la obturación de los canales radiculares debe estar a 1 mm del ápice radicular (desde coronal a apical). Las mediciones obtenidas a partir de las investigaciones señaladas son utilizadas actualmente como medidas de referencia para la realización de tratamientos de endodoncia en muchos países del mundo; la mayoría de estos estudios fueron desarrollados en dientes extraídos y ninguno de ellos en población sudamericana. Por otra parte, no existen investigaciones que determinen la longitud de trabajo para los canales radiculares de los diferentes dientes, sino que sólo establecen una medida anatómica de la longitud radicular y la longitud total de cada diente.³⁹

Una de las mayores controversias en la terapia endodóntica concierne al límite apical y la determinación de la longitud de trabajo. 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 bioproductos.⁴⁸ La importancia de la configuración del conducto radicular radica en que ésta medición permite determinar a qué

distancia del foramen deben llegar nuestros instrumentos en el sistema del conducto radicular.⁴⁹ Así mismo, limita la profundidad a la que se puede obturar el conducto. 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 y experticia.²⁵

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 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.⁵⁰

Dentro de la literatura clínica existen muy pocos estudios In vitro, reportados para la determinación de la longitud de trabajo y hasta el día de hoy no hay un estudio In vitro que establezca una comparación entre los localizadores electrónicos de ápice YS-RZ300 y RPEX6.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema principal

¿Cuál es la diferencia de la eficacia de YS-RZ300 Y RPEX 6 en la localización del foramen apical en dientes premolares unirradiculares?

1.2.2 Problema secundario

- ¿Cuál es la eficacia in vitro de YS-RZ300 en la localización del foramen apical en dientes premolares unirradiculares?
- ¿Cuál es la eficacia in vitro de RPEX 6 en la localización del foramen apical en dientes premolares unirradiculares?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general:

- Establecer la eficacia in vitro de YS-RZ300 y RPEX 6 en la localización del foramen apical en dientes premolares unirradiculares.

1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar la eficacia in vitro de YS-RZ300 en la localización del foramen apical en dientes premolares unirradiculares.
- Determinar la eficacia in vitro de RPEX 6 en la localización del foramen apical en dientes premolares unirradiculares.

1.4 Justificación de la investigación

1.4.1 Importancia de la investigación

Esta investigación está hecha con el fin de aportar conocimientos en el campo de la endodoncia. El éxito del tratamiento de conducto radicular depende directamente en la determinación de la longitud de trabajo con exactitud y de mantener el mismo durante la instrumentación, siendo los localizadores

apicales aparatos que ayudan a agilizar este proceso.⁵¹ El foramen apical puede terminar exactamente en el ápice radicular o a un lado del mismo; siendo un problema localizarlo radiográficamente si el mismo se encuentra ubicado en bucal o lingual dificultando determinar si el material de obturación ha salido al tejido periapical resultando clínicamente un problema de dolor para el paciente.²⁵

Hoy en día en el campo de la endodoncia se cuenta con una gran variedad de instrumentos y materiales de última generación tecnológica y científica que nos brindan varias opciones durante el tratamiento de conductos. Dentro de estos instrumentos tenemos a los localizadores electrónicos de ápice de diversas casas y marcas dentales. Por ello es importante que el clínico cuente con estudios controlados de los mismos para poder hacer uso del mismo de forma confiable. En esta investigación comparamos y ponemos a prueba la eficacia en la localización del foramen apical de los localizadores electrónicos de ápice YS-RZ300 y RPEX 6.

1.4.2 Viabilidad de la investigación

El presente proyecto es factible, ya que después de un exhausto análisis de viabilidad de la investigación, donde existe la disponibilidad de unidades de estudio, recursos, presupuesto, literatura especializada en el tema y un conocimiento metodológico, diseño adecuado y en la previsión de las consideraciones éticas en la realización de este proyecto.

1.5 Limitaciones del estudio

Esta investigación puede tener limitaciones como el costo de los instrumentos y materiales a usarse es por ellos que se tiene un presupuesto definido.

La recolección de las piezas dentarias, tienen que ser conservadas en suero fisiológico y un ambiente fresco, para evitar que se dissequen esto alteraría nuestra investigación.

La disponibilidad del Laboratorio de la Universidad Alas Peruanas sede Lima.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

Antecedentes internacionales del 2013 al 2017

Almendro C, Ribera I, Longobardi V, Hernández E, Pía P, Ballester S., (2013). “Comparación in vitro de cuatro localizadores electrónicos de ápice”. El presente artículo tiene como objetivo estudiar y comparar la eficacia in vitro en dientes unirradiculares de cuatro localizadores de ápice electrónicos de diferente generación: Propex I (Dentsply, Maillefer), Root ZX (J. Morita) WoodpeX I (Woodpecker) Osada (Osada medical Co. Ltd) y ver cuál es el error aportado por el localizador, el operador y su eficacia en presencia de sustancias irrigantes o en conductos secos. No obstante, se puede observar un vacío en la literatura en lo que concierne al comportamiento de los LEAs Woodpex I y Osada en condiciones in vitro. Los datos obtenidos establecen que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los cuatro localizadores de ápice electrónicos para establecer la Longitud de trabajo en 0,5 mm coronal al foramen mayor, el error aportado por los diferentes operadores no es estadísticamente relevante y tampoco existen diferencias significativas en condiciones de humedad o con el conducto radicular seco. Los resultados estadísticos mostraron que no existe diferencia estadística entre los localizadores Osada (81%), Root ZX II (86%), Woodpex I (81%), Propex I (82%) en su capacidad para identificar con precisión el foramen apical. Aunque el error imputable al operador sea superior al de los localizadores de ápice, este no alcanza a tener significancia estadística.¹

Jara S., (2013). “Análisis comparativo entre el localizador apical (Moritta Root zx) y el método científico de bregman para la determinación de la longitud de trabajo”. El presente trabajo de investigación tiene como objetivo determinar el grado de exactitud del localizador de Apice Moritta Root zx en comparación con el método de Bregman, debido a que se han observado dificultad para la determinación de la longitud de trabajo. El Root ZX II y la radiografía convencional demostraron una exactitud en la determinación de la constricción apical del 85.3% y del 84.2% respectivamente. Diferencias que no fueron estadísticamente significativas, por lo cual será eficaz utilizar ambas técnicas para la determinación de la longitud de trabajo a nivel de la constricción apical, ya que al utilizar los dos métodos podemos brindar un mejor trabajo por la poca diferencia que existe entre ambos; por lo tanto podemos recalcar que el uso de localizadores apicales electrónicos no elimina el uso de radiografías durante la realización del tratamiento endodóntico En base a los objetivos propuestos en la presente investigación concluimos, que el localizador apical ROOT ZX II tiene un mayor grado de exactitud en el momento de llegar a determinar el límite cemento dentina conducto que el Método de Bregman.²

Fortich N., (2013). “Concordancia en la determinación de la longitud radicular en dientes temporales entre radiografía convencional y localizador electrónico de ápice”. El objetivo de este estudio fue establecer el grado de concordancia existente entre radiografía convencional y localizador electrónico de ápice in vivo para determinar la longitud de trabajo en dientes temporales. Materiales y métodos: se realizó un estudio de pruebas diagnósticas, concordancia consistencia, se seleccionaron pacientes pediátricos diagnosticados con caries

dental con cavidad extensa, y que requerían tratamiento de pulpectomía, a quienes se les determinó la longitud de trabajo, utilizando inicialmente el localizador electrónico de ápice Ipx[®] y posteriormente la radiografía convencional. La evaluación de la concordancia se realizó a través del Coeficiente de Correlación y Concordancia de Lin, utilizando el paquete STATATM para Windows. Resultados: se evaluaron 72 conductos radiculares de 44 pacientes niños. La edad promedio de los pacientes fue de $6.5 \pm 1,93$ años, el 72,7% eran de género masculino, el promedio de la longitud radicular utilizando la radiografía convencional fue de: $13.3 \pm 1,8$ mm y con el localizador electrónico de ápice Ipx: 12.4 ± 2.05 mm. La concordancia global entre los métodos fue CCC de Lin 0.506 (IC 95 %: 0.349 - 0.663, $p = 0.000$). Conclusiones: la concordancia encontrada entre los métodos estudiados fue pobre, resultados que impactan directamente en la práctica clínica, por lo que se concluye que aunque no hubo concordancia entre los métodos, estos no deben ser descartados y el localizador apical puede ser utilizado como una herramienta que complementa la radiografía convencional en la terapia endodóntica de dientes primarios.³

Alvarado B., (2013). “Comparación del localizador apical electrónico endex plus y mini ápex para la determinación de perforaciones radiculares simuladas en dos medios”. El objetivo del presente estudio fue evaluar ex vivo, la capacidad de dos localizadores electrónicos apicales para detectar y localizar perforaciones radiculares simuladas. Se emplearon 41 dientes humanos unirradiculares extraídos y se les realizaron los accesos endodónticos de forma convencional. Se prepararon los tercios cervical y medio de los conductos

radiculares con limas ProTaper S1 y S2 y se realizó, en cada uno de los dientes, una perforación radicular simulada a la altura del tercio medio radicular. A continuación se introdujo una lima tipo K #25 hasta observarla a la altura del orificio de la perforación. Esta medida se registró como longitud real de la perforación (LRP). Posteriormente se utilizaron los dos aparatos para determinar y localizar en forma electrónica las perforaciones radiculares y las medidas obtenidas fueron comparadas con las precedentes. Se emplearon para el uso de los localizadores electrónicos dos medios de contención de los dientes: oasis (esponja fenólica de célula abierta) embebido de cloruro de sodio al 0.9% y un recipiente de plástico lleno con la misma solución salina. En todos los dientes evaluados, los dos LAEs detectaron las perforaciones radiculares simuladas. Considerando una tolerancia de +/- 1mm, los dos LEAs registraron medidas aceptables comparadas con las longitudes reales de las perforaciones (LRP), en ambos medios de contención. Se concluye que el uso de los localizadores apicales electrónicos Endex es un procedimiento eficiente para la detección y localización de las perforaciones radiculares.⁴

Cruz G., (2014). “Estudio comparativo in vitro de dos localizadores apicales mini root ZX y endex plus para la detección de perforaciones radiculares”. El objetivo del presente estudio fue evaluar in vitro, la capacidad de dos LEAs para detectar y localizar perforaciones radiculares simuladas (PR). Materiales y Métodos: Se emplearon 41 dientes humanos unirradiculares extraídos y se les realizaron los accesos endodónticos de forma convencional. Se prepararon los tercios cervical y medio de los conductos radiculares con limas ProTaper S1 y S2 y se realizó en cada uno de los dientes, una PR simulada a la altura del

tercio medio radicular. A continuación se introdujo una lima tipo K #25 hasta observarla a la altura del orificio de la perforación. Esta medida se registró como longitud real de la perforación (LRP). Posteriormente se utilizaron los dos aparatos para determinar y localizar en forma electrónica las perforaciones radiculares (LEP) y las medidas obtenidas fueron comparadas con las precedentes. Se emplearon para el uso de los LEAs dos medios de contención de los dientes: oasis para flores embebido de cloruro de sodio al 0.9% y un recipiente de plástico lleno con la misma solución salina. Resultados: En todos los dientes evaluados, los dos LEAs detectaron las PR simuladas. Considerando una tolerancia de +/- 1mm, los dos LEAs registraron medidas aceptables comparadas con las LRP, en ambos medios de contención. Conclusiones: El uso de los LEAs Mini Root ZX y Endex Plus es un procedimiento eficiente para la detección y localización de las PR.⁵

Matzdorf F., (2014). "Exactitud de los Localizadores electrónicos apicales I-Root® y Woodpex III® para determinar la longitud total hasta el foramen apical: estudio in vitro". Se utilizó una muestra de 30 piezas dentales humanas monoradiculares con conducto único, ápice radicular cerrado y raíz sin perforación ni fractura; se inició con la toma de dos radiográficas digitales (ortoradial y mesioradial). La pieza se colocó en hipoclorito de sodio al 10% durante 10 minutos, y fue lavada con agua a presión posteriormente. La corona se seccionó 2mm por arriba de la unión cemento esmalte, luego para verificar la permeabilidad del conducto se introdujo la lima K flex #8 y luego la #10 hasta que sobrepasó el foramen apical y se procedió a irrigar el conducto con hipoclorito de sodio al 5%. Se utilizaron puntas de papel para secar el conducto

y se introdujo una lima K flex #15 dentro del conducto hasta observar con la ayuda de un microscopio estereoscópico marca D.F. Vasconcellos magnitud 5X, la punta de la misma en el foramen apical. Se colocó el tope endodóntico a esta distancia y se fijó con resina fluida fotocurada (Tetric Flow, Vivadent, Schaan, Liechtenstein). Luego se procedió a tomar la medida utilizando un calibrador digital vernier (Alkimia) y se ingresó el valor en un hoja electrónica (Excel). En 30 moldes de plástico de un diámetro de 4.5 cm y 2.5 cm de alto se introdujo una mezcla de alginato Hydrogum 5, y antes que gelificara se colocó el diente codificado ya medido, hasta la unión cemento esmalte. Se secó el conducto radicular con puntas de papel y luego se procedió a realizar una medición con el localizador apical I-Root® y otra con el Woodpex III ®, introduciendo una lima K flex #15 en el conducto deteniéndola en el momento que cada el localizador electrónico apical indicó que se encontraba en el foramen apical y luego se procedió a colocar el tope endodóntico y así, de forma inmediata, se colocó resina fluida fotocurada. Se midió la longitud en milímetros utilizando un calibrador digital de vernier y se anotó los resultados en una hoja electrónica (Excel). A los resultados obtenidos se les aplicó la prueba t de Student para muestras independientes, para determinar la significancia estadística con un 95% de confiabilidad. Luego del análisis se encontró que no existe diferencia estadísticamente significativa ($p=0.86$) entre la longitud real y la obtenida por el localizador apical Woodpex III ®, estableciendo así la exactitud del mismo. Se obtuvo una media de 15.885 para la longitud real y 15.769 mm para la longitud dada por el localizador apical Woodpex III ®. Además, se encontró que no existe diferencia estadísticamente

significativa ($p=0.90$) entre la longitud real y la obtenida por el localizador apical I-Root®, estableciendo así la exactitud del mismo. Se obtuvo una media de 15.885 para la longitud real y 15.967 mm para la longitud dada por el localizador apical I-Root I®. Se recomienda que se realice un estudio in vivo que determine la exactitud de los localizadores apicales I-Root® (S-Denti, Korea del Sur) y Woodpex III® (Woodpecker, China), para la utilización confiable de los mismo a nivel clínico.⁶

Ortega M., (2014). “Estudio Invitro de la exactitud del conducto radicular en piezas dentarias unirradiculares utilizando dos tipos de localizadores apicales.” Según estudios epidemiológicos demuestran que el mejor pronóstico se da cuando la obturación del canal radicular llega a 2mm del ápice radiográfico. Las variaciones en la anatomía de los ápices dentales por la edad y el tipo de diente hacen esta tarea aún más desafiante. Por ello el método electrónico ha sido estudiado y perfeccionado desde la mitad del siglo pasado, con el propósito de aumentar la precisión de la técnica de la determinación de la longitud del trabajo. El método electrónico presento una apreciable desarrollo tecnológico, que supero los problemas que inicialmente había presentado, en lo referente en la incapacidad de lectura en conductoras de la corriente eléctrica. En los últimos años los estudios que han evaluado el método electrónico tuvieron índices de aciertos satisfactorios, lo que indica que los localizadores electrónicos apicales ya ocupan un lugar destacado en la clínica endodóntica. El propósito de este estudio in vitro es que de manera comparativa-experimental, usando dos localizadores apicales: ROOT ZX y el PROPEX II para valorar el grado de confiabilidad de cada localizador en el momento de

determinar la longitud del trabajo de las piezas unirradiculares con medición milimétrica sin necesidad de respaldo radiográfico.apical. En los resultados se vio que el promedio difencial que alcanzo el localizador electrónico Propex II fue de 0.60 y Rootzx 0.55 milímetros.

Se concluye que el localizador Propex II de última generación o multifrecuencia comparado con el ROOT ZX siendo de tercera generación o de doble frecuencia es más eficaz para determinar la longitud de trabajo⁷

Gomes S., (2015). “Estudio comparativo sobre la eficacia de los localizadores electrónicos de ápice Root ZX. iPex, y Raypex 5 bajo la acción de diferentes irrigantes en condiciones clínicas”. El propósito de este estudio in vitro es evaluar la precisión de los LEAs de apice Root ZX, iPex y Raypex 5 en la determinación de la longitud del conducto bajo la acción de los irrigantes hipoclorito de sodio al 2,5%, clorhexidina al 2% y EDTA al 17%. Se selección 34 monoradiculares indicados para extracción. Se efectuaran las mediciones electrónicos (ME) con Root ZX, iPex y Raypex 5 tras la irrigación del con cada uno de los irrigantes. Después de la extracción del diente, se determinó la longitud real (LR) del conducto a 0.5 del foramen mayor. Las mediciones de cada diente se compararon de la LR mediante, analizándose las diferencias con test estadístico de análisis de la varianza.La exactitud del localizador de apice Root ZX, iPex y Raypex 5, en determinar la LR, no se ve afectada por la presencia de clorhexidina al 2%. Se observaron diferencias estadísticamente significativas entre las mediciones electrónicas de Root ZX y iPex en presencia de clorhexidina al 2%. No existieron diferencias estadísticamente significativas entre las mediciones electrónicas de Root ZX y Raypex 5. No existieron

diferencias estadísticamente significativas entre las mediciones electrónicas Raypex 5 y iPex. La exactitud del localizador de apice Root ZX y RaPYPEX 5, en determinar la LR, no se ve afectada por la presencia de EDTA al 17%. Sin embargo, la exactitud del localizador de apice iPex si se ve afectada por la presencia de EDTA al 17%. Se observaron diferencias estadísticamente significativas entre las mediciones electrónicas de Root ZX y iPex en presencia de EDTA al 17%. No existieron diferencias estadísticamente significativas entre las mediciones de Root ZX y Raypex 5 en presencia de EDTA al 17%. Se observaron diferencias estadísticamente significativas entre las mediciones electrónicas de Raypex 5 y iPex en presencia de EDTA al 17%.⁸

Gudiño V., (2016). “Estudio comparativo in vivo de la toma de longitud de trabajo de pulpectomias con técnica radiográfica versus localizador apical realizadas en la Clínica Odontológica de la Universidad de las Américas y Clínicas partículas de la ciudad de Quito”. El objetivo de la investigación fue el de comprobar la eficacia del uso del localizador apical en dientes deciduos durante los tratamientos de pulpectomías. Materiales y Métodos: 40 conductos radiculares de dientes temporales superiores e inferiores a excepción de molares superiores, se obtuvo la longitud de trabajo con dos técnicas, radiográfica y electrónica por medio del localizador apical; los resultados obtenidos fueron analizados por el método estadístico ANOVA. Resultados: Se obtuvo una significancia estadística de 0,004 entre ambas técnicas utilizadas, a la vez al comparar las variables localizador y referencia anatómica se alcanzó una significancia de 0,325 y con las variables localizador y conducto se obtuvo 0,272. La diferencia estadística entre la técnica radiográfica y la técnica con el

uso del localizador apical fue de 1,47. Conclusiones: A pesar de mostrar una diferencia relativamente pequeña entre ambos métodos, se concluyó que el uso del localizador apical es más efectivo porque minimiza el tiempo de trabajo y se evita molestias al paciente.⁹

Covo E, Morales D., (2016). “Concordancia entre raypex 6 y propex pixi para la determinación de la longitud de trabajo. Estudio in vivo”. Esta investigación 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 STATATM para Windows, 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]; $p = 0,000$). 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).¹⁰

Lozada M., (2017). “Eficacia de diferentes Localizadores Apicales de Quinta Generación en la obtención de la longitud de trabajo. Estudio In vitro” En la búsqueda del éxito en el tratamiento endodóntico dependiente de la exacta determinación de la longitud de trabajo, los localizadores electrónicos de apice en su Quinta Generación, se espera ser capaces de no solo detectar el foramen apical, sino también la constricción apical. El presente proyecto tiene un modelo experimental, comparativo in vitro, el cual pretende estudiar la eficacia de tres localizadores apicales de Quinta Generación, en la determinación de la longitud de trabajo, utilizando muestras de piezas dentales unirradiculares y birradiculares. Mediante el uso de limas k, calibrador digital, topes de caucho, y con técnica de visión directa se recolectó las medidas de longitud referencial real y electrónica de cada localizador a 0.5mm del foramen

apical. De acuerdo al análisis de Prueba t student, no existe diferencia estadísticamente significativa, de igual manera la diferencia de medias entre longitud real y electrónica en los localizadores C-Root (VI), Woodpex III y Raypex VI, fue de -0.02mm, -0.018mm y -0.065mm respectivamente, resultando el Woodpex III ser el más preciso.¹¹

Antecedentes nacionales del 2013 al 2017

Vizcarra B., (2015). “Análisis comparativo in vitro de dos Localizadores Foraminales en la determinación de la longitud real de trabajo en premolares en la Universidad Alas Peruanas - Filial Arequipa 2014”. El objetivo de este trabajo fue comparar “in vitro” la exactitud del localizador foraminal iPex I (NSK, Japón) con el localizador foraminal Woodpex III (Woodpecker, China). Usando premolares, acondicionándolos y colocándolos en recipientes individuales para poder realizar las mediciones con los localizadores, después se realizaron desgastes en su tercio apical, para así poder ser observables al microscopio óptico dental y después realizar sus mediciones correspondientes. Los resultados muestran que el LEA iPex (NSK, Japón) tuvo una media de 0.26 con un valor mínimo de 0.1 y un valor máximo de 0.5 y Woodpex III (Woodpecker, China) obtuvo una de media de 0.7 con un valor mínimo de 0.3 y un máximo de 1.3. Se concluyó que el localizador iPex I (NSK, Japón) presentó mayor precisión que el Woodpex III (Woodpecker, China).¹²

Beltrán F., (2015). “Eficacia del localizador apical electrónico “Elemets” en la determinación de la longitud de trabajo en molares permanentes extraídos en consulta privada en Cercado, Arequipa, 2014” tuvo como objetivo evaluar la

precisión del LAE “Elements” en la determinación de la longitud de trabajo. La investigación se realizó con 23 muestras (molares), los cuales según las pruebas estadísticas de “Kolmogorov-Smirnov” se trabajaron dentro de los parámetros normales. A las muestras se les seccionó la parte coronal para tener un mejor acceso y eliminar posibles interferencias anatómicas.

Las muestras fueron almacenadas en un primer instante con Hipoclorito de Sodio al 5% para eliminar restos orgánicos e impurezas que puedan presentar las piezas, y en un segundo momento en suero fisiológico para su almacenamiento definitivo.

La investigación se dividió en 4 fases, en la primera se realizó la medida de las muestras seleccionadas numeradas con el “Estereoscopio” que nos brindará las medidas reales de la longitud del conducto y será nuestro “Stardart”

En la segunda fase se procederían a tomar las medidas de las piezas con el LAE, para esto los dientes ya numerados fueron embebidos en un modelo de alginato destinado al examen con el LAE, se tomaron las medidas y se las almacenó en la ficha endodóntica. Las mediciones fueron guardadas en décimas de milímetros. Se realizaron 3 mediciones, dos de las mediciones fueron ejecutados por una sola persona (operador) y la última por un tercer operador ajeno a la investigación (asistente).

En la tercera fase se procedió a medir la “Constricción Apical” con el LAE.

En la cuarta fase, se procedió a la confirmación de la constricción apical mediante el uso del “Estereoscopio”, para esto las muestras fueron limpiadas.

Una vez obtenidos los datos de cada muestra, mediante el análisis estadístico se pudo determinar si el LAE es preciso en la determinación de la Longitud real

del Conducto y la Constricción Apical. Resultados: El L.A.E. "Elements" en el 95% de los casos coincidía la lectura 0.0 con la ubicación del foramen mayor.

Conclusiones: No fue posible la determinación de la Constricción Apical porque el conducto era plano y las muestras en las que se visualizó el conducto, estos eran de tipo paralelo. La precisión del Localizador Apical Electrónico "Elements" en la determinación de la Longitud de Real del alcanzó un 95%. Puesto que al comparar con las medidas obtenidas con el Estereoscopio no presento diferencias estadísticas significativas¹³

Crispín A., (2015). "Eficacia del localizador apical DPEX I en pacientes que se atienden en la Clínica Estomatológica de la Universidad Privada Antenor Orrego, 2015". El presente estudio, tuvo como objetivo determinar el nivel de eficacia del localizador apical DPEX I en pacientes que acudieron en la Clínica Estomatológica de la Universidad Privada Antenor Orrego, 2015. Se seleccionaron 30 pacientes que acudieron a la Clínica Estomatológica, que requirieron tratamiento de exodoncia, se le explicó la importancia y los objetivos de la presente investigación para que tomen la decisión de participar de forma voluntaria. Firmando el consentimiento informado. Se respetó el protocolo para determinar la conductimetría en piezas anteriores y se empleó el localizador apical DPEX I. La longitud de trabajo fue considerada aceptable, cuando el localizador marcaba que estaba entre 0.5-1.5 mm del foramen y corto cuando estaba a más de 1.5 mm del foramen apical. El rango de tolerancia fue de +/- 0.5 mm. Los resultados nos mostraron que el localizador DPEX I obtuvo un 73,3% de precisión demostrando claramente su eficacia en la determinación de

la longitud de trabajo. Concluyendo, que la exactitud del localizador de ápices DPEX I fue óptima.¹⁴

Echevarría I., (2016). En su estudio eficacia in vitro de dos localizadores foraminales: Easy Apex y Miniapex en la localización de la unión cemento-dentina (U.C.D) en premolares inferiores unirradiculares, Arequipa, 2016". La presente investigación tuvo como objetivo, comparar la precisión de las mediciones electrónicas entre dos localizadores electrónicos de cuarta generación. El estudio se realizó en 23 muestras dentarias, premolares mandibulares extraídos recientemente, los cuales fueron limpiados y desinfectados con solución de hipoclorito de sodio al 5% para eliminar restos orgánicos adheridos y luego almacenadas en frascos con suero fisiológico, para evitar su desecación. La investigación se dividió en 4 etapas, en la primera se procedió a la apertura cameral con fresas de alta velocidad y la preparación de una superficie coronal plana, para facilitar el posicionamiento del cursor. En segundo lugar, se obtuvo la longitud real del conducto, donde en un primer momento se usó lupas de magnificación 5x con el fin de observar la desembocadura de lima por el foramen mayor y, en un segundo instante, medir la distancia entre la punta de lima y el tope de goma previamente fijada con resina fluida (Longitud foramen) para ello se usó un calibrador milimétrico digital. A esta medida se le restó 0.5 mm (longitud Constricción). En la tercera etapa cada diente fue inmerso en un recipiente con alginato como vehículo para la localización electrónica de la constricción apical, para ello ambos aparatos fueron calibrados a 0.5mm del foramen, donde se fijó nuevamente el tope de goma con resina fluida, para su posterior medición con el calibrador

digital. Dichas mediciones se realizaron en 3 oportunidades, dos veces por el operador y una por un asistente. En la cuarta etapa se hizo la comparación de los valores de ambos localizadores con la medida preliminar (Longitud constrictión), concluyendo según los resultados obtenidos que, dentro de los parámetros previamente establecidos, el localizador electrónico Mini Apex resultó ser más preciso en la localización del límite cemento dentina, que el localizador Easy Apex. Sin embargo, según la prueba estadística de T de Student, no se encontraron diferencias significativas entre dichos aparatos, por lo tanto, ambos localizadores electrónicos foraminales son similarmente eficaces para localizar la el límite cemento dentina.¹⁵

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Morfología dentaria

El conocimiento de la anatomía interna es fundamental para la perfecta ejecución del proceso de saneamiento y preparación del conducto radicular. Se considera la estructura anatómica de la cavidad pulpar muy compleja, pues el endodoncista, a través de los recursos disponibles en el momento, intenta interpretar la imagen de un plano tridimensional en solo dos dimensiones.¹⁶

- Cavidad pulpar

La cavidad pulpar, local que aloja la pulpa dentaria, se divide en dos regiones; la relacionada con la corona, denominada cámara pulpar: y la parte radicular, llamada conducto radicular. Localizadas comúnmente en la región central del diente, las paredes presentes en la corona reciben los nombres

correspondientes a las caras vestibular, lingual, mesial, distal, oclusal y cervical. La cara oclusal también se llama techo de la cámara, mientras que la cervical (evidenciada en los premolares y molares) corresponde a la base de la cámara coronaria.¹⁶

- Conducto radicular

El conducto radicular, principal componente de la cavidad pulpar es ámbito principal de la Endodoncia, puede ser didácticamente dividido en dos conductos yuxtapuestos por sus vértices. Uno de ellos más largo, el conducto dentinario, se inicia en la cámara pulpar. Sus paredes presentan revestidas de dentina y convergen en sentido apical hasta un diámetro mínimo. A partir de allí, el conducto dentinario se continua en otro conducto, más corto, de paredes divergentes y por eso llamado conducto cementario, que aumenta de diámetro para abrirse en el foramen apical.¹⁷

- Ápice Radicular

La denominación Ápice radicular a veces ha sido utilizada de forma errónea con el sentido de límite apical. Aunque es usual utilizarlo para referirse al local en el que, los procedimientos de instrumentación y obturación necesitan estar limitados, el termino ápice no expresa claramente el límite apical de instrumentación, siendo una de las referencias imprescindibles en la indicación correcta de la Longitud Real de Trabajo. La definición más precisa, conceptúa ápice, como siendo el punto anatómico más distante del borde incisal o de la cara oclusal de diente.¹⁷

- Fundamentos anatómicos de la región apical

La morfología interna del extremo del conducto radicular depende de los odontoblastos responsables del desarrollo de la dentina. La transición entre los rasgos morfológicos internos y externos se produce en la zona del límite cemento dentina, definida histológicamente por los odontoblastos. Se considera que el tejido coronal de esta región es pulpar. Sin embargo, el tejido blando presente en la parte del conducto situado en sentido apical a la unión cemento dentina no es pulpa dental sino un tejido conjuntivo fibroso que deriva del ligamento periodontal, y aporta los vasos y nervios que entran y salen a su paso por la zona del ligamento periodontal, las paredes de esa parte del conducto están cubiertas por cemento. Los conductos radiculares se van estrechando desde el extremo coronal hasta la constricción (agujero menor), su parte más estrecha, que suele localizarse en la dentina, aunque no necesariamente.¹⁸

- La unión cemento – dentina (U.C.D)

En esta unión se produce una constricción o estrechamiento del espacio del conducto (constricción menor) que representa un punto ideal para preparar un asiento apical en dentina sana. Sin embargo, las características de esta constricción pueden variar considerablemente, lo que repercutirá en cualquier técnica que utilicemos para determinar la longitud de trabajo. Por otra parte, no debemos confundir la constricción con el orificio apical (constricción mayor), ya que la primera casi nunca se encuentra en el extremo de la raíz. Actualmente la morfología interna de la constricción se clasifica en cinco categorías

principales: punto de constricción único, constricción gradual, constricción múltiple, constricción paralela y constricción bloqueada.¹⁸

- Foramen apical

El foramen es el orificio final del conducto radicular en el tercio apical de la raíz dental. Ese orificio no siempre coincide con el vértice apical de la raíz, pues de acuerdo con Kuttler, en el 68% de los dientes jóvenes y en 80% de los dientes adultos la parte cementaria (conducto cementario) no continua en la misma dirección que la parte dentinaria (conducto dentinario). En distintos estudios se ha podido comprobar que los agujeros mayores de la mayoría de los dientes humanos están lejos del ápice radiográfico y anatómico.¹⁷

Igualmente, el agujero mayor se encuentra a una distancia media de 0,5 mm del agujero o constricción menor. Todas estas variaciones anatómicas repercuten directamente en las decisiones clínicas que hay que tomar durante el tratamiento de conductos radiculares, como el lugar en el que debe terminar la obturación radicular.¹⁸

- Constricción Apical

Es la porción del conducto radicular que tiene el diámetro más estrecho. Algunos autores lo consideran como un foramen menor cuando está presente. Esta posición es variable pero por lo general queda a 0.5 a 1.0 mm del centro del Foramen apical. Se le considera un punto de referencia Anatómico.²⁴

Dummer (1984) dijo que en dientes anteriores, la distancia entre el ápice y el foramen es de 0.36 mm. Kuttler (1955) midió también la distancia entre ápice y foramen y concluyó que la distancia es de 0.48 mm para un grupo joven y 0.6

mm para un grupo más viejo de dientes. Green (1956, 1960) midió la distancia misma distancia y encontró que en dientes anteriores es de 0.3 mm y 0.43 mm en los dientes posteriores. La conclusión general es que la distancia entre el ápice y el foramen principal es mayor en los dientes posteriores y los dientes más viejos; a comparación de los dientes anteriores y más jóvenes.²⁴

De la constricción apical al foramen hay aproximadamente 0.5 mm en el grupo más joven y 0.8 mm en el grupo más viejo para todo tipo de dientes.²⁴

Aunque Dummer (1984), mediante el estudio de 270 dientes humanos extraídos, evaluó que la distancia entre el ápice y la constricción era en promedio de 0,89mm. Y en la topografía de la constricción, Dummer observó que nunca es constante, razón por la cual, identificó y las constricciones halladas las clasificó en cuatro tipos:⁴⁷

- La Constricción Tradicional o Sencilla.
- La Constricción con la porción más estrecha cerca del ápice actual, o Constricción Cónica.
- La Multiconstricción.
- La constricción es seguida por una porción estrecha y paralela al conducto. o simplemente llamada Constricción Paralela.⁴⁷

2.2.1.1 Anatomía de los premolares con un solo conducto radicular.

Segundo premolar superior

Presenta un aspecto coronario cuboide, con dos cúspides, una vestibular y una palatina. Su dimensión vestibulo palatina es mayor que la mesiodistal. El 95% de los casos presenta una sola raíz, por ende es común que posea un solo

conducto muy achatado en sentido mesiodistal y amplio en sentido vestíbulo palatino. Sin embargo hay casos en que en una sola raíz puede tener dos conductos capaces de adoptar las más variadas conformaciones para terminar en apical a través de un foramen único o de forámenes independientes.¹⁹

Premolares inferiores son similares en cuanto a su cámara pulpar.

El techo presenta dos concavidades que corresponden a las cúspides (vestibular y lingual), aunque la vestibular es mucho más pronunciada, sobre todo en los jóvenes. Esta elevación de la cúspide vestibular hace la cara oclusal de los premolares inferiores quede como “mirando hacia la lengua” Esta disposición tiene gran influencia en la técnica de abertura coronaria que debe incluir la vertiente lingual de la cúspide vestibular.¹⁷

El conducto radicular del primer premolar inferior presenta un conducto único. Achatado en sentido mesiodistal. Rara vez este conducto ofrece una bifurcación a nivel del tercio apical lo que dificulta mucho las técnicas endodónticas.

El conducto radicular del segundo premolar inferior tiene semejante forma al primero, pero es mayor y menos achatado en sentido mesio-distal.¹⁷

La cavidad de acceso se hace desde el surco central hasta la punta de la cúspide. La sección transversal de la cámara pulpar es casi redonda en uniradiculados y oval en biradiculados.²⁹

2.2.2 Tratamiento de los conductos radiculares

El tratamiento de los conductos radiculares es del tipo secuencial. Consta de varias partes que deben hacerse una después de la otra:

- Preparación biomecánica

Es un hecho establecido que la preparación y obturación del conducto radicular deben limitarse al conducto dentinario – área histológicamente ocupada por el tejido pulpar y restringida, en su extremo apical, al límite cemento dentina dejando el conducto cementario libre de toda intervención. Siguiendo los principios biológicos de la preservación de los tejidos periodontales apicales durante el tratamiento endodóntico, algunos autores señalan la necesidad de determinar un límite apical tal, que no cause daño tisular y que favorezca la regeneración de esta área después del tratamiento.¹⁷

La entrada al conducto radicular tiene que poderse ver directamente. Esto se puede garantizar con la utilización de una lupa o un microscopio quirúrgico. Hay que conservar la mayor cantidad posible de tejido duro y eliminar solo tanto esmalte y dentina como sea necesario. No obstante, una apertura demasiado pequeña no debe nunca impedir la localización de los conductos radiculares.²⁰

- Conductometría

Algunas técnicas para determinar la longitud real de trabajo han sido descritas y evaluadas científicamente, entre ellas, la sensibilidad táctil digital, los métodos radiográficos y los métodos electrónicos; cada una de ellas utilizada aisladamente o en conjunto hecho que, según los autores, proporcionaría más seguridad para la indicación de un límite apical de instrumentación y obturación. De la misma forma, los métodos que utilizan interpretaciones de imágenes radiográficas tienen limitaciones resultantes de factores como,

distorsiones, interferencias anatómicas y de objetos pertinentes a la operatoria endodóntica, restricciones a respecto de ser una imagen bidimensional de un objeto tridimensional, imposibilidad de visualizar el foramen apical y la constricción apical, y la interpretación subjetiva del operador. Bramante & Berbert evaluaron diversas técnicas de determinación de la longitud real del diente y concluyeron que los métodos de Best y de Bregman hubo gran variabilidad de resultados, con pequeño porcentaje de acierto. Según los autores el método que determinó medidas más próximas de la longitud real de trabajo de los dientes investigados fue el que Ingle propuso.¹⁷

- Longitud real de trabajo

La longitud de trabajo de un diente se define como la distancia que hay entre un punto de referencia coronal y aquel en el que debe terminar la preparación y obturación del conducto.²¹

Al respecto, se ha podido identificar histológicamente que el final apical ideal de la longitud de trabajo coincide con el límite cemento dentina. En esta unión se produce una constricción o estrechamiento del espacio del conducto (constricción menor) que representa un punto ideal para preparar un asiento apical en dentina sana. Sin embargo, como ya hemos explicado anteriormente, las características de esta constricción pueden variar considerablemente, lo que repercutirá en cualquier técnica que utilicemos para determinar la longitud de trabajo. Por otra parte, no debemos confundir la constricción con el orificio apical (constricción mayor), ya que la primera casi nunca se encuentra en el extremo de la raíz.¹⁸

2.2.3 Localizador electrónico de ápice

Una de las innovaciones en el tratamiento de conductos radiculares ha sido el desarrollo y la producción de los dispositivos electrónicos para detectar la terminación del conducto.⁵² Según Custer en 1918 precisó que su funcionalidad se basa en el hecho de que la conductividad eléctrica de los tejidos que rodean el ápice radicular es mayor que la conductividad dentro del sistema del conducto radicular siempre que el conducto esté seco u ocupado con un líquido no conductor³². Suzuki en 1942 indicó que la resistencia eléctrica entre un instrumento insertado en un conducto y un electrodo aplicado a la membrana de la mucosa bucal registraba valores constantes.³³

En base a estos hallazgos, Sunada en 1962, reportó que cuando la punta de un instrumento endodóntico había alcanzado la membrana periodontal a través del agujero apical, la resistencia eléctrica entre el instrumento y la membrana de la mucosa bucal era un valor constante. De acuerdo con este principio fundamental, estos dispositivos basados en la resistencia deben ser capaces de detectar el tejido periodontal en el agujero apical.³⁴

Los localizadores de ápice electrónicos no son instrumentos de reciente descubrimiento, son aparatos que se empezaron a diseñar gracias al estudio de varios japoneses que fueron los principales aportadores para la creación del mismo. Los primeros localizadores de ápice se basaron en el circuito que introdujo un aparato en los tejidos orales, para medir la resistencia periodontal, conocidos como localizadores electrónicos de primera generación.³⁵

Los localizadores electrónicos de ápice de segunda generación utilizaron el principio impedancia absoluta, los de tercera generación utilizan dos

frecuencias diferentes para localizar la mayor constricción apical y finalmente los localizadores de cuarta generación, que son similares a los localizadores de tercera generación ya que utiliza dos frecuencias separadas.²²

2.2.3.1 Antecedentes

La resistencia, así como la impedancia miden la dificultad que tiene la electricidad para pasar a través de algún material. En general, cuando la corriente eléctrica es continua, se habla de resistencia; si la corriente es alterna, hablamos de impedancia.³⁶

Los LEAs antiguos emitían una leve corriente eléctrica continua y medían la resistencia de los tejidos al paso de ella. Los LEAs actuales, emiten también una corriente leve, pero de tipo alterno y miden la impedancia entre el tejido apical y la mucosa bucal. Los tejidos blandos bucales conducen la electricidad con relativa facilidad, en cambio los tejidos duros tienden a oponer resistencia al paso de la corriente eléctrica actuando como aislante. De esta manera, si por un lado tenemos un electrodo colocado en el labio, es decir, mucosa bucal, y por otro lado un electrodo en el diente a examinar, al activar el sistema del LEA, tendremos el paso de una corriente alterna muy pequeña entre los dos electrodos.³⁶

Al comenzar, si tocamos con la sonda una cavidad operatoria coronaria en esmalte y posteriormente en dentina, los valores de impedancia serán muy altos; pero al ingresar al interior del conducto, primero al tercio cervical, luego medio, etc., los valores de impedancia irán disminuyendo progresivamente. Finalmente, cuando la sonda toque a través del conducto el periodonto apical,

los valores caerán bruscamente ya que habremos cerrado el circuito entre la mucosa oral y el periodonto apical.³⁶

Es así como a través del uso de la corriente alterna y la determinación de la impedancia, podemos determinar el área donde termina el conducto y comienzan los tejidos periapicales. De aquí se deriva una utilidad anexa de estos aparatos, ya que en órganos dentarios con cámaras pulpares calcificadas, es posible comprobar si la apertura que hemos hecho, la hemos realizado sobre pulpa o sobre periodonto vía perforación, evitando así, ampliarla.^{23, 24}

2.2.3.2 Principio de acción de los localizadores apicales electrónicos:

Cuando la punta de un instrumento endodóntico alcanza la membrana periodontal a través del agujero apical, la resistencia eléctrica entre el instrumento y la membrana mucosa bucal es un valor constante.²²

Todos los localizadores de ápice funcionan usando el cuerpo humano para completar el circuito eléctrico. Un lado del circuito del localizador del ápice está conectado a un instrumento endodóntico y el otro lado está conectado al labio del paciente o por un electrodo sostenido en la mano del paciente. El circuito eléctrico se completa cuando el instrumento endodóntico es introducido apicalmente en la raíz hasta tocar el tejido periodontal. La pantalla del localizador de ápice indica que el área apical ha sido alcanzada.²²

2.2.3.3 Clasificación:

Esta clasificación es la modificación de la clasificación de McDonald. La cual se basa en el tipo de flujo de corriente y la oposición al flujo de corriente así como el número de frecuencias implicadas.³⁵

- Primera generación (resistencia eléctrica)

En 1918, Custer afirmó que el sistema de conductos radiculares podría ser medido a través de una corriente eléctrica.³² En 1942 Suzuki describió un dispositivo que era capaz de medir la resistencia eléctrica entre el ligamento periodontal y la mucosa oral, la determinó como una constante de 6.5 Kilo Ohmios. Este principio no fue examinado hasta 1962 por Sunada¹ quién realizó una serie de experimentos en pacientes y describió que la resistencia eléctrica entre la mucosa oral y el periodonto era constante, sin importar la edad del paciente, la forma o tipo de órgano dentario.³³

En 1987, Huang describió que este principio no es una característica biológica, sino por el contrario un principio físico.³⁶ Inoue, 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 éstos a la profundidad de los conductos.³⁷

Posteriormente se hicieron modificaciones en los dispositivos, haciéndolos más compactos y fáciles de utilizar. Sin embargo, esta generación de localizadores bajo el principio de “resistencia eléctrica”, provocaron a menudo mediciones incorrectas, sobre todo en presencia de electrolitos, tejido pulpar, o en presencia de una excesiva hemorragia.³⁶

El Root Canal Meter (Onuki Medical Co, Tokio, Japón) fué desarrollado en 1969. Utiliza el método de la resistencia y la corriente como una onda sinusoidal de 150 Hz. El dolor era sentido a menudo debido a las altas corrientes de la máquina, así que se hicieron mejoras y se presentó como el

Endodontic Meter, y el Endodontic Meter S II (Onuki Medical Co.), el cual usa una corriente menor a 5 A.³⁸

Principio de acción: Cuando la punta del ensanchador alcanza el ápice en el conducto, el valor de la resistencia es de 6,5 kilo ohmios (corriente eléctrica, 40 Ma). Se ha demostrado que los localizadores del ápice basados en la resistencia son exactos en condiciones secas dentro del conducto. Se reportó que el dispositivo original era más exacto en los conductos palatinos de molares y premolares maxilares.

Desventajas: No siempre son exactos en presencia de pus, electrolitos fuertes, hemorragias y tejido pulpar.

- Segunda generación (por impedancia)

Una nueva generación de localizadores fue desarrollada a finales de 1980 para mejorar las deficiencias encontradas en los localizadores de resistencia eléctrica. Esta generación utilizó el principio de impedancia, el cual consiste en un mecanismo eléctrico donde la impedancia más alta se encuentra en la constricción apical, basado en la teoría de que el conducto radicular, al ser un tubo largo y hueco, desarrolla una impedancia eléctrica que sufre un descenso brusco a nivel de la unión cemento-dentinaria (UCD) y que, en consecuencia, puede medirse eléctricamente. Sin embargo, se cuestionó que este principio pudiese aplicarse a un sistema de conductos con complicaciones anatómicas.

Basado en este postulado físico distinto, se comercializaron los localizadores electrónicos de ápice de segunda generación, tales como el Endocarterm (Hygienic Corp, Akron, O).³⁵

La impedancia incluye la resistencia y la capacitancia y tiene un trazo sinusoidal de amplitud. La propiedad es utilizada para medir la distancia en diversas condiciones del conducto mediante el uso de distintas frecuencias. El cambio al método de medición por frecuencia fué desarrollado por Inoue³⁷ como el Sono-Explorer (Hayashi Dental Supply, Tokio, Japón) que calibra en la bolsa periodontal de cada órgano dentario y mide por la retroalimentación de la asa osciladora.³⁹ Inoue menciona que el sonido del dispositivo indica el límite apical, de modo que algunos clínicos pensaban erróneamente que mide usando ondas acústicas.³⁷

Principio acción: Mide la oposición del flujo a la corriente alterna, o impedancia.

Desventaja: La desventaja más importante de los dispositivos de segunda generación es la necesidad por la calibración individual que se hace por la correlación del sonido del surco gingival. Principal desventaja de LEAs de segunda generación es que el conducto tiene que estar relativamente libre de materiales conductores de la electricidad para una lectura precisa. La presencia de tejido y soluciones irrigadoras conductoras en el conducto puede cambiar las características eléctricas y conducir a errores de medición.³⁷

- Tercera generación (frecuencia-dependientes)

A principios de 1990, en un esfuerzo por obtener un aparato que fuese capaz de proporcionar mediciones más precisas del sistema de conductos radiculares, se introducen los localizadores de frecuencia dependientes. Estos aplican una tecnología más avanzada midiendo las diferencias de impedancia entre dos frecuencias. Los diferentes puntos de un conducto tienen una impedancia diferente entre las frecuencias altas y bajas. Sin embargo, según

va penetrando la sonda en el conducto, esta diferencia aumenta y alcanza su valor máximo a nivel de la UCD.³⁵

En el mismo año, Yamáshita, describió un aparato que calculaba las diferencias entre dos impedancias a partir de dos frecuencias distintas y generadas a partir de una misma fuente de poder, fue comercializado como el Endex (Osada Electronic Co., Tokio, Japón).⁵³

Este aparato es capaz de dar una medida exacta del conducto radicular aún en presencia de electrolitos dentro del conducto. El Endex debe ser calibrado varios milímetros del foramen apical en cada conducto radicular. El método proporcional mide simultáneamente bajo el concepto de impedancia eléctrica la diferencia entre dos frecuencias diferentes (1 kHz y 5kHz), calculando el cociente de las impedancias, y expresando este cociente como una posición del electrodo (lima) dentro del conducto radicular. Esta medida se supone que es considerablemente afectada por la condición eléctrica dentro del conducto y puede ser realizada en conductos secos sin ninguna calibración.³⁶

En 1991 Kobayashi³⁹ describió el método de división para medir los conductos radiculares, y este es la base del mecanismo del localizador Root ZX (J.Morita Corp., Tustin, California). El Root ZX, es un localizador de frecuencia dependiente o de tercera generación que mide simultáneamente la impedancia del conducto utilizando dos frecuencias distintas (.04 kHz y 8 kHz) calculando el coeficiente de impedancia y expresa este cociente en términos de posición de la lima dentro del conducto. Este proceso prácticamente no es afectado por la presencia de irrigantes dentro del conducto. Una de las ventajas de este dispositivo consiste en que no es necesario calibrar este aparato cada vez que

es utilizado debido a que posee un microprocesador que es capaz de hacerlo automáticamente³⁹.

Existe una diferencia máxima de la impedancia entre electrodos según la frecuencia utilizada. Los diferentes puntos de un conducto tienen una impedancia diferente entre las frecuencias altas y bajas. La parte coronal del conducto da una diferencia mínima entre estas dos frecuencias, sin embargo, según va penetrando la sonda en el conducto esta diferencia aumenta y alcanza su máximo valor a nivel de la UCD. La exactitud de los localizadores de tercera generación está entre 64.4% y 95%.^{40, 41, 42}

Principio de acción: Estos instrumentos utilizan frecuencias múltiples para determinar la distancia del extremo del conducto. Estas unidades tienen microprocesadores de gran alcance y pueden procesar el cociente matemático y los cálculos del algoritmo requerido, confiriendo lecturas exactas. En los entornos biológicos, el componente reactivo facilita el flujo de la corriente alterna para frecuencias más altas que bajas. De modo que un tejido a través del cual fluyen dos corrientes alternas de frecuencias distintas obstaculizará más a la corriente de frecuencia baja que a la corriente de frecuencia más alta. El componente reactivo del circuito puede cambiar conforme cambia la posición de una lima en un conducto. Cuando esto ocurre, las impedancias ofrecidas por el circuito a las corrientes de frecuencia distintas cambiarán el uno con respecto al otro. Puesto que estos dispositivos miden la impedancia y no la frecuencia y puesto que las magnitudes relativas de las impedancias se convierten en la información de la longitud, el término de la impedancia comparativa puede ser apropiado.³⁶

- Cuarta Generación

Esta generación es parecida a la tercera, ya que ambas utilizan dos frecuencias separadas. El Bingo 1020 (Forum Engineering Technologies, Rishon Lezion, Israel) es similar a los localizadores de tercera generación ya que utiliza dos frecuencias separadas, (0.4khz y 8khz) producidas por un generador de frecuencias variable. Sin embargo, a diferencia de los localizadores de tercera generación, no utiliza ambas frecuencias al mismo tiempo, sino una frecuencia a la vez. Utilizar una sola frecuencia a la vez, elimina la necesidad de utilizar filtros para separarlas. Esto previene la presencia de ruidos, inherentes a este tipo de filtros y de esta manera se incrementa la exactitud de la medición.³⁸ Según sus fabricantes, el LEA Elements Diagnosticó Unit (EDU), es un localizador de cuarta generación que se caracteriza por volver a los componentes primarios de los LEA (resistencia y capacitancia) y los mide directamente e independientemente durante su uso.²² Al combinar la resistencia y la capacitancia es capaz de obtener la misma impedancia. Sus fabricantes también afirman que este LEA utiliza múltiples frecuencias para compensar las condiciones del conducto sin realizar cálculos internos como las unidades de tercera generación. Por el contrario, todas las combinaciones de capacitancia y resistencia son calculadas en una base de datos dentro de la unidad, haciendo que la información reflejada en la pantalla sea más estable.²²

Tinaz y cols encontraron que el Bingo 1020 era igual de exacto que el Root ZX en un estudio in vitro y fácil de usar para un principiante en los conductos preensanchados.⁴³

- Quinta generación

Los localizadores apicales de quinta generación no cuentan con estudios formales, sin embargo en el manual del fabricante se hace uso de este término y se puede mencionar un artículo en donde se numeran algunas de las ventajas que supuestamente provee esta generación que son:

- Medición del conducto radicular con exactitud incluso en la presencia de fluidos del conducto radicular o completamente seco.
- Provee al operador con una lectura digital, ilustración gráfica y señal audible.
- El localizador apical puede utilizarse como analizador de vitalidad pulpar logrando determinar la adecuada y efectiva anestesia.
- Exacto.
- Fácil de usar y rápido.
- Reduce la exposición a la radiación, debido a reducción en la toma de películas radiográficas para estimar la longitud de trabajo.
- Detección de perforaciones.
- Puede medir el conducto radicular hasta la constricción apical o marginalmente corto a este.
- No afecta la función del marcapasos cardiaco de los pacientes; sin embargo no es recomendado a menos que el cardiólogo lo autorice.²⁴

2.2.3.4 Otros usos de los localizadores

- Sunada sugirió la posibilidad de utilizar los localizadores apicales electrónicos para detectar perforaciones radiculares, del piso radicular o pulpar.³⁴ En un estudio in vitro se compararon varios LAE para detectar

perforaciones radiculares y resultó que todos los localizadores apicales eran aceptables para detectar perforaciones radiculares.

No se encontró significancia estadística entre las perforaciones grandes y pequeñas.⁴⁴

- Ayuda en el diagnóstico de la resorción externa que ha invadido el espacio de la pulpa dental o de la resorción interna que ha producido una perforación hasta la superficie radicular externa.⁴⁴
- Los microagujeros preparados pueden examinarse para detectar perforaciones en la pulpa o el ligamento periodontal.⁴⁴
- Las fracturas horizontales o verticales de la raíz también pueden detectarse además de las perforaciones con pernos.⁴⁴
- Utilizado en el tratamiento endodóntico de dientes con formación radicular incompleta.⁴⁴

2.2.3.5 Contraindicaciones de los Localizadores Apicales Electrónicos.

El uso de los localizadores del ápice y otros dispositivos electrónicos tales como los pulpómetros e instrumentos electro quirúrgicos están contraindicados para los pacientes que portan marcapasos cardíacos. El estímulo eléctrico puede interferir con la función del marcapaso del paciente. En casos especiales, un localizador del ápice puede utilizarse en un paciente con marcapaso cuando se hace en consulta con el cardiólogo del paciente.³⁶

Precauciones: Casi todas las baterías de última generación operan con una batería alcalina de 9V, la que genera una tensión entre 7.3 V y 9.5 V con una corriente entre 2 micro amperes hasta 28 mili amperes. Con estas características no hay peligro alguno de dañar los tejidos blandos.

Sin embargo el paciente puede sentir cierta incomodidad, por lo que se sugiere el uso de anestesia, antes de usar el equipo, cuando la pulpa no está totalmente necrótica.³⁶

Aceptación clínica: El uso del localizador de ápice electrónico para determinar la longitud de trabajo aún no ha ganado una amplia aceptación a nivel mundial. Esto puede deberse a los primeros dispositivos que se vieron afectados por insuficiencia en la exactitud y no funcionaron correctamente en la presencia de irrigantes comunes. El costo de los instrumentos y la exposición a la tecnología son también factores significativos.³⁶

El futuro de los localizadores apicales es promisorio:

La mejora significativa en la fiabilidad y la exactitud de los localizadores del ápice ha ocurrido con el desarrollo de los modelos más recientes⁴⁴. Sin embargo, los estudios no han demostrado de manera concluyente si los localizadores del ápice son superiores a las técnicas radiográficas, ni se pueden reemplazar rutinariamente las radiografías en la determinación de la longitud de trabajo. Se ha demostrado que son al menos igualmente exactos. Los localizadores del ápice futuros deben tener la capacidad de determinar la longitud de trabajo en todas las condiciones electrónicas del conducto radicular sin calibración. La pantalla medidora en los localizadores de ápice futuros puede indicar exactamente a cuantos milímetros esta la punta endodóntica de la constricción apical.⁴⁴

Localizador electrónico de ápice RPEX 6

Cuenta con tecnología avanzada de red multifrecuencia de localización de ápice y la calibración automática garantiza que las mediciones sean precisas.

Gran pantalla de color, botón táctil, diferentes colores indican claramente la trayectoria del instrumento.

Batería recargable de alta capacidad con 3.7V / 2000mAh.

El clip, el gancho para labios y la sonda táctil se pueden esterilizar con un horno o en autoclave.

El ángulo visual se puede ajustar con facilidad.⁵⁵

- Precisión:

Las prácticas clínicas demostraron que nuestra precisión es la misma para la empresa D de EE. UU., La empresa V de Germany y la empresa M de Japón.

Anti-interferencia, los resultados de medición no se ven afectados por diferentes tipos de dientes o el entorno del conducto radicular.

Batería de litio recargable con alta capacidad, tiempo de espera puede durar hasta seis veces más, que otras utilizadas por diferentes compañías.

Gran pantalla de color, ángulo visual se puede ajustar flexible.

Panel integral con botones táctiles inductivos, fácil de limpiar y prevenir infecciones cruzadas.⁵⁵

- Principales especificaciones técnicas:

Batería: 3.7V / 2000mAh

Adaptador: ~ 100V-240V 50Hz / 60Hz

Poder de consumo: $\leq 0.5W$

Pantalla: 4.5 'LCD

Alerta zumbador: el zumbador alertará cuando el archivo esté a menos de 2 mm cerrado al ápice

- Condiciones de la operación:

Temperatura del medio ambiente: 0 ~ 40 °C

Humedad relativa: 10 ~ 85% HR.

Presión atmosférica: 60kPa ~ 106kPa

Dimensiones: 131 mm (largo) x 75 mm (ancho) x 105 mm (alto).⁵⁵

Localizador electrónico de ápice YS-RZ300

Este localizador de ápices tiene una pantalla brillante LCD a color que ofrece una imagen nítida y color muy preciso, mostrando claramente la lima de endodoncia. Se calibra automáticamente y ofrece un avanzado método ultrasonidos multifrecuencia. Funciona tanto con batería como enchufado.⁵⁶

- Características:

Pantalla brillante LCD a color.

El sonido indica el recorrido de la lima por el conducto.

Funciona tanto con batería o enchufado.

Instrumento autoclavable.

Pantalla inclinable.

Método ultrasonidos multifrecuencia.

Especificaciones técnicas:

Batería: 3.7V / 800mAh

Consumo de energía: $\leq 0.5W$

Pantalla: LCD de 4.5"

Peso de la unidad principal: 336g

Dimensiones: 84 mm x 88 mm x 112 mm.⁵⁶

2.3 Definición de términos básicos

- **Cámara pulpar y conducto radicular:** cavidad única con tamaño y forma similar a la corona del diente que la aloja a los cuernos pulpares, pulpa cameral y da inicio a pulpa radicular que se dirige al ápice.²⁴
- **Foramen apical:** se encuentra a 0.5 – 1 mm de distancia del ápice radicular.²⁸
- **Localizador electrónico apical (LEA):** Instrumento que facilita la localización del foramen apical.²⁸
- **Limite (CDC):** es la unión del conducto dentinario con el conducto cementario.²⁸
- **Perforación radicular:** desviación de la lima hacia las paredes radiculares.²⁸
- **Longitud real de trabajo:** es la distancia desde un punto de referencia coronal hasta la constricción del canal radicular.⁴⁷

- **Constricción apical:** es la porción del conducto radicular que tiene el diámetro más estrecho.⁴⁷
- **Tratamiento de conducto radicular:** consiste en la extirpación de la pulpa presente en la cavidad dentaria cameral y los canales radiculares, desinfectar y conformar dichos canales y luego rellenarlos con un material biocompatible, con el fin de mantener el diente en la cavidad oral.²⁸
- **Limite apical:** Una de las controversias en endodoncia que sigue sin resolverse es el límite apical del tratamiento de endodoncia y obturación. Los primeros estudios identifican la unión cemento dentinaria como el límite apical para obturación. Sin embargo, este punto histológico de interés no se puede determinar clínicamente, y se ha encontrado que es irregular dentro del conducto.²³
- **Resistencia eléctrica:** es toda oposición que encuentra la corriente a su paso por un circuito eléctrico cerrado.³²
- **Impedancia:** es una medida de la resistencia a un flujo o una corriente oscilante, pulsátil o alternante.³⁹

CAPITULO III: HIPÓTESIS Y VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Hipótesis principal

Si existe diferencia significativa entre la eficacia in vitro de YS-RZ300 y RPEX 6 en la localización del foramen apical en dientes premolares unirradiculares.

3.2 Hipótesis nulo

No existe diferencia significativa entre la eficacia in vitro de YS-RZ300 y RPEX 6 en la localización del foramen apical en dientes premolares unirradiculares.

3.3 Variables

Localizador electrónico de ápice YS-RZ300

Localizador electrónico de ápice RPEX6

Localización del foramen apical

3.4 Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA	TIPO	INSTRUMENTO DE MEDIDA
Localización del foramen apical.	Es el principal orificio apical del conducto radicular.	Foramen apical	Longitud del Limite apical Estereoscopio4x	Nominal	cuantitativa	Ficha de recolección de medidas
LEA YS-RZ300	Instrumento electrónico que realiza la medida del conducto radicular desde un punto más superior hasta el ápice dental.		Precisión (00mm)			
			Aceptable (+/- 0.5mm)			
LEA RPEX6			Error (+/- 0.51mm)			

CAPITULO IV: METODOLOGIA

4.1. Diseño metodológico

Tipo

- Cuasi experimental: Porque las muestras no se asignan de manera aleatoria ni se emparejan, sino que estaban formados antes del experimento.⁵⁴
- Observacional: Porque no intervienen las variables.

Nivel

- Descriptivo correlacional, pues observamos las características de la población, evaluando la correlación de la efectividad de los localizadores electrónicos de ápice en dientes premolares unirradiculares.
- Transversal: ya que la recolección de datos se realizara en el mismo tiempo.
- Prospectiva, porque datos necesarios para el estudio son recogidos a propósito de la investigación (primarios). Por lo que, posee control del sesgo de medición.⁵⁴

4.2. Diseño muestral

El universo está constituido por una muestra de 30 piezas dentales.

Criterios de inclusión:

- Dientes premolares unirradiculares superior e inferiores.
- Los ápices tienen que estar completamente cerrados.
- El ápice no debe presentar perforación ni fractura.

- Recientemente extraídos.

Criterios de exclusión:

- Dientes birradiculares o multirradiculares.
- Dientes fracturados.
- Conducto radicular dilacerado.
- Conductos calcificados

4.3 Técnica de recolección de datos

4.3.1 Precisión de la técnica.

Se empleó la técnica de observación laboratorial para recoger información de la variable investigativa: Localización del foramen apical y sus indicadores.

Esquematización.

VARIABLES		INDICADORES	TÉCNICA	INSTRUMENTO
Localización del foramen apical	LEA	Precisión (0mm)	Observación	Ficha de recolección de mediciones
	YS-RZ300	Aceptabilidad (+/-0.5mm)		
	LEA RPEX 6	Error (+/- 0.51mm)		

4.3.2 Descripción de la técnica

- Recolección de las muestras

Para la presente investigación se seleccionaron 30 premolares unirradiculares extraídos en la consulta privada, los cuales fueron lavados y desinfectados en solución de hipoclorito de sodio a 5%, removiendo restos adheridos con curetas. Las muestras fueron almacenadas en frascos con suero fisiológico.

Posteriormente cada diente fue evaluado radiográficamente para verificar el completo cierre apical, la visibilidad del conducto principal, ausencia de conductos laterales, reabsorciones o fracturas.

- Apertura Cameral.

Las aperturas camerales fueron realizadas por el operador mediante la alta velocidad, con una piedra diamantada redonda y una fresa endo-Z. Luego se preparó el acceso al conducto.

Con una piedra cilíndrica, se estableció una meseta coronal recta con el fin obtener una superficie estable para tope de goma de la lima.

Se hizo la remoción pulpar mediante la técnica apical coronal mediante una secuencia de limas k-file (Maillefer) número 10 y 15, siendo complementada con abundante irrigación (hipoclorito de sodio al 5,25 %).

- Obtención la Longitud Real del Conducto.

Se hizo la permeabilidad apical con una lima tipo k-file (Maillefer) de 25 mm y diámetro 15 para lograr una la permeabilidad del conducto radicular. Se introdujo una lima pasivamente hasta llegar al foramen apical y se observó con una lupa de magnificación 4x hasta que la punta apareciera por el foramen mayor; de modo que quedara ubicada tangencialmente con la superficie apical.

Se retiró cuidadosamente la lima del conducto y fijó el tope de goma de la lima con resina fluida.

Se estableció la medida real del conducto “Longitud del límite apical”, con un calibrador milimétrico digital (vernier), desde la parte superior del tope de goma hasta la punta de la lima. Esta medida fue hecha 2 veces por el operador y otra por un asistente ajeno a la investigación, los cuales fueron registrados en la ficha de observación de conductometría, sin revelar dicho valor.

Se calculó el promedio de las 3 medidas de la “Longitud del límite apical”, y a este valor le fue restado 0.5 mm. “Longitud Constricción” este valor fue considerado como una referencia estándar de la ubicación de la unión cemento dentina (U.C.D).

- Medición electrónica con los localizadores electrónicos de foramen.

Posteriormente se preparó alginato (jeltrate) siguiendo las instrucciones del fabricante, este fue vaciado en un recipiente de vidrio donde cada diente fue inmerso hasta dejar 5 mm libres de la porción coronaria. Antes que el material de impresión gelifique se introdujo el clip labial en el recipiente de alginato.

Con una lima K-file # 15 se hizo leves movimientos de avance y cateterismo, comprobando que el diámetro de la lima esté de acuerdo con el diámetro del conducto. Una vez insertado el clip porta lima, se procedió a realizar la medición con el localizador electrónico YS-RZ300 hasta que indique la señal 0.0mm (foramen apical según el fabricante), luego la lima fue retirada ligeramente hasta que el localizador indique 0.5mm que representa la “Localización electrónica” de la Unión cemento dentina (U.C.D) siendo esta medida, la referencia usada anteriormente para dicho reparo anatómico.

Se retiró la lima suavemente del conducto y se fijó el tope de goma con resina fluida para su posterior medición con el calibrador milimétrico digital (vernier).

Para que la medición electrónica se considere válida la lima debió mantenerse estable dentro del conducto por lo menos 10 segundos y que el localizador no tuviera cambios bruscos de señales cuando se pretendía colocar la lima a 0.5, de lo contrario se usó una nueva lima del diámetro mayor inmediato #20 o #25.

Luego se procedió a realizar el mismo procedimiento con el localizador apical RPEX 6 para ello se usó una nueva lima Tipo k-file #15 para el mismo diente en cada caso, hasta que en la pantalla indique primero la señal de 0.0 y luego reposicionándolo a 0.5 mm para tener la medida de unión cemento dentina.

Las mediciones fueron registradas en 3 oportunidades por cada localizador: 2 veces por el operador y otra hecha por el asistente, registrando dichos valores en la ficha sin dar a conocer su valor.

4.3.3 Comparación de los localizadores electrónicos.

Las medidas registradas con lupas magnificación 4x fueron comparadas con las medidas obtenidas de los localizadores electrónicos por cada unidad de estudio. La medida inicial (Longitud constricción) fue restada de la con el LEF (Localización electrónica) registrando el resultado en una matriz de registro y control, y para su tratamiento estadístico. Se usó la prueba estadística de T-student para comparar dos medias.

Se estableció rangos para los valores que corresponden a 0.0 mm lo cual indica “precisión” en la medición, con un rango de tolerancia de +/- 0.09 mm. Las medidas que se consideraron dentro la “aceptabilidad” corresponden a un

rango de +/-0.5 mm y los valores que se encuentren fuera de este rango son considerados como “error”; es decir +/- 0.51 mm.

4.4 Técnicas estadísticas para el procedimiento de la información

- Después de la recolección de datos, estos serán procesados con un ordenador i core3 Windows 10, utilizando los siguientes programas SPSS 23 para el análisis estadístico descriptivo.
- Se realizara el almacenamiento y gestión de datos en la hoja de cálculo del paquete estadístico de los datos obtenidos.
- Se asignara valores numéricos a cada variable.
- Se realizara un análisis sobre la frecuencia de la longitud real apical y la longitud de la unión cemento dentinario.
- Se realizara la técnica t student para establecer la correlación entra la eficacia de los localizadores apicales.
- Elaboración Word 2016 para la elaboración de la interpretación de datos obtenidos en el análisis descriptivo.

4.5 Aspectos éticos

Esta investigación está sujeta a normas éticas que promueven el respeto a los seres humanos para proteger su salud y sus derechos individuales ya que trabajemos con órganos dentales extraídos por diagnóstico de un determinado tratamiento, para esto cada donador ha sido informado y llenado una ficha de consentimiento informado en la cual se detallara que será utilizado para realizar una investigación.

CAPITULO V: ANALISIS E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS

5.1 Estadística descriptiva.

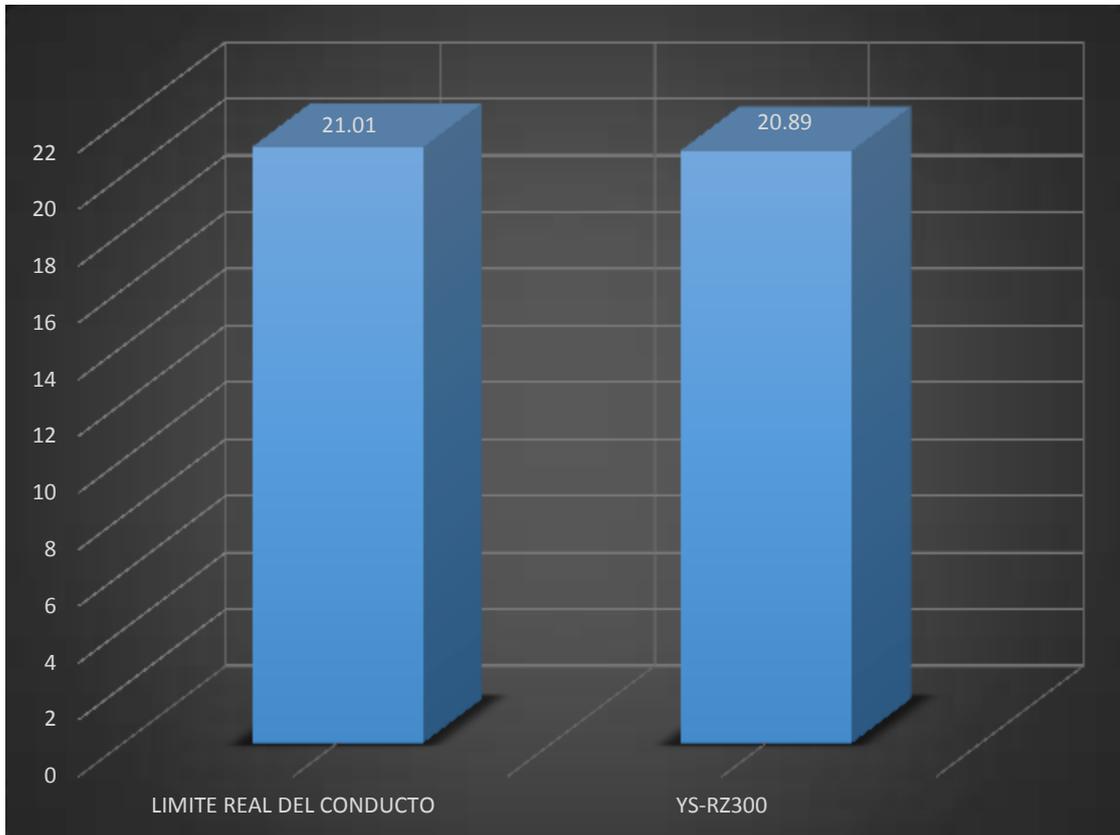
Tabla N° 1: Límite real del conducto con el localizador electrónico foramen apical YS-RZ300.

Localización LRC	Grupo de Estudio	
	Límite real del conducto	YS-RZ300
Media aritmética	21,01	20,89
Desviación Estándar	1,51	1,51
Valor mínimo	18,1	18
Valor máximo	23,9	23,9
Total	30	30

Fuente Propia del autor

Se observa la exactitud del localizador de foramen YS-RZ300 para ubicar el foramen apical. La longitud real del conducto (observado estereoscopio) alcanzó un promedio de 21,01 mm \pm 1,51mm con un valor mínimo de 18,1 mm y máximo con 23,9 mm, con la medida obtenida a través del localizador YS-RZ300 se obtuvo un promedio de 20,89mm \pm 1,51 con un valor mínimo de 18 y máximo de 23,9 mm. Se aprecia la diferencia encontrada es de 0,12 mm entre la media aritmética.

Gráfico N°1: Límite real del conducto con el localizador electrónico de foramen apical YS-RZ300.



Fuente Propia del autor

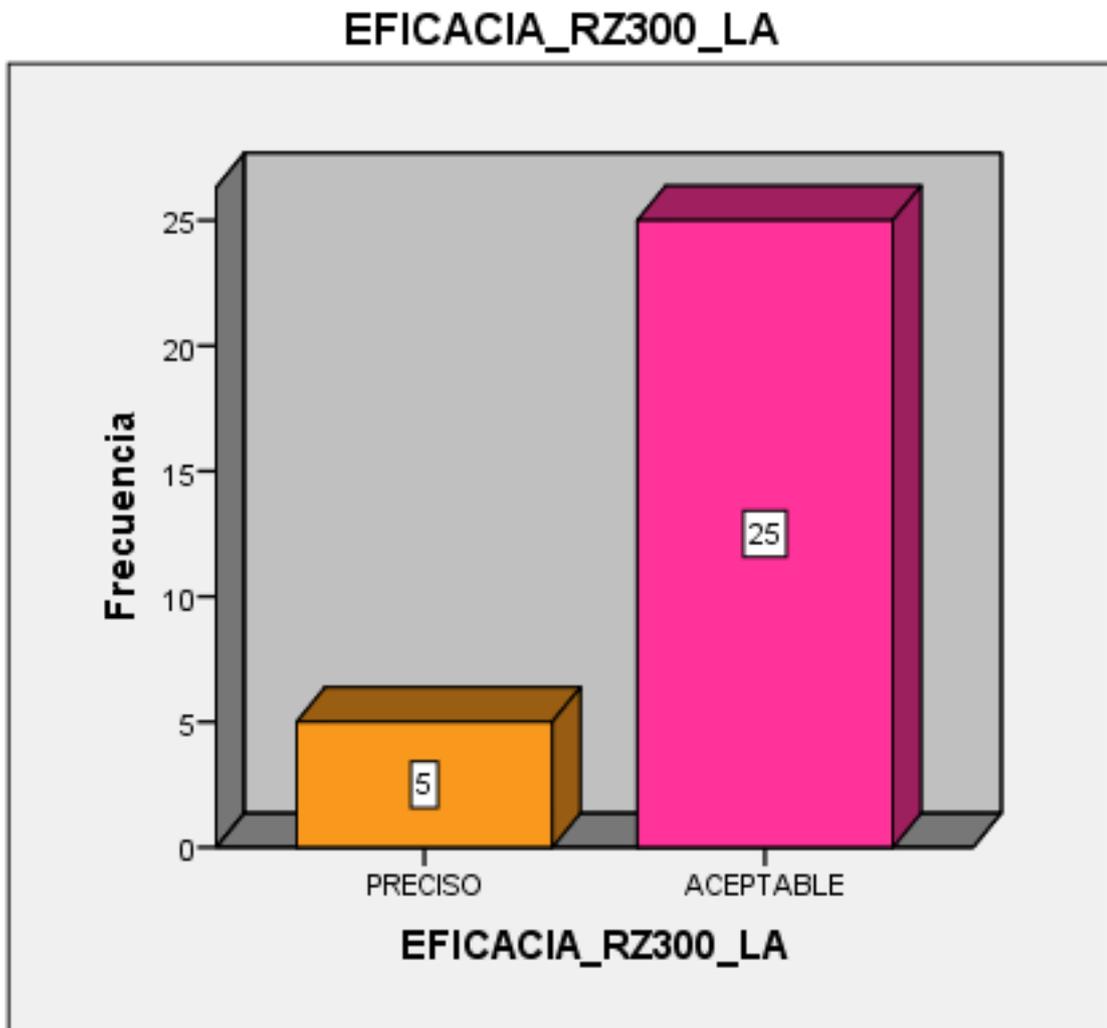
Tabla N° 2: Eficacia del localizador electrónico de ápice YS- RZ300 en el foramen apical.

EFICACIA_RZ300_LFA			
		Frecuencia	Porcentaje
Válido	PRECISO	5	16,7 %
	ACEPTABLE	25	83,3 %
	ERROR	0	0%
Total		30	100,0

Fuente Propio del Autor

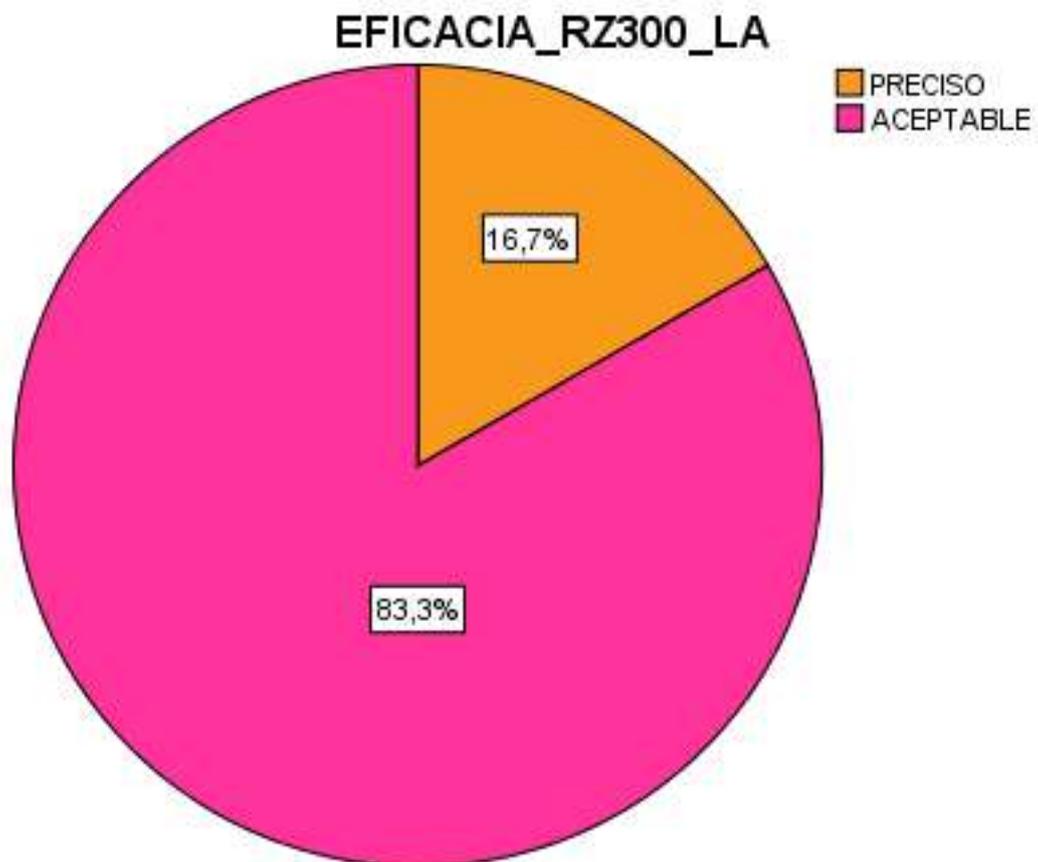
Se observa la eficacia del localizador electrónico de ápice YS-RZ300 en la localización del foramen apical en dientes premolares unirradiculares, se evidencia que la mayor prevalencia con 25 (83,3%) fue aceptable ,5 (16,7%) preciso y 0(0%) presento un grado de error.

Gráfico N° 2: Eficacia del localizador electrónico de ápice YS- RZ300 en el foramen apical. (Gráfico de barra frecuencia)



Fuente Propia del autor

Gráfico N° 3: Eficacia del localizador electrónico de ápice YS- RZ300 en el foramen apical. (Grafico circular porcentaje)



Fuente Propia del autor

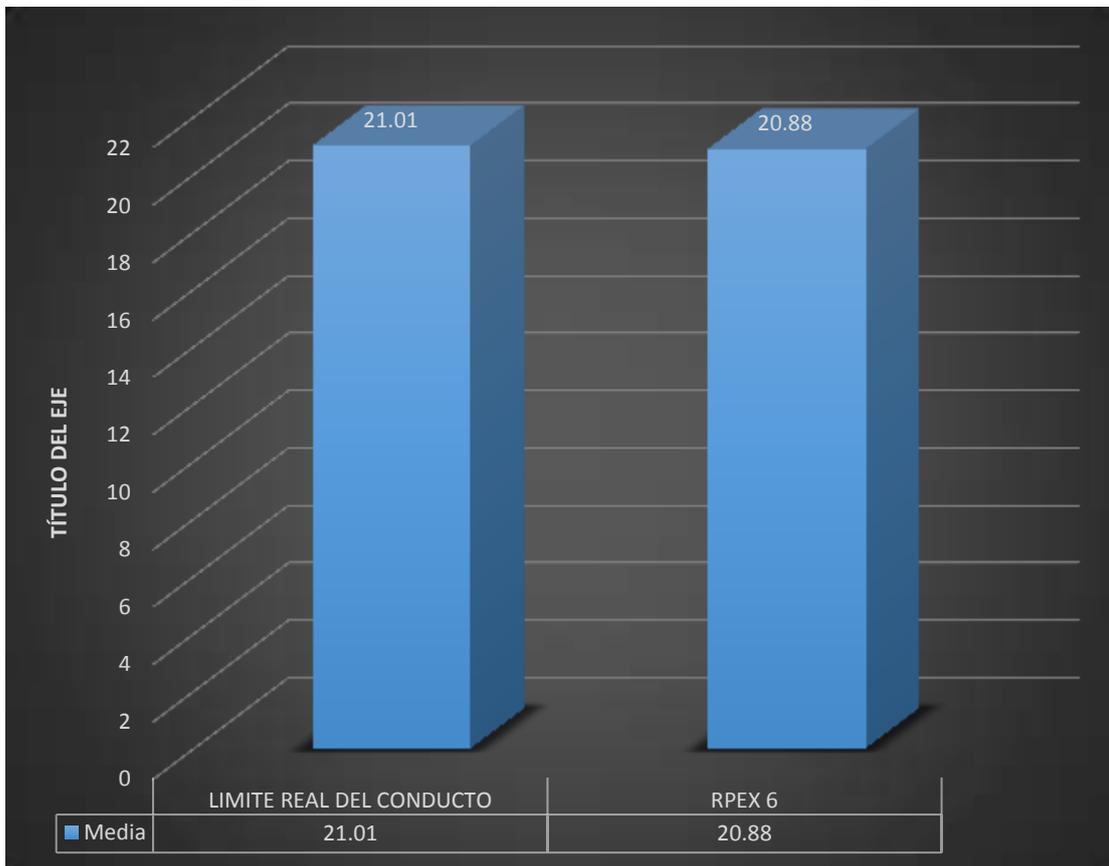
Tabla N° 3: Límite real del conducto con el localizador electrónico de foramen apical RPEX6.

Localización LRC	Grupo de Estudio	
	Límite real del conducto	RPEX6
Media aritmética	21,01	20,88
Desviación Estándar	1,51	1,54
Valor mínimo	18,1	18,1
Valor máximo	23,9	23,8
Total	30	30

Fuente Propia del autor

Se observa la exactitud del localizador de foramen RPEX6 para ubicar el límite real del conducto. La longitud real del conducto (observado estereoscopio) alcanzó un promedio de 21,01 mm \pm 1,51mm con un valor mínimo de 18,1 mm y máximo con 23,9 mm, con la medida obtenida a través del localizador RPEX6 se obtuvo un promedio de 20,88 mm \pm 1,51mm con un valor mínimo de 18,1 y máximo de 23,8 mm. Se aprecia la diferencia encontrada es de 0,13 mm entre las medias aritmética.

Gráfico N° 4: Límite real del conducto con el localizador electrónico de foramen apical RPEX6.



Fuente Propia del autor

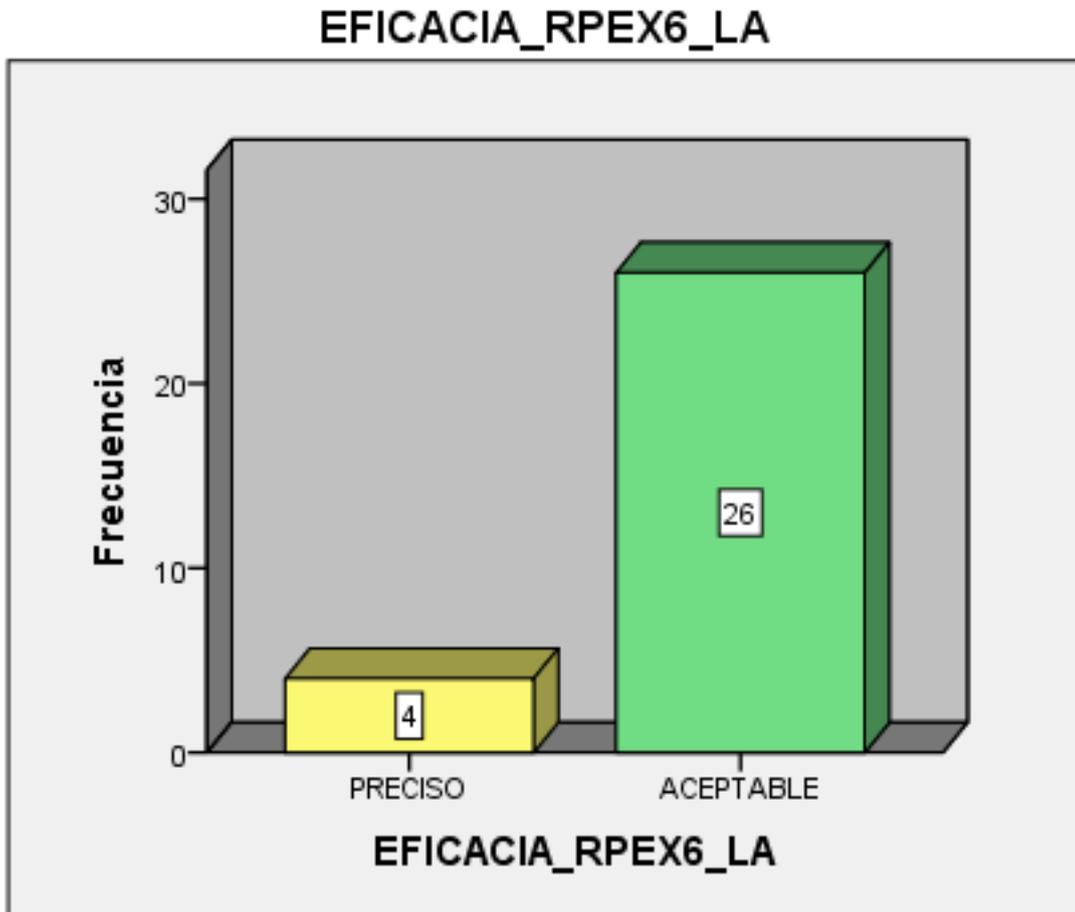
Tabla N° 4: Eficacia del localizador electrónico de ápice RPEX 6 en el foramen apical.

EFICACIA_RPEX 6_LFA			
		Frecuencia	Porcentaje
Válido	PRECISO	4	13,3 %
	ACEPTABLE	26	86,7 %
	ERROR	0	0%
Total		30	100,0

Fuente Propio del Autor

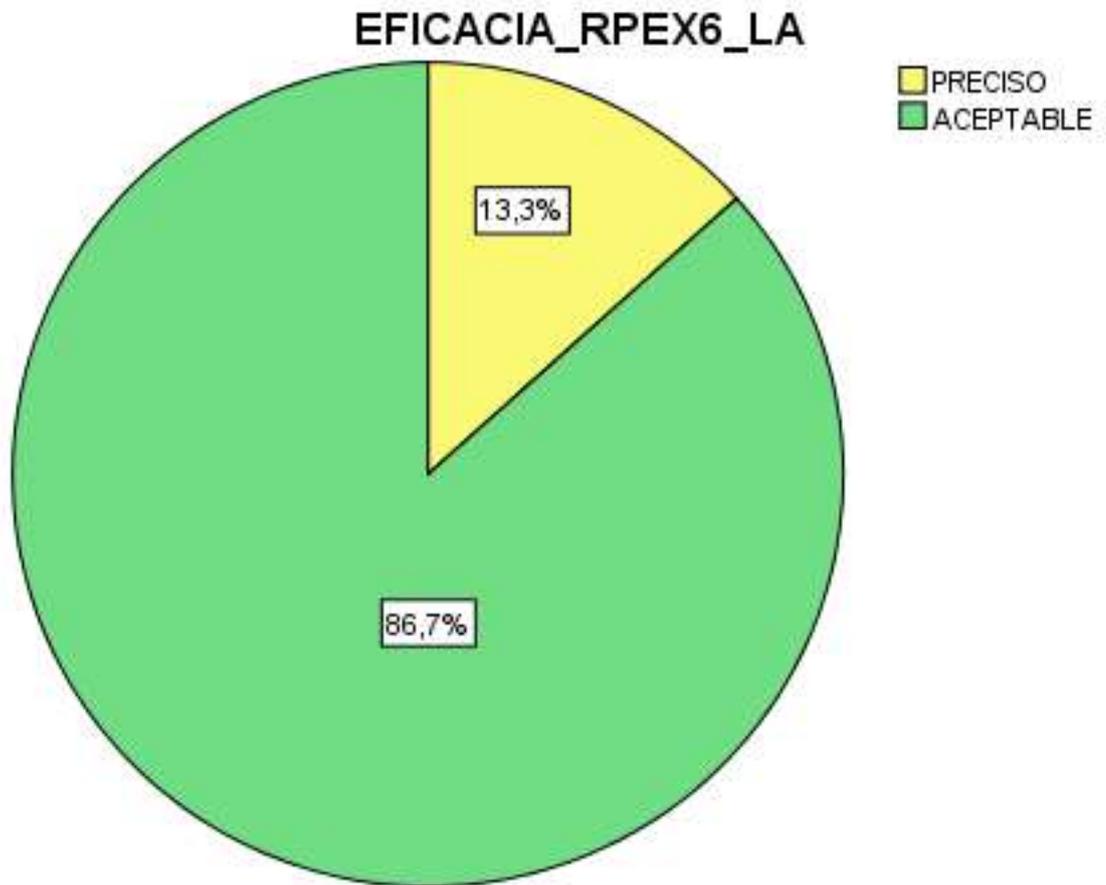
Se observa la eficacia del localizador electrónico de ápice RPEX 6 en la localización del foramen apical en dientes premolares unirradiculares, se evidencia que la mayor prevalencia con 26 (86,7%) fue aceptable ,4 (13,3%) preciso y 0(0%) presento un grado de error.

Gráfico N° 5: Eficacia del localizador electrónico de ápice RPEX 6 en el foramen apical (Gráfico de barra frecuencias).



Fuente Propia del autor

Gráfico N° 6: Eficacia del localizador electrónico de ápice RPEX 6 en el foramen apical (Gráfico circular Porcentajes).



Fuente Propia del autor

5.2 Estadística inferencial

Tabla N° 5: Prueba T de Student para el límite real del conducto con el localizador electrónico de foramen apical YS-RZ300.

Estadísticas de grupo					
prueba		N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
LRC	Limite real del conducto	30	21,0133	1,51219	,27609
	LEA YS-RZ300	30	20,8900	1,51825	,27719

Fuente Propio del Autor

Prueba de muestras independientes						
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias		
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)
LOCALIZACIÓN	Se asumen varianzas iguales	,003	,955	,315	58	,754
LRC	No se asumen varianzas iguales			,315	57,999	,754

Fuente Propio del Autor

Se obtuvo un valor sig. de 0.955 siendo mayor al 0.05 en la prueba de Levene, el cual asume que las varianzas de los 2 grupos son iguales.

Se obtuvo según la prueba estadística de T de Student un $P=0,754$ siendo mayor a $P=0.05$ el cual se concluye que no existe diferencia estadística significativa, es decir que se puede considerar que el localizador YS-RZ300 se aproxima al valor real de la longitud del conducto, por lo tanto, es efectivo

Tabla N° 6: Prueba T de Student para el límite real del conducto con el localizador electrónico de foramen apical RPEX6.

Estadísticas de grupo				
Prueba		N	Media	Desviación estándar
LRC	Límite real del conducto	30	21,013	1,5122
	LEA RPEX6	30	20,887	1,5462

Fuente Propio del Autor

Prueba de muestras independientes							
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias			
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias
LRC	Se asumen varianzas iguales	,016	,898	,321	58	,750	,1267
	No se asumen varianzas iguales			,321	57,97	,750	,1267
					1		

Fuente Propio del Autor

Se obtuvo un valor sig. de 0.898 siendo mayor al 0.05 en la prueba de Levene, el cual asume que las varianzas de los 2 grupos son iguales.

Se obtuvo según la prueba estadística de T de Student $P=0,750$ siendo mayor a $P=0.05$ el cual se concluye que no existe diferencia estadística significativa, es decir que se puede considerar que el localizador RPEX6 se aproxima al valor real de la longitud del conducto, por lo tanto, es efectivo.

5.3 Comprobación de Hipótesis

Tabla N° 7: Prueba T de Student localización del foramen apical YS-RZ300 y RPEX 6.

Estadísticas de grupo				
	Prueba	N	Media	Desviación estándar
LFA	LFA YS-RZ300	30	20,890	1,5182
	LFA RPEX6	30	20,887	1,5462

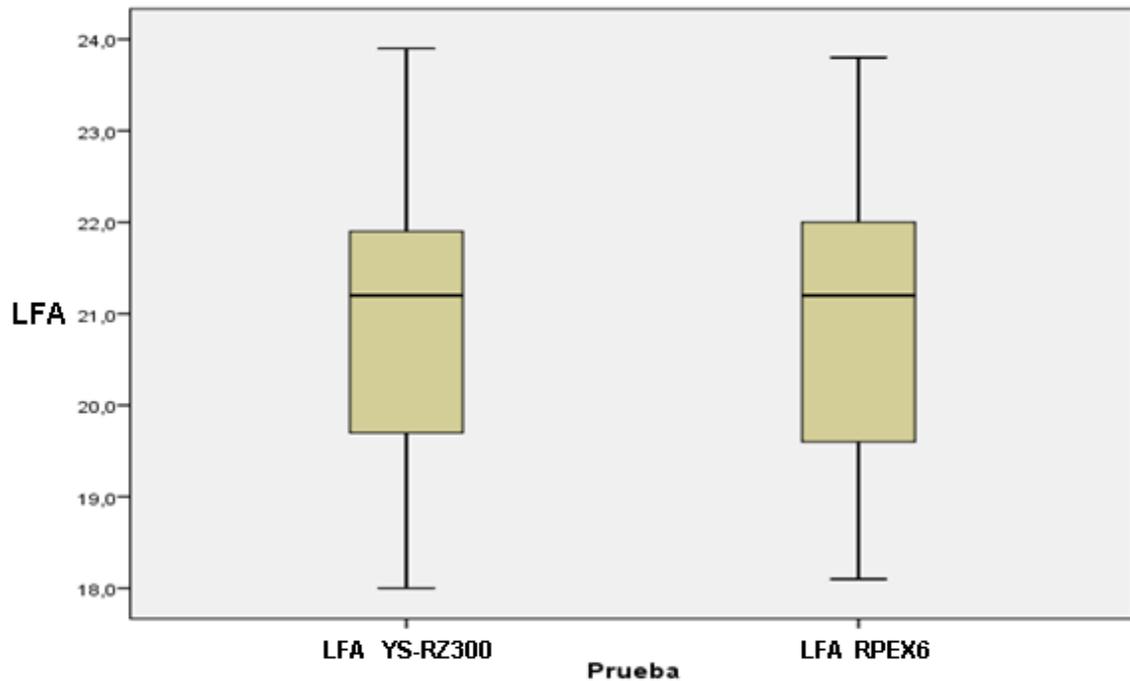
Fuente Propio del Autor

Prueba de muestras independientes							
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias			
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias
LFA	Se asumen varianzas iguales	,034	,855	,008	58	,993	,0033
	No se asumen varianzas iguales			,008	57,98	,993	,0033
					1		

Fuente Propio del Autor

Se obtuvo un valor sig. De 0.855 siendo mayor al 0.05 en la prueba de Levene, el cual asume que las varianzas de los 2 grupos son iguales.

Gráfico N° 7: Gráfico de cajas Longitud real del conducto con YS-RZ300 y RPEX6.



Fuente Propio del Autor

Se obtuvo según la prueba estadística de T de Student $P=0,993$ siendo mayor a $P=0.05$ el cual se concluye que no existe diferencia estadística significativa; Los dos son eficaces.

H0: No existe una diferencia en la eficacia de los localizadores electrónicos de ápice YS-RZ300 y RPEX 6 en la localización del foramen apical en dientes premolares unirradiculares

H1: Existe una diferencia en la eficacia de los localizadores electrónicos de ápice YS-RZ300 y RPEX 6 en la localización del foramen apical en dientes premolares unirradiculares.

Aceptamos la hipótesis nula

5.4 Discusión

A partir de los hallazgos encontrados aceptamos la hipótesis nula que establece que no existe una diferencia en la eficacia de los localizadores electrónicos de ápice YS-RZ300 y RPEX 6 en la localización del foramen apical en dientes premolares unirradiculares.

Los resultados obtenidos en esta investigación coinciden con lo mencionado anteriormente ya que los valores registrados de los dispositivos se aproximan a la medida preliminar (0.5 mm del foramen). En nuestro estudio observamos que el YS-RZ300 obtuvo un mayor grado de “precisión” de las mediciones (20%), y (13.3%) del RPEX 6, se mostró mayor diferencia en la “aceptabilidad” el YS-RZ300 fue alcanzado un menor porcentaje (80%), ya que el RPEX 6 obtuvo un (86.7%) , el porcentaje de error fue de (0%) para ambos; sin embargo, según la prueba estadística de T-student, no existe diferencia estadística significativa ($P \geq 0.05$) entre el localizador electrónico YS-RZ300 y el localizador electrónico RPEX 6, es decir ambos son similarmente eficaces para ubicación del foramen apical. Se debe considerar que, según la metodología utilizada, este hecho tiene una interpretación subjetiva ya que no existe una diferencia estadística significativa entre la eficacia de ambos localizadores.

Lozada M. (2017). En su investigación “Eficacia de diferentes Localizadores Apicales de Quinta Generación en la obtención de la longitud de trabajo. Estudio In vitro” El presente proyecto tiene un modelo experimental, comparativo in vitro, el cual pretende estudiar la eficacia de tres localizadores apicales de Quinta Generación, en la determinación de la longitud de trabajo, utilizando muestras de piezas dentales unirradiculares y birradiculares. De

acuerdo al análisis de Prueba t, no existe diferencia estadísticamente significativa, de igual manera la diferencia de medias entre longitud real y electrónica en los localizadores C-Root (VI), Woodpex III y Raypex VI, fue de -0.02mm, -0.018mm y -0.065mm respectivamente, resultando el Woodpex III ser el más preciso.¹

En la presente investigación realizada utilizamos piezas dentales unirradiculares, con la finalidad de tener un solo tipo de muestras para evaluar la eficacia de los localizadores, según la prueba estadística de T de Student, no se encontraron diferencias significativas entre dichos aparatos, por lo tanto, ambos localizadores electrónicos de ápice son similarmente eficaces.

El localizador electrónico de apice Woodpex III, dentro de sus características es el que más se acerca en cuanto a similitud a los LEAs YS-RZ300 y RPEX 6 utilizados en esta investigación.

Echevarría I., (2016). En su trabajo de investigación titulado: “eficacia in vitro de dos localizadores foraminales: Easy apex y Miniapex en la localización de la unión cemento-dentina (U.C.D) en premolares inferiores unirradiculares, Arequipa, 2016” tuvo como objetivo, comparar la precisión de las mensuraciones electrónicas entre dos localizadores electrónicos de cuarta generación.

Según resultados obtenidos en su estudio observo que las medidas de ambos localizadores alcanzaron el mismo grado de “aceptabilidad” de las mediciones, la diferencia fue encontrada en la “precisión”, ya que el Mini Apex obtuvo mayor

porcentaje que el Easy Apex, así como también el porcentaje error es mayor en el Easy Apex respecto al Mini Apex.¹²

En este estudio observamos que el LEA YS-RZ300 obtuvo un mayor grado de “precisión” de las mediciones que el RPEX 6, se encontró mayor diferencia en la “aceptabilidad” el YS-RZ300 alcanzó un menor porcentaje, ya que el RPEX 6 obtuvo un porcentaje de error fue de (0%) para ambos, en base a estos resultados podemos exponer que no se registró margen de error al localizar el foramen apical con los LEAs de quinta generación.

Beltrán F., (2015). En su investigación “Eficacia del localizador apical electrónico “elements” en la determinación de la longitud de trabajo en molares permanentes extraídos en consulta privada en cercado, Arequipa, 2014” evaluó la eficacia del localizador Elements Diagnostics Unit (SybronEndo) para reconocer la constricción, confirmando las medidas a través del desgaste de 3 mm apicales; en su metodología se dieron con la sorpresa que en la mayoría de las muestras no se podía apreciar el conducto ni mucho menos la constricción, ya que el desgaste hizo que parte del conducto quedara tan plana que no se pudo apreciar dicho elemento anatómico.¹⁴

En nuestro estudio, no usamos la técnica de desgaste apical para la observación directa de la UCD, en cambio se optó por un estudio basado en el análisis de variaciones numéricas aportados entre los localizadores; al respecto, los fabricantes de localizadores prometen que sus productos son precisos en localizar la constricción apical a 0.5 mm, por lo que no estoy completamente de acuerdo, ya que los datos obtenidos de los localizadores están sujetos a variaciones, donde el endodoncista debe utilizar todos los

recursos y técnicas disponibles, necesarias para obtener con éxito la longitud real de trabajo.

Martins J., (2014). Hizo una revisión de la eficacia clínica de los localizadores y para esto hizo un metanálisis de muchos trabajos publicados anteriormente de los cuales sólo escogió 21 trabajos, al analizar dichos 21 trabajos publicados encontró que la capacidad de los localizadores para encontrar la constricción apical sólo alcanzo un intervalo entre el 43.9% y 89.1 % y esto estuvo relacionado con el tipo de diente y aparato usado.³⁰

En este estudio logramos realizar esta evaluación, ya al introducir las limas en la marca de “0.5” en la pantalla del de los LEAs YS-RZ300 y RPEX 6 y fijar el tope de caucho con resina, para así poder apreciar si la lima coincidía con la medida real del límite apical que fue registrada por medio de un estereoscopio con 4x de aumento, nos dimos con la sorpresa que en la gran mayoría de muestras no se alcanzó la precisión, pero si una alta aceptabilidad por parte de los dos LEAs y 0% de margen de error lo cual nos demuestra que los localizadores de quinta generación son confiables.

Según el análisis de la revista Boston Scientific., (2009). “Equipos de odontología y marcapasos y desfibriladores implantables”. Indica que es improbable la interferencia del marcapasos al uso de un localizador de ápices, Boston Scientific no ha realizado pruebas para comprobar la posible interferencia electromagnética entre sus dispositivos y los localizadores de ápices, y no puede garantizar que las dos tecnologías sean compatibles. Aunque Boston Scientific no ha identificado ningún localizador de ápices que

interfiera con los marcapasos implantados, sugiere que debería tenerse precaución.³¹

Saquib I, (2005). Describe a los localizadores electrónicos de ápice, como efectivos precisos y no provocar alteraciones en el funcionamiento de marcapasos.²⁴

En esta investigación se exceptuaron las alteraciones con marcapasos la cual no se verifico al ser un estudio in vitro, sin embargo una de las características de los LEAs de quinta generación, es su baja emisión de frecuencias eléctricas por este motivo se puede usar con pacientes con marcapasos, aunque faltan más estudios e investigaciones que lo confirmen.

Ante la ausencia de estudios publicados actualmente sobre los localizadores YS- RZ300 y el RPEX 6 demostramos que los dos compiten en eficacia al momento de obtener la longitud de trabajo a pesar de su diferencia en cuanto a costo monetario, trayectoria y estudios que los avalan.

CONCLUSIONES

Principal:

No existe una diferencia estadística significativa entre la eficacia de los localizadores electrónicos de ápice YS.RZ300 y RPEX 6 en la localización del foramen apical en dientes premolares unirradiculares.

Secundarias:

1. El localizador electrónico de ápice YS-RZ300 obtuvo un porcentaje de precisión de 16,7%; 83,3% aceptable y 0% de error para localizar el foramen apical en dientes premolares unirradiculares, por lo tanto, es efectivo.
2. El localizador electrónico de ápice RPEX 6 obtuvo un porcentaje de precisión de 13,3%; 86,7% aceptable y 0% de error para localizar el foramen apical en dientes premolares unirradiculares, por lo tanto, es efectivo.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda continuar con investigaciones similares en base a la metodología para confirmar la longitud real de trabajo in vivo, así como también buscar y comparar diferentes modelos de fabricación de localizadores electrónicos, logrando así mejores usos.
- Se sugiere buscar nuevos métodos para estudiar los localizadores apicales electrónicos y efecto negativo sobre los marcapasos y su distorsión al contacto con metales.
- Se recomienda buscar la efectividad de los localizadores YS-RZ300 y RPEX 6, con diferentes criterios de inclusión a este estudio.
- Ampliar hacia un estudio in vivo, y poder comparar resultados obtenidos en la presente investigación.
- Finalmente se recomienda investigar nuevos avances en localización del foramen apical.

FUENTES DE INFORMACION

1. Almendro C, Ribera I, Longobardi V, Hernández E, Pía P, Ballester S. Comparación in vitro de cuatro localizadores electrónicos de ápice. European school of oral rehabilitation, implantology and biomaterials, Jul 2013; 14(3):110-119.
2. Jara S, Análisis comparativo entre el localizador apical (Moritta Root zx) y el método científico de bregman para la determinación de la longitud de trabajo. [Tesis]. Ecuador: Universidad De Guayaquil – UG; 2013.
3. Fortich N, Concordancia en la determinación de la longitud radicular en dientes temporales entre radiografía convencional y localizador electrónico de ápice. [Tesis]. Colombia: Universidad Nacional De Colombia – UNAL; 2013.
4. Alvarado B, Comparación del localizador apical electrónico endex plus y mini ápex para la determinación de perforaciones radiculares simuladas en dos medios. [Tesis]. México: Universidad Autónoma Benito Juárez De Oaxaca – UABJO; 2013.
5. Cruz G, Estudio comparativo in vitro de dos localizadores apicales mini root ZX y endex plus para la detección de perforaciones radiculares. [Tesis]. México: Universidad Autónoma Benito Juárez De Oaxaca – UABJO; 2014.

6. Matzdorf F, Exactitud de los Localizadores electrónicos apicales I-Root® y Woodpex III® para determinar la longitud total hasta el foramen apical: estudio in vitro. [Tesis]. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala – USCG; 2014.
7. Ortega M, Estudio Invitro de la exactitud del conducto radicular en piezas dentarias unirradiculares utilizando dos tipos de localizadores apicales. [Tesis].Ecuador: Universidad De Guayaquil – UG; 2014.
8. Gomes S, Estudio comparativo sobre la eficacia de los localizadores electrónicos de ápice Root ZX. iPex, y Raypex 5 bajo la acción de diferentes irrigantes en condiciones clínicas. [Tesis]. España: Universidad Internacional de Catalunya – UIC; 2015.
9. Gudiño V, Estudio comparativo in vivo de la toma de longitud de trabajo de pulpectomias con técnica radiográfica versus localizador apical realizadas en la clínica odontológica de la universidad de las américas y clínicas particulares de la ciudad de Quito. [Tesis].Ecuador: Universidad De Las Américas – UDLA; 2016.
- 10.Covo E, Morales D, Concordancia entre raypex 6 y propex pixi para la determinación de la longitud de trabajo. Estudio in vivo. [Tesis]. Colombia: Universidad de Cartagena – UC; 2016.

11. Lozada M, Eficacia de diferentes Localizadores Apicales de Quinta Generación en la obtención de la longitud de trabajo. Estudio In vitro. [Tesis]. Ecuador: Universidad Central Del Ecuador – UCE; 2017.
12. Vizcarra B, Análisis Comparativo In Vitro De Dos Localizadores Foraminales En La Determinación De La Longitud Real De Trabajo En Premolares En La Universidad Alas Peruanas - Filial Arequipa 2014. . [Tesis]. Perú: Universidad Alas Peruanas – UAP; 2015.
13. Beltrán F, Eficacia del localizador apical electrónico “Elemets” en la determinación de la longitud de trabajo en molares permanentes extraídos en consulta privada en Cercado, Arequipa, 2014 [Tesis]. Perú: Universidad Católica De Santa María – UCSM; 2015.
14. Crispín A, Eficacia del localizador apical DPEX I en pacientes que se atienden en la Clínica Estomatológica de la Universidad Privada Antenor Orrego, 2015. [Tesis]. Perú: Universidad Privada Antenor Orrego – UPAO; 2015.
15. Echevarría I, eficacia in vitro de dos localizadores foraminales: Easy apex y Miniapex en la localización de la unión cemento-dentina (U.C.D) en premolares inferiores unirradiculares, Arequipa, 2016. [Tesis]. Perú: Universidad Católica De Santa María – UCSM; 2016.

16. ESTRELA C. Ciencia Endodóntica. 1ra Edición. Sao Paulo, Brasil: Editorial Artes Médicas Ltda. 2005. p. 315-316.
17. LEONARDO M. Endodoncia: Tratamiento de conductos radiculares; principios técnicos y biológicos. 1ra Edición. Sao Paulo, Brasil: Editorial Artes Médicas; 2005. p. 13,315-851,852-859.
18. GUTMANN J. Solución de Problemas en Endodoncia, prevención, Identificación y tratamiento. 5ta Edición. Barcelona, España: Editorial Elseiver mosby; 2012. p. 178-181.
19. SOARES J, GOLDBERG F. Endodoncia: Técnica y fundamentos. 2da Edición. Buenos Aires, Argentina: Editorial Médica Panamericana; 2003.p. 27-28.
20. BAUMANN M, Beer R. Endodoncia: Atlas en color de odontología. 2da Edición. Stuttgart, Alemania: Editorial Elseiver; 2008. p. 109.
21. ELEAZER P. et al. Glosario de términos endodónticos. Asociación Americana de Endodoncistas. 2012. 8(1):36.
22. Gordon M, Chandler N. Localizadores electrónicos de ápice. Revista Internacional de Endodoncia. 2004; (37):425-437.

23. COHEN S, Hargreaves K. Vías de la Pulpa: instrumentos, materiales y dispositivos. 10ma Edición. Barcelona: Editorial Elsevier; 2011 Capítulo 8, 10: 242-245, 354-356.
24. Saquib I, Sureshchandra B. Localizadores electrónicos de ápice - una perspectiva de milenio. *Endodontology*. 2005; 17 (2): 37 -41.
25. Ricucci D. Límite apical de instrumentación y obturación del conducto radicular. Literature review: *International Endodontic Journal*. 1998; (31): 384-393.
26. Hamed M, et al. Comparación in vitro de la medida del conducto radicular en dientes permanentes por localizador electrónico de ápice, radiografía digital y de forma convencional. *World Journal of Dentistry*. 2011; 2(4): 312-315.
27. Argueta V. Estudio in vivo acerca del grado de precisión del localizador de ápice electrónico Root ZX en piezas mono radiculares. [Tesis]. Guatemala: Universidad Francisco Marroquín – UFM; 2002. p.39.
28. Juárez N, León C. Glosario de Términos Endodonticos. Asociación Americana de Endodoncia, 2012; 1(8):2-55.
29. Moreno Y. Manual de anatomía endodóntica [base de datos en Internet]. Chile: PRECLÍNICO ODONTOLÓGICO - ENDODONCIA; 2011, [actualizada en setiembre 2011; consultado el 22 de setiembre de 2017]

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE. Disponible en:

<https://manualanatendod-grupo4c.wikispaces.com/Portada>

30. Martins J. Eficacia clínica de los localizadores electrónicos de Ápex: Revisión sistemática. Asociación Americana de Endodoncistas. 2014 Jun; 40(6):759-77.
31. Boston Scientific. Equipos de odontología, marcapasos y desfibriladores implantables. EEUU: Corporation or its affiliates; 2009.
32. Custer L. Métodos exactos de localización del foramen apical. J Natl Dent Assoc 1918; 5:815-9.
33. Suzuki K. Estudio experimental sobre iontoforesis. J Jap Stomatology 1942; 16: 411.
34. Sunada I. Nuevo método para medir la longitud del conducto radicular. J Dent Res 1962; 41: 375-387.
35. McDonald N, Hovland E. Una evaluación de Apex Locator Endocarter. J Endod 1990; 16: 5-8.
36. Huang L. Un estudio experimental del principio de la electrónica medición del conducto radicular J Endod 1987; 13: 60-4.
37. Inoue A. Instrumento de probar la longitud de un conducto radicular del diente. US Patent no 3, 660, 901, 1972.

38. Kaufman A, Kelia S. Tratamiento conservador de perforaciones radiculares utilizando el localizador ápice y compactador térmico. Estudio de caso de un nuevo método. J Endod 1989; 15: 267 - 272.
39. Kobayashi C. Medición electrónica de la longitud del canal. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 1995; 79: 226-31.
40. Welk A. Baumgartner C. Una comparación in vivo de dos frecuencias localizadores electrónicos de ápices J. Endod, 2003; 29: 497-500.
41. Pommer, Stawm O, attin T. Influencia de los contenidos del canal en la determinación electrónico asistida, de la longitud del conducto radicular J. Endod 2002; 28: 83-85.
42. Encontrado A. Rivera E, Krell K. Precisión del Endex con variaciones en el canal Irigantos y tamaño del foramen. J. Endod. 1993; 19: 63-7
43. Tinaz A, Alacam T, Topuz O. Un modelo simple para demostrar el localizador electrónico de ápices. Int Endod J 2002; 35:940–5.
44. Jenkins J. Walker W, Sch Indler W. Flores.C. Una evaluación in vitro de la ocurrencia de la raíz ZX en presencia de varios irrigantes. J. Endod.2001; 27: 209-211.
45. Rodríguez C, Oporto G. Determinación de la Longitud de Trabajo en Endodoncia: Implicancias Clínicas de la Anatomía Radicular y del Sistema de Canales Radiculares. Int. J. Odontostomat. 2014; 8(2): 177-183.

46. Vertucci F. Morfología del conducto radicular y su relación con los procedimientos endodónticos. *Temas de Endodoncia* 2005; 10: 3–29.
47. Dummer P, McGinn J, Rees D. La posición y la topografía de la constricción del canal apical y el foramen apical. *Revista Internacional de Endodoncia* 1984: 17,192-198.
48. GYORFI A, FAZEKAS A. Problemas con la determinación de la longitud de trabajo durante la terapia de endodoncia. *Examen dental*. 2006 Aug; 99(4):153-9.
49. KUTTLER Y. Investigación microscópica de vértices de raíz. *Revista de la Asociación Dental Americana*. 1955 May; 50(5):544-52.
50. PASCON E, MARRELLI M, CONGI O, CIANCIO R, MICELI F, VERSIANI M. Una comparación in vivo de la determinación de la longitud de trabajo de dos localizadores electrónicos de ápices basados en frecuencia. *Int Endod J*. 2009 Nov; 42(11):1026-31.
51. Basrani E, Blank A, Cañete M. Radiología en endodoncia. Editorial Amolca. 1ed, 2003; 18: 247-251.
52. Nekoofar M, Ghandi M, Hayes S, Dummer P. (2006). Los principios operativos fundamentales de los dispositivos electrónicos de medición de la longitud del conducto radicular. *Revista Internacional de Endodoncia*.

53. Ponce A, Rondón M. Foramen apical y determinación de la longitud de trabajo. Monografía dirigida a Caviedes B. 2008.
54. Sampieri R, Fernández C, Baptista P. Metodología de la investigación. 6ta ed. México: McGraw-Hill Educación. 2014; 600 p.
55. Amazon: ASICO metálico de endodoncia 4.5LCD de conducto radicular RPEX localizador del ápice del estilo de la pulsación de corriente III. [Internet]: [consultado 20 de marzo 2018]. Disponible en: https://www.amazon.es/ASICO-endodoncia-radicular-localizador-pulsaci%C3%B3n/dp/B01DTN9LYU#detail_bullets_id
56. EBay: Endodoncia Localizador de ápice radicular LCD BUSCADOR Woodpex [Internet]. [consultado 20 de marzo 2018]. Disponible en: https://www.ebay.com/itm/2-sets-Upgraded-Dental-Endodontic-Root-Canal-Apex-Locator-Finder-LCD-WOODPEX-III/361538740213?_trkparms=aid%3D555018%26algo%3DPLSIM%26ao%3D2%26asc%3D50526%26meid%3Dfa00255c53484d58b9faeb6a763827e7%26pid%3D100012%26rk%3D6%26rkt%3D12%26sd%3D172158533260%26itm%3D361538740213&_trksid=p2047675.c100012.m1985

ANEXOS

Anexo 01: Carta de presentación



Anexo 02: Constancia de desarrollo



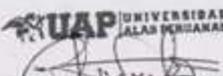
FACULTAD DE MEDICINA HUMANA Y CIENCIA DE LA SALUD
ESCUELA PROFESIONAL DE ESTOMATOLOGÍA

CONSTANCIA DE DESARROLLO

Por medio del presente, dejamos constancia que el tesista **TOLEDO SÁNCHEZ, ERICK FERNANDO**, con código **2006137036**, ha culminado satisfactoriamente con la recolección de datos para su investigación de tesis titulada **"ESTUDIO IN VITRO: EFICACIA DE LOS LOCALIZADORES ELECTRONICOS DE APICE YSRZ300 Y RPEX 6 EN EL LIMITE DE LA UNION CEMENTO DENTINA EN PIEZAS DENTARIAS UNIRRADICULARES"** mostrando en todo momento eficiencia, responsabilidad y buena formación académica durante el uso de las instalaciones, equipos y materiales del laboratorio.

Se le otorga la presente constancia para los fines que el interesado considere conveniente.

Atentamente.



UAP UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS

Mg. BLON CARMEN AGUIRRE GAIIZO
JEFA DEL LABORATORIO CENTRAL
FACULTAD DE MEDICINA HUMANA Y CIENCIA DE LA SALUD

Anexo 03: Ficha de recolección de datos



Anexo 01 Ficha de recolección de datos



TABLA DE LONGITUDES ALCANZADAS DE DOS LOCALIZADORES ELECTRONICO DE APICE (YS-RZ300 Y RPEX 6)
 EN EL FORAMEN APICAL Y LONGITUD REAL DE TRABAJO.

NUMERO DE DIENTE	LONGITUD REAL DEL CONDUCTO	LEA YS-RZ300 Foramen Apical	LEA RPEX 6 Foramen Apical	LONGITUD REAL DE TRABAJO -0.5mm	LEA YS-RZ300 LRT	LEA RPEX6 LRT
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						



Anexo 04: Matriz de consistencia

Estudio in vitro de la eficacia de dos localizadores electrónicos de ápice: YS-RZ300 y RPEX 6 en dientes premolares unirradiculares.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
PROBLEMA PRINCIPAL	OBJETIVO PRINCIPAL	HIPÓTESIS PRINCIPAL		<p>Cuasi experimental: Porque las muestras no se asignan de manera aleatoria ni se emparejan, sino que estaban formados antes del experimento.</p> <p>Descriptivo, pues observamos las características de la población, evaluando la correlación de la efectividad de los localizadores electrónicos de ápice en dientes premolares unirradiculares.</p> <p>Transversal, ya que la recolección de datos será en un solo corte de tiempo.</p> <p>Prospectivo, porque datos necesarios para el estudio son recogidos a propósito de la investigación (primarios). Por lo que, posee control del sesgo de medición.</p>
¿Cuál es la diferencia en la eficacia de YS-RZ300 Y RPEX 6 en la localización del foramen apical en dientes premolares unirradiculares?	Establecer la eficacia in vitro de YS-RZ300 y RPEX 6 en la localización del foramen apical en dientes premolares unirradiculares.	Si existe diferencia significativa entre la eficacia in vitro de YS-RZ300 y RPEX 6 en la localización en la localización del foramen apical en dientes premolares unirradiculares.	<p>-Foramen apical</p> <p>-Localizadores electrónicos de ápice</p>	

PROBLEMAS SECUNDARIOS	OBJETIVOS SECUNDARIOS	HIPÓTESIS SECUNDARIAS	VARIABLES	POBLACION Y MUESTRA
¿Cuál es la eficacia in vitro de YS-RZ300 en la localización del foramen apical en dientes premolares unirradiculares?	Determinar la eficacia in vitro de YS-RZ300 en la localización del foramen apical en dientes premolares unirradiculares.	La eficacia in vitro de YS-RZ300 en la localización en la localización del foramen apical en dientes premolares unirradiculares es aceptable.	-Foramen apical -Localizadores electrónicos de ápice	Se usaran 30 muestras dentales unirradiculares a los cuales se les tomara una radiografía a cada una para confirmar que tengan un solo conducto radicular. CRITERIOS DE INCLUSIÓN •Dientes humanos monorradiculares con conducto único. •Ápice radicular cerrado, con apicoformación completa y sin rizólisis radicular externa. • Raíz sin perforación ni fractura. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN • Dientes multirradiculares. • Dientes fracturados. • Piezas dentales con el conducto radicular dilacerado.
¿Cuál es la eficacia in vitro de RPEX 6 en la localización del foramen apical en dientes premolares unirradiculares?	Determinar la eficacia in vitro de RPEX 6 en la localización del foramen apical en dientes premolares unirradiculares.	La eficacia in vitro de RPEX 6 en la localización en la localización del foramen apical en dientes premolares unirradiculares es aceptable.		

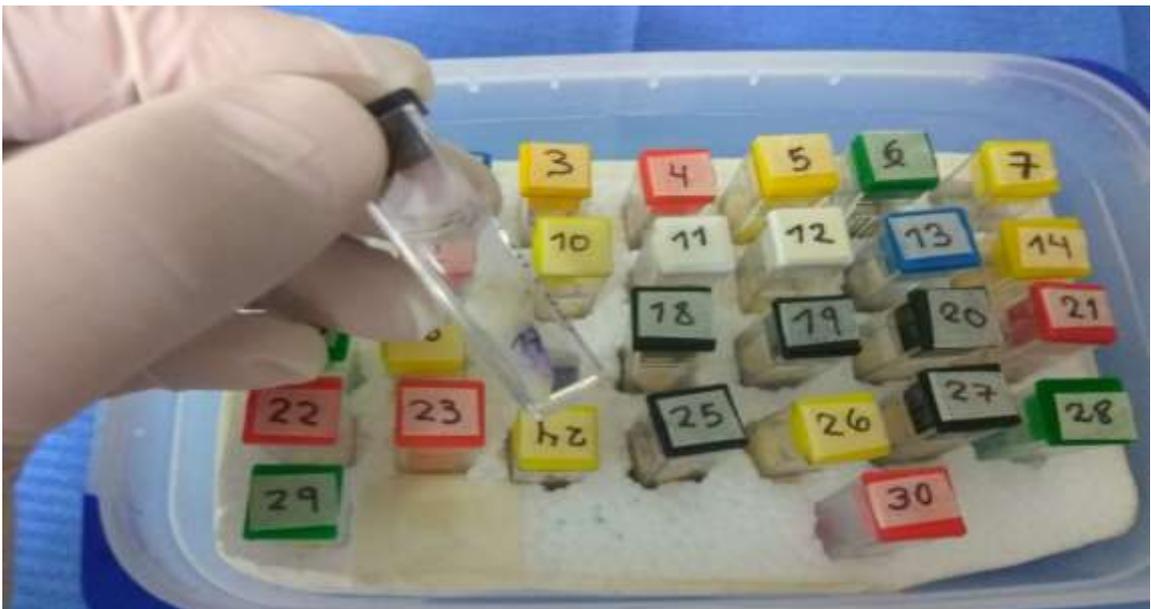
Anexo 05: Secuencia fotográfica.

Foto 1: Selección de las muestras.



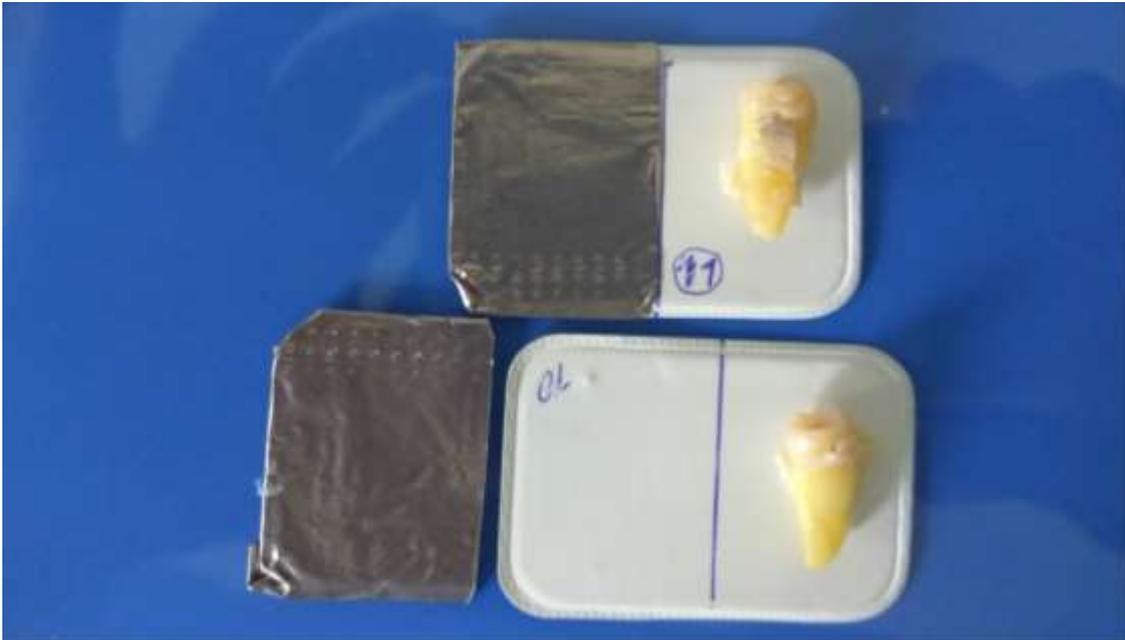
Fuente: Tomado por el investigador

Foto 2: Almacenamiento en suero fisiológico



Fuente: Tomado por el investigador

Foto 3: Evaluación radiográfica



Fuente: Tomado por el investigador

Foto 4: Apertura cameral con fresas redondas



Fuente: Tomado por el investigador

Foto 5: Desgaste oclusal de 2 mm con fresas troncocónicas y cilíndricas



Fuente: Tomado por el investigador

Foto 6: Pre instrumentación y retiro del tejido pulpar



Fuente: Tomado por el investigador

Foto 7: Estereoscopio con lentes de aumento de 4x marca BOECO.



Fuente: Tomado por el investigador

Foto 8: Visualización de la lima al llegar al foramen apical con ayuda del estereoscopio y aumento de 4x



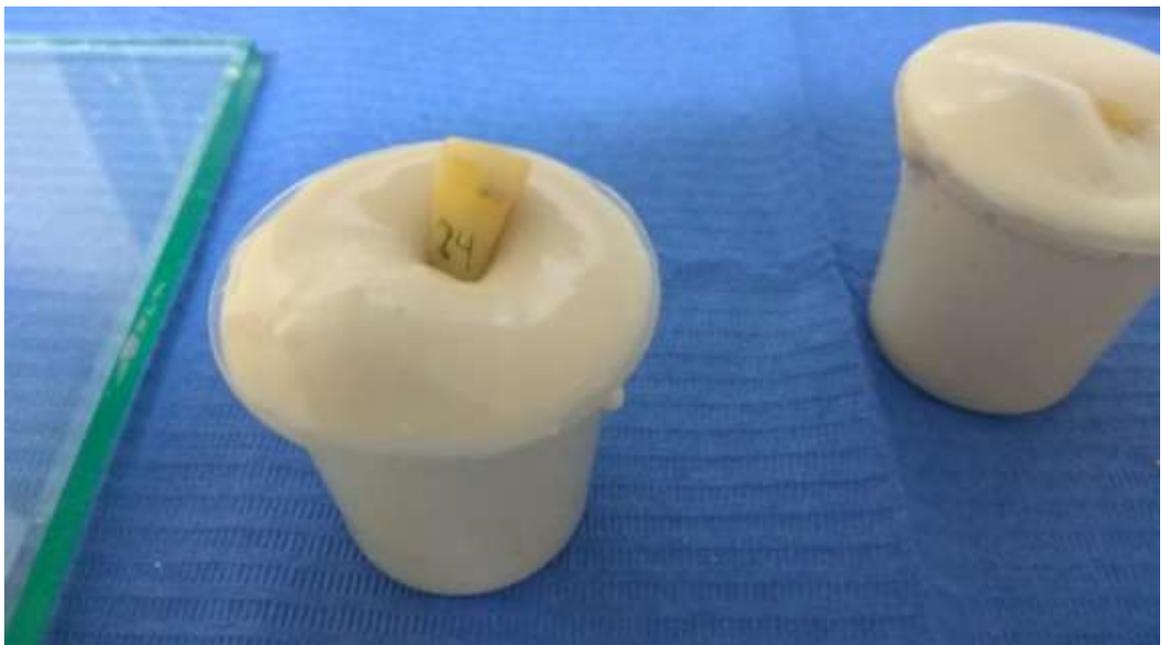
Fuente: Tomado por el investigador

Foto 9: Medición de la lima Longitud del foramen apical real.]



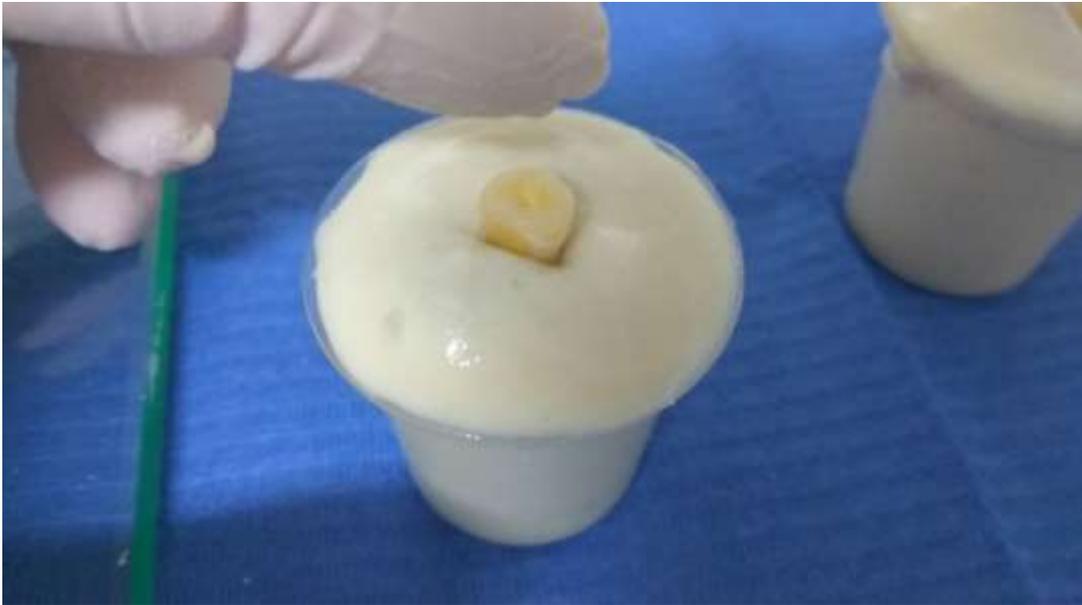
Fuente: Tomado por el investigador

Foto 10: Preparación de las muestras en un recipiente con alginato.



Fuente: Tomado por el investigador

Foto 11: La pieza dentaria tiene que estar centrada y solo debe sobresalir la corona.



Fuente: Tomado por el investigador

Foto 12: Localizadores electrónicos de ápice RPEX 6 y YS-RZ300 y accesorios.



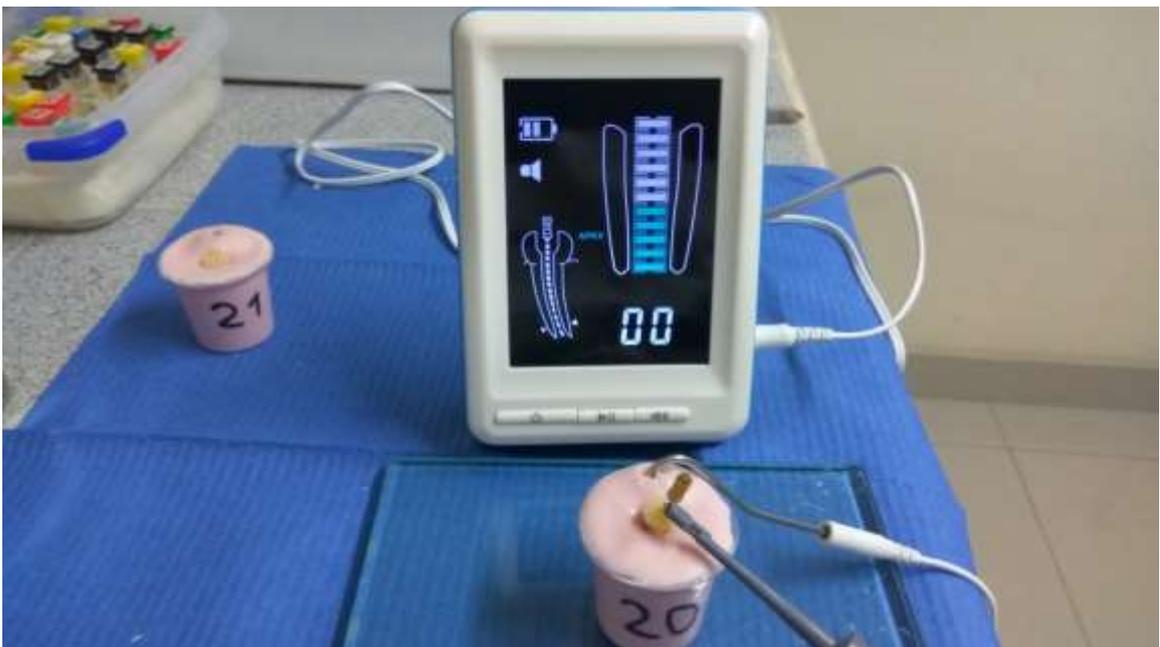
Fuente: Tomado por el investigador

Foto 13: Colocación de los electrodos en la muestra, blanco tierra y el plomo es el positivo.



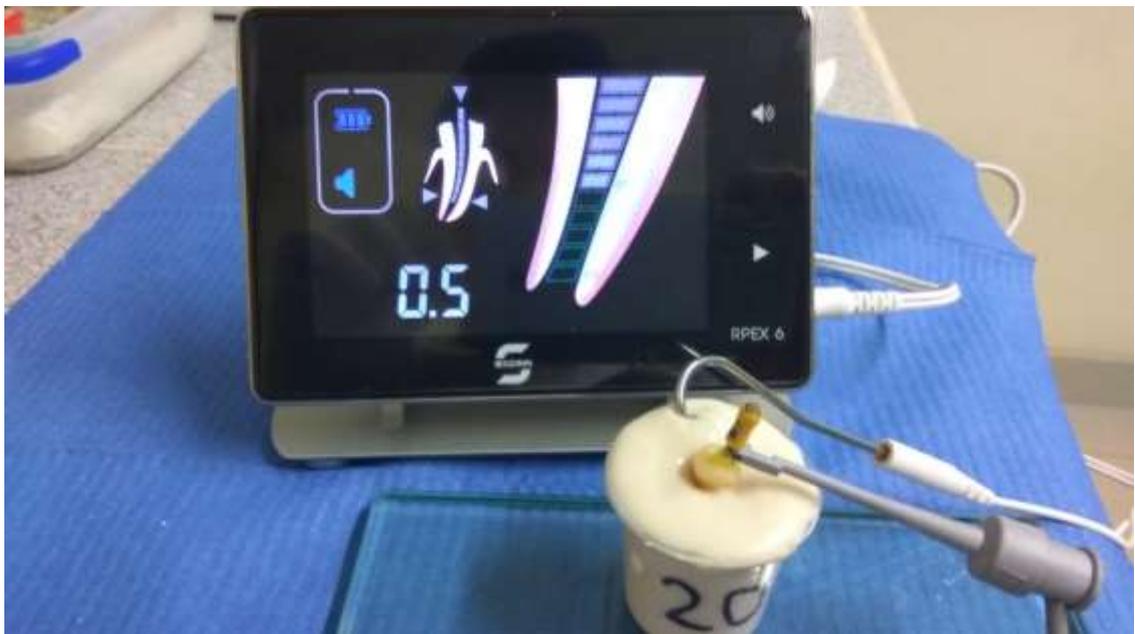
Fuente: Tomado por el investigador

Foto 14: YS-RZ300 localizando el foramen apical.



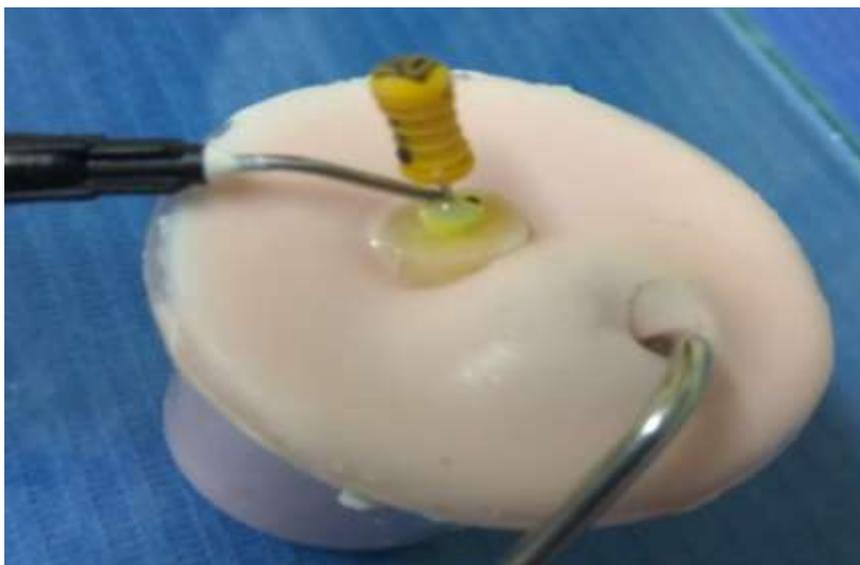
Fuente: Tomado por el investigador

Foto 15: LEA RPEX 6, evaluando la longitud de trabajo.



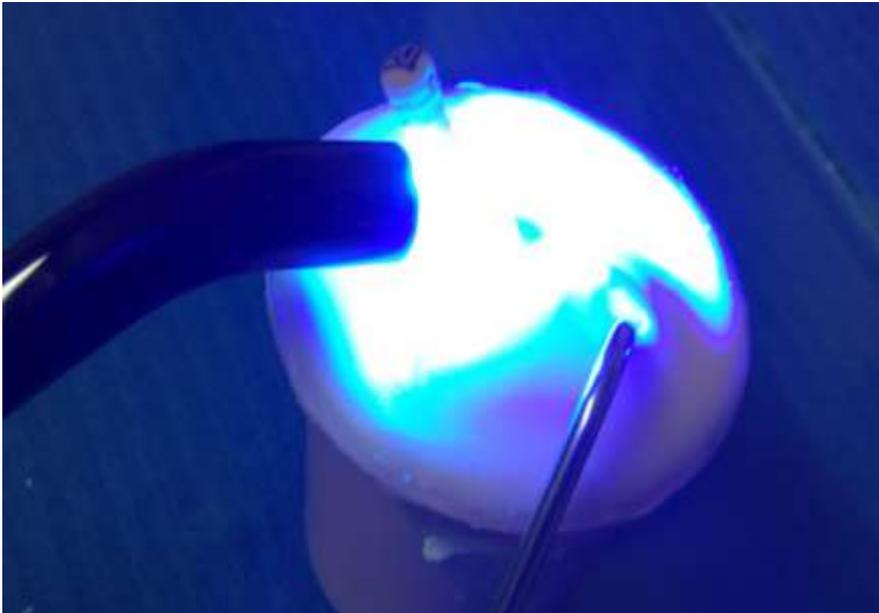
Fuente: Tomado por el investigador

Foto 16: Fijación del tope de caucho con resina fluida para evitar que este se deslice.



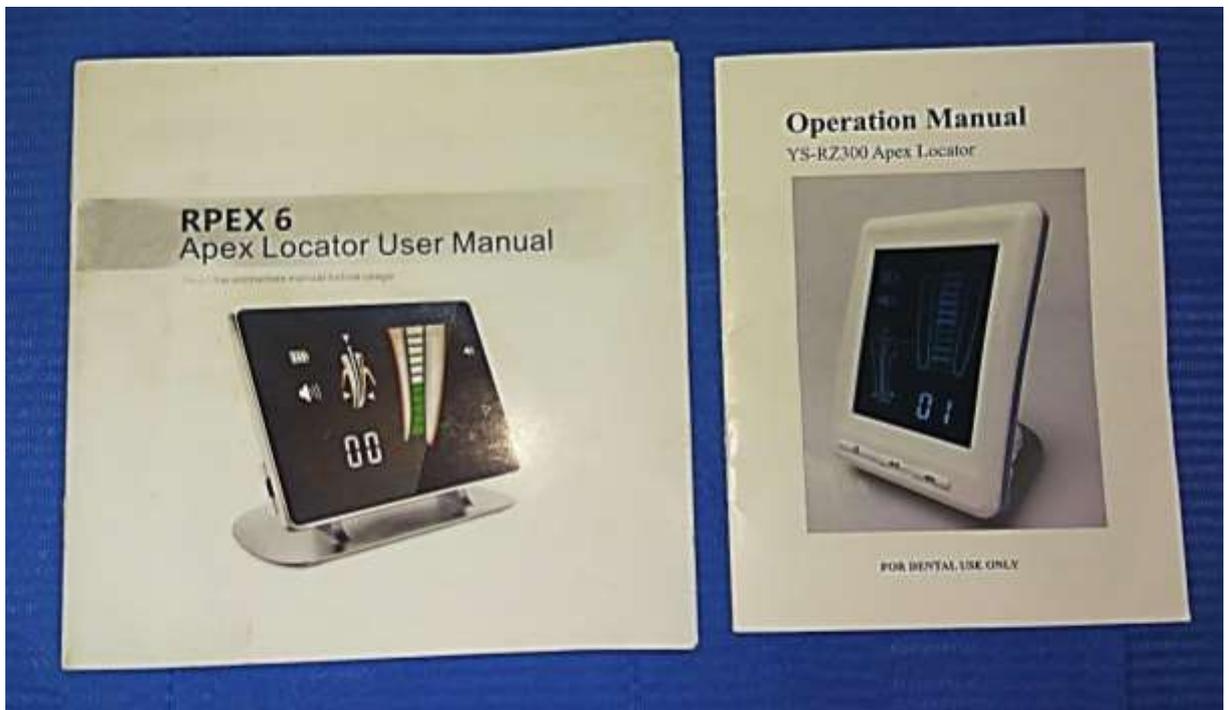
Fuente: Tomado por el investigador

Foto 17: fotocurado de la resina fluida.



Fuente: Tomado por el investigador

Foto 18: Manuales de uso LEA RPEX6 y LEAYS-RZ300.



Fuente: Tomado por el investigador

Anexo 06: Reporte antiplagio.

