



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE MEDICINA ORAL
CÁTEDRA DE CLÍNICA Y TERAPÉUTICA ENDODÓNTICA

**EFFECTIVIDAD DEL LOCALIZADOR APICAL
ELECTRÓNICO ROOT CANAL METER YS-RZ-B
(YUNSHENG) Vs. EL LOCALIZADOR APICAL
ELECTRÓNICO PROPEX (DENTSPLY MAILLEFER).**

Trabajo Especial de Grado para optar al título de Odontólogo

Autores: Francis Quintero

Carlos Viera

Tutor: Prof. Od. Carlos Terán

Mérida – Venezuela, Septiembre 2019

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	vi
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I	3
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1 Contextualización y definición del problema.	3
1.2 Objetivos.....	5
1.2.1 Objetivo General	5
1.2.2 Objetivos específicos.....	5
1.3 Justificación	5
CAPÍTULO II.....	8
MARCO TEORÍCO.....	8
2.1 Antecedentes	8
2.2 Bases conceptuales.....	12
2.2.1 Formación y desarrollo apical	12
2.2.2 Anatomía de la región apical.....	12
2.2.2.1 <i>Constricción apical</i>	13
2.2.2.2 <i>Unión Cemento Dentina (UCD)</i>	13
2.2.2.3 <i>Foramen y foramimas</i>	14
2.2.3 Longitud de trabajo	15
2.2.3.1 <i>Determinación de la longitud de trabajo</i>	15
2.2.3.2 <i>Consecuencia de una determinación de longitud de trabajo errónea</i>	15

2.2.4 Límite de instrumentación.....	16
2.2.4.1 Medidas a considerar durante la instrumentación	17
2.2.5 Métodos para la determinación de la longitud de trabajo.	18
2.2.5.1 Método de sensación táctil.....	18
2.2.5.2 Utilización de puntas de papel	18
2.2.5.3 Método radiográfico	19
2.2.5.4 Método basado en Localizadores Electrónicos de Ápices	20
2.2.6 Localizadores de Ápices Electrónicos.....	20
2.2.6.1 Clasificación de los localizadores apicales	21
2.2.6.1.1 Primera Generación de localizadores electrónicos.....	21
2.2.6.1.2 Localizadores apicales de segunda generación (tipo impedancia) .	21
2.2.6.1.3 Localizadores apicales de tercera generación.....	22
2.2.6.1.4 Localizadores apicales de cuarta generación.....	22
2.2.6.1.5 Localizadores de ápice de quinta generación.....	23
2.2.6.2 Técnicas del uso de los localizadores.	24
2.2.6.3 Precauciones que se deben de tener al utilizar un localizador de ápice	25
2.2.6.4 Contraindicaciones del uso del localizador apical electrónico.	26
2.2.7 Ventajas y desventajas de los localizadores apicales.	26
CAPÍTULO III.....	28
MARCO METODOLÓGICO.....	28
3.1 Tipo y diseño de investigación	28
3.2 Población y muestra.....	28
3.3 Técnicas e instrumento de recolección de datos.	29

3.4 Materiales y procedimiento.....	30
3.5 Principios bioéticos.....	31
3.6 Plan de análisis.....	32
CAPÍTULO IV.....	33
ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	33
RESULTADOS.....	33
CAPÍTULO V.....	36
DISCUSIÓN.....	36
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	40
APÉNDICE 1.....	45
APÉNDICE 2.....	46
APÉNDICE 3.....	47

www.bdigital.ula.ve

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Pasos para la utilización de los localizadores electrónicos de ápice.....	24
Tabla 2. Ventajas y desventajas de los localizadores apicales.....	26
Tabla 3 Prueba U de Mann-Whitney de la exactitud según el instrumento.....	35

www.bdigital.ula.ve



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE MEDICINA BUCAL
CÁTEDRA DE CLÍNICA Y TERAPÉUTICA ENDODÓNTICA

EFFECTIVIDAD DEL LOCALIZADOR APICAL ELECTRÓNICO ROOT CANAL METER YS-RZ-B (YUNSHENG) Vs. EL LOCALIZADOR APICAL ELECTRÓNICO PROPEX (DENSTPLY MAILLEFER).

Trabajo Especial de Grado para optar al título de Odontólogo

Autores: Francis Quintero
Carlos Viera

Tutor: Prof. Od. Carlos Terán
Mérida – Venezuela,

RESUMEN

Uno de los pasos más importantes del tratamiento endodóntico corresponde a la conductometría, mediante la cual se busca obtener la longitud correspondiente a la distancia que existe desde un punto de referencia coronal hasta el punto de mayor constricción apical del conducto, lugar donde termina la preparación y obturación del conducto radicular. Existen diversos métodos para obtener la conductometría siendo la más precisa la obtenida mediante el uso de localizadores de ápices electrónicos. Diferentes estudios comprueban la eficacia del localizador Propex, sin embargo existe un vacío en lo que corresponde al comportamiento del localizador apical Root Canal Meter YS-RZ-B. **OBJETIVO:** Comparar la efectividad del localizador Root Canal Meter YS-RZ-B, con respecto al localizador Propex. **METODOLOGIA:** Se realizó una investigación de tipo comparativa de diseño de campo transeccional contemporáneo univariable. La población estuvo constituida por los pacientes que asistieron a la clínica de endodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad De Los Andes, durante mayo a julio del 2019, quienes fueron elegidos mediante un muestreo no probabilístico. Para comparar los datos obtenidos por los localizadores de ápices se realizó un análisis estadístico, descriptivo y comparativo de los datos mediante la prueba U de Mann Whitney. Se evaluó la diferencia de exactitud de cada uno de los localizadores de ápices mediante gráficos y se compararon para determinar si el localizador apical Root Canal Meter YS-RZ-B, es preciso en la medida de la longitud de trabajo. El análisis de los datos se procesó con el software estadístico IBM SPSS.

Palabras clave: Localizadores de ápice, Root Canal Meter YS-RZ-B, Propex, longitud de trabajo

INTRODUCCIÓN

La terapia endodóntica es un procedimiento que se sintetiza en cuatro pasos muy puntuales que son; apertura, localización, preparación biomecánica y obturación del sistema de conductos radiculares. Siendo el tercero el más importante ya que establece el éxito o fracaso del tratamiento.

Por consiguiente uno de los pasos fundamentales para la realización de una correcta preparación es determinar la longitud de trabajo. El ápice radicular junto con la constricción apical forma el área final y más estrecha del conducto. La importancia de la existencia de esta zona es que nos delimita el espacio para instrumentar y obturar el conducto, uno de los problemas al no obtener la longitud de trabajo ideal son los accidentes operatorios por sobrepasar o quedarse lejos del foramen apical.

Existen diferentes métodos para la obtención de la longitud de trabajo en el tratamiento de sistema de conductos radiculares, tales como los mecanismo de sensación táctil, uso de conos de papel, análisis radiográfico, pero actualmente ha tomado auge el uso de localizadores apicales electrónicos debido a su alta precisión y efectividad.

En relación a lo anteriormente mencionado, los localizadores apicales electrónicos son equipos que se desarrollaron con la finalidad de obtener mediciones más exactas de la longitud del conducto radicular y así establecer el límite apical de la instrumentación, los mismos están clasificados por generaciones y constan básicamente de un monitor que se une mediante un cable, un gancho labial y un clip que conectado a la lima cierra el circuito eléctrico, permitiendo de esta forma la obtención de medidas más precisas durante el procedimiento

Es importante resaltar que debido a la existencia de diferentes casas fabricantes de estos equipos, pueden obtenerse resultados con diferencias entre sí, que pudiesen alterar el éxito del tratamiento, es por ello que el objetivo de esta investigación es conocer la efectividad del localizador apical ROOT CANAL METER YS-RZ-B, equipo con el cual dispone la cátedra de endodoncia de la

Facultad de Odontología de la Universidad de los Andes, comparándolo con el localizador apical Propex.

Esta investigación constituye el Trabajo Especial de Grado para optar el título de Odontólogo, dicho trabajo está conformado por cinco capítulos, siendo el primero donde se plantea el problema, los objetivos y la justificación.

En el segundo capítulo se hace mención a los antecedentes de diferentes estudios realizados, permitiendo realizar un análisis sobre el objeto de estudio entre diferentes autores para sustentar el contenido de este trabajo, para de esta forma establecer las bases conceptuales.

El tercer capítulo está formado por la metodología del trabajo, en este apartado se establecen las pautas que constituyen la naturaleza de estudio, definiendo instrumentos, materiales, sujetos, métodos y formas de análisis de posibles resultados que la investigación tiene propuesta alcanzar.

En el cuarto capítulo es donde se analizan los resultados de dicha investigación, y por último el quinto capítulo que está formado por la discusión conclusión y recomendaciones para futuras investigaciones.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Contextualización y definición del problema.

La endodoncia es la rama de la odontología que se encarga del estudio de la morfología, fisiología y patologías del complejo dentino pulpar y sus repercusiones en los tejidos periapicales¹⁻⁵. En su ámbito integra las ciencias básicas y clínicas que se ocupan de la biología del complejo dentino pulpar, así como la etiopatogenia, el diagnóstico, la prevención y el tratamiento de las enfermedades y lesiones de la misma⁶. Este tipo de tratamiento es necesario cuando la pulpa dental se inflama o se infecta producto de una caries profunda, procedimientos dentales repetitivos o una fractura coronal en el diente debido a algún golpe o trauma⁷.

La terapia endodóntica consiste en la extirpación de la pulpa presente en la cámara y conductos radiculares de las unidades dentarias, permitiendo su desinfección y conformación para luego ser selladas tridimensionalmente con un material biocompatible, con el fin de preservar el diente en la cavidad bucal. Este procedimiento incluye varias etapas: diagnóstico, trepanación y acceso al complejo pulpar de la corona y raíces, seguida de la preparación biomecánica, conductometría y por último la obturación. Una de las etapas más importantes y críticas de la terapia endodóntica es la preparación biomecánica dentro de la cual se encuentra la conductometría^{4,5}. Su objetivo es obtener una medida de longitud que corresponde a la distancia desde un punto de referencia coronal hasta la constricción apical, área específica donde termina la preparación y obturación del conducto radicular⁸⁻¹⁰

En este sentido, el éxito de la terapia endodóntica depende en alto porcentaje de la determinación exacta de la conductometría¹¹. Una longitud errada se traduce en

fracaso endodóntico, puesto que, una medición demasiado larga conduce la preparación más allá de la constricción apical, provocando sobre instrumentación, sobre obturación o perforación apical, mientras que una determinación insuficiente puede conducir a un desbridamiento, una limpieza y relleno insuficiente del canal radicular^{4,12,13}.

A lo largo de los años, se han descrito una variedad de métodos para determinar la conductometría, dentro de los cuales se incluyen la sensación táctil y la técnica radiográfica, sin embargo, rara vez la salida del conducto coincide con el ápice que se observa radiográficamente^{14,15}. El límite de seguridad para poder obtener el éxito en el tratamiento y conseguir la mineralización apical o cierre biológico a expensas del cemento es el límite cemento dentina conducto (CDC). El método más empleado para determinar este límite es básicamente la radiografía¹⁶, pero además de su inexactitud¹⁷, presentan limitaciones debido a las variaciones del sistema de conductos radiculares, interferencias de estructuras anatómicas, errores técnicos en la proyección y distorsión de la imagen¹⁸⁻²².

Por lo tanto es aceptado actualmente el uso de localizadores de ápices electrónicos como la forma más precisa de obtener una conductometría precisa²³, debido a que estos dispositivos no son instrumentos de reciente descubrimiento ya que su estudio, desarrollo y evolución se remonta al año 1918 hasta la actualidad²⁴, los mismos se empezaron a diseñar gracias a las publicaciones de Suzuki y Sunada quienes fueron los máximos contribuyentes en la creación de estos equipos²⁵. Fueron desarrollados, para obtener mediciones más exactas de la longitud de la raíz y así establecer el límite apical de la instrumentación²⁶. Estos instrumentos electrónicos, constan de un monitor que se une mediante un cable, un gancho labial y un clip que conectado a la lima cierra el circuito eléctrico¹⁶, su principio básico se basa en la mayor conductividad eléctrica del tejido que rodea el ápice de la raíz, en comparación con la conductividad del sistema de conductos radiculares²⁷.

Estos instrumentos han sido clasificados por generaciones, existen localizadores de primera, segunda tercera, cuarta generación y quinta generación¹⁶. Dentro de la cuarta generación de estos equipos, se encuentra el localizador

electrónico Propex de la casa fabricante Denstply Maillefer, el cual, posee múltiples frecuencias para determinar la longitud del conducto radicular, una de sus características es que su cálculo está basado en la energía de la señal donde otros localizadores apicales electrónicos usualmente usan la amplitud de señal²⁸.

Se han realizado diferentes estudios tanto *in vitro* como *in vivo* que comprueban la eficacia en la determinación de la longitud de trabajo del localizador apical Propex^{8,9,16,20,21,25,29}, no obstante, se puede observar un vacío en la literatura en lo que concierne al comportamiento y eficacia del localizador apical Root Canal Meter YS-RZ-B con el cual se cuenta en la cátedra de endodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad de los Andes, por lo tanto este estudio tiene como finalidad comparar la efectividad del localizador Root Canal Meter YS-RZ-B, con respecto al localizador apical Propex.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Comparar la efectividad del localizador apical electrónico Root Canal Meter YS-RZ-B Vs. el localizador apical electrónico Propex en la determinación de la longitud de trabajo.

1.2.2 Objetivos específicos

Describir la exactitud del localizador apical Root Canal Meter YS-RZ-B (Yunsheng) en la determinación de la longitud de trabajo.

Describir la exactitud del localizador apical Propex (Maillefer) en la determinación de la longitud de trabajo

1.3 Justificación

La conductometría es considerado uno de los pasos más importantes para lograr el éxito del tratamiento del sistema de conductos radiculares ya que delimita el espacio en el cual debe realizarse la instrumentación y posteriormente la obturación respectiva. Existen diferentes técnicas para determinar la longitud de trabajo, siendo el método más aplicado la toma de radiografías convencionales. Esta técnica puede presentar variables considerables al momento de la determinación de la longitud de trabajo debido a la complejidad anatómica, experiencia del operador al realizar la técnica radiográfica, distorsión de la imagen así como también ausencia de tridimensionalidad.

Actualmente, debido a los grandes avances tecnológicos, existen otras alternativas para la determinación de la longitud de trabajo en la endodoncia, tal es el caso de los localizadores apicales electrónicos disponibles en diferentes generaciones, equipos que permiten disminuir los tiempos de trabajo y de exposición al paciente, ofreciéndoles un tratamiento endodóntico más predecible, más conservador y eficiente.

En la Cátedra de Endodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad de los Andes, se realizan numerosos tratamientos endodónticos al año y si bien es cierto que la conductometría es realizada mayormente a través del método radiográfico, también se cuenta con un localizador de ápice electrónico Root Canal Meter modelo YS-RZ-B. Comparar su eficacia con respecto al localizador apical electrónico Propex permitirá conocer si se cuenta con un equipo confiable y efectivo que permita establecer diagnósticos correctos y por lo tanto un plan de tratamiento exitoso.

La revisión exhaustiva de la literatura demostró presencia de pocos estudios que comprueben la efectividad del localizador de ápice YS-RZ-B, con el cual se

cuenta en la facultad de odontología de la Universidad de Los Andes, por lo que los datos obtenidos serán útiles para la realización de futuras investigaciones.

www.bdigital.ula.ve

CAPÍTULO II

MARCO TEORÍCO

2.1 Antecedentes

En este capítulo, se recopilan diferentes estudios que guardan relación con la presente investigación. A continuación se citan algunos estudios científicos que reflejan la efectividad del localizador apical Propex comparado con otros localizadores apicales electrónicos.

En el año 2007 Özsezer, *et al.*³⁰ realizaron un estudio *in vivo/ in vitro* cuyo objetivo fue evaluar el rendimiento del localizador apical Propex después de la extirpación y en presencia de diferentes soluciones irrigantes: 2,5% NaOCl, NaCl al 0.9% y gluconato de clorhexidina al 0.2%, en este estudio fueron seleccionados veintisiete dientes de una sola raíz, programados para extracción con ápices maduros. Las mediciones fueron realizadas utilizando el localizador electrónico Propex de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. Se realizaron 3 medidas con cada uno de los irrigantes entre cada medida, los conductos fueron irrigados con agua destilada y secado con puntas de papel. Luego los dientes fueron extraídos y colocados en hipoclorito de sodio al 5,25% para eliminar los tejidos restantes y se insertó una lima¹⁵ para medir la longitud real bajo 16 aumentos en un estereomicroscopio, cuando la punta de la lima fue visible al final del canal, se colocó el tope de goma en el punto de referencia, y la lima fue retirada del conducto, utilizaron el análisis de conglomerados para evaluar la proximidad de los resultados a la longitud real, teniendo como resultado que las mediciones de los localizadores apicales después de la extirpación tenían la menor distancia a la longitud real, Entre las soluciones irrigantes; el gluconato presentó la menor distancia a la longitud real, mientras que la solución salina obtuvo la mayor. Los autores concluyen que las

mediciones después de la extirpación son más precisas. Entre los grupos de la solución salina dio los peores resultados.

En el año 2012 Nidarsh, *et al.*³¹ Realizaron un estudio *in vivo* cuyo objetivo era determinar la precisión de tres localizadores apicales Neo Sono Copilot, Tri Auto ZX y Propex con diferentes tamaños de las limas, para este estudio se incluyeron 30 pacientes con indicación de endodoncia en conductos monoradiculares. Prepararon las cavidades irrigaron con hipoclorito de sodio seguido de solución salina normal, luego secaron los conductos utilizando puntas de papel absorbentes para eliminar cualquier fluido restante, y tomaron la longitud de trabajo utilizando los tres localizadores apicales Neo Sono Copilot (Satelac), Propex (Dentsply Maillefer) y Tri Auto ZX (J'Morita Inc.) según las especificaciones del fabricante, hicieron mediciones (en secuencia) con limas de tamaño 08, 10 y 15 K hasta que hubo un lectura estable durante al menos cinco segundos y los valores fueron grabados tomando una radiografía periapical. La estadística fue calculada con ANOVA y prueba de signos, concluyendo que los tres localizadores de ápices electrónicos pueden determinar con precisión la longitud del conducto hasta dentro de +/- 0.5 mm desde la constricción apical en 75% a 88% de los casos. Los tamaños de las limas 08, 10 tienen una influencia significativa y el tamaño 15 no tiene una influencia significativa en la precisión de la determinación de la longitud de trabajo.

En el año 2013 Almendro, *et al.*⁸ elaboraron un artículo cuyo objetivo fue comparar la eficacia *in vitro* en dientes unirradiculares de cuatro localizadores de ápices electrónicos: Propex, Root ZX, Woodpex, Osada. Se seleccionaron 30 conductos de dientes monoradiculares, todos tenían el ápice cerrado, cada conducto fue calibrado un total de 12 veces, los cuatro localizadores de ápices empleados se usaron según las recomendaciones del fabricante. Los resultados estadísticos mostraron que no existe una diferencia significativa en localizadores: Osada (81%), Root ZX (86%), Woodpex (81%), Propex (82%), en su capacidad para identificar con precisión el foramen apical. Por lo tanto, los

autores concluyeron que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los localizadores, confirmando que todos ellos pueden obtener medidas precisas y resultados clínicamente satisfactorios tanto en conductos secos como en húmedos.

En el año 2014 Kaval, *et al.*³² Realizaron un estudio *in vivo* cuyo propósito fue evaluar la precisión de los localizadores apicales electrónicos Propex y Apex Pointer en dientes con lesiones periapicales y presencia de exudado. En este estudio se evaluaron 33 dientes anteriores con indicación de cirugía periapical, los localizadores de ápices se utilizaron de acuerdo a las instrucciones del fabricante, después de la preparación del acceso cameral, con una lima K de tamaño 15 se avanzó en el conducto hasta que la pantalla del localizador emitió una luz roja con la señal de advertencia, retiraron la lima hasta que la lectura del localizador mostró '0.0'. Las longitudes de trabajo electrónicas fueron determinadas tres veces por un operador y fueron controlados con radiografías periapicales digitales, luego calcularon las medidas de longitud del conducto radicular, utilizando la versión 11.5 de SPSS y los datos fueron analizados estadísticamente utilizando prueba t. consideraron significación estadística cuando el valor era menor que 0.05. Teniendo como resultado que los localizadores apicales Propex y Apex Pointer fueron precisos (dentro de 0.5 mm) 97% y 94% del tiempo. Los autores concluyeron que a pesar de la presencia de exudados en los conductos radiculares, la posición del foramen mayor, en dientes con grandes lesiones periapicales se puede determinar con alto nivel de precisión ya sea por Propex o Apex Pointer. Ambos localizadores se pueden utilizar de forma segura en la determinación de la longitud de trabajo de los dientes con grandes lesiones periapicales.

En el año 2014 Ortega⁹ realizó un estudio sobre la exactitud del conducto radicular en piezas dentarias unirradiculares utilizando dos tipos de localizadores apicales Root ZX y el Propex, para valorar el grado de confiabilidad de cada localizador en el momento de determinar la longitud del trabajo de las piezas unirradiculares. Se recolectaron 20 dientes unirradiculares extraídos recientemente, sin caries, ni restauraciones y con ápices completamente formados, dividieron los dientes en dos grupos de 10 unidades, el primer grupo para el localizador apical Root

ZX y el segundo grupo para el localizador apical Propex. Se obtuvo un promedio diferencial entre ambos de 0.50 y 0.60 mm respectivamente. Dicho estudio mostró confiabilidad ya que en los resultados se presentó una mínima o ninguna diferencia en relación de la longitud de trabajo, los autores concluyen que los localizadores de última generación o multifrecuencia junto al ROOT ZX siendo de tercera generación o de doble frecuencia son eficaces para determinar la longitud de trabajo.

En el año 2016 Patiño, *et al.*²⁹ realizaron un estudio cuyo objetivo fue evaluar clínicamente la precisión de la radiografía convencional y 2 localizadores de ápice (Root ZX y Propex) para determinar la longitud de trabajo de los conductos radiculares en dientes primarios y comparar los resultados con microscopio electrónico de barrido (SEM). Se seleccionaron 50 niños. Las longitudes de trabajo de los conductos radiculares primarios se determinaron con radiografía convencional y 2 localizadores ápicales (Root ZX y Propex). Estos resultados se compararon con el estándar ideal usando SEM. Para determinar la diferencia entre los diferentes métodos, se aplicó la prueba de Wilcoxon. Para determinar la precisión de los métodos con el estándar ideal (SEM), se utilizó el coeficiente de correlación interclass (ICC) de Lin. Sesenta y un canales fueron evaluados y no hubo diferencias significativas en las 3 técnicas en la precisión de la determinación de la longitud de trabajo de los canales. El método más preciso para determinar la longitud de trabajo de los conductos radiculares en dientes primarios fue el Root ZX (ICC = 0.72), seguido del Propex (ICC = 0.70) y el menos preciso fue la radiografía convencional (ICC = 0.67). Los autores concluyen que los localizadores de ápice fueron más precisos que la radiografía convencional para determinar la longitud de trabajo.

En el año 2016 Saxena, *et al.*³³ realizaron un estudio donde su objetivo fue evaluar comparativamente la precisión de los localizadores Root, Ipex II y Propex. Se seleccionaron 30 pacientes indicados para la extracción de dientes permanentes de una sola raíz con sistema de canal único. Las longitudes de trabajo de los dientes se determinaron con Root, Ipex II y Propex. Luego se extrajeron los dientes y las limas se volvieron a introducir en el ápice anatómico para medir la longitud anatómica del conducto y se fijaron en la longitud anatómica del conducto, utilizando composite

fluido. Los 4 mm apicales de las raíces se visualizaron bajo un microscopio estereoscópico a $\times 24$ aumentos. Las fotografías digitales se evaluaron para medir la distancia entre el diámetro principal y el diámetro menor. Así, se determinó la longitud de trabajo, las mediciones de la longitud de trabajo medias con ± 0.5 mm de diámetro menor fueron 90% aceptables para Root, 86.66% para Ipex II y 80% para Propex. Los autores concluyen que todos los localizadores de ápice producen un nivel de precisión aceptable que indica claramente su fiabilidad para determinar la longitud de trabajo.

2.2 Bases conceptuales

2.2.1 Formación y desarrollo apical

Este proceso se inicia en el momento en que la pieza dentaria ha erupcionado y entrado en oclusión. La vaina epitelial de Hertwig está encargada de la formación radicular, y el folículo dentario, en su capa interna, de la formación de cemento radicular y la capa externa, del periodonto. Cuando la pieza dentaria erupciona, el extremo radicular posee solamente dentina calcificada y la pulpa se encuentra separada del periodonto por medio de las puntas de la vaina de Hertwig. El desarrollo de los tejidos restantes inicia cuando el diente es influenciado por la acción de su antagonista, y es ahí cuando el ápice radicular se llega a formar. En un inicio el ápice radicular es muy amplio y prolongado, su volumen va disminuyendo a medida que se deposita dentina y cemento hasta formarse el conducto terminal, por el cual solamente atraviesa el paquete vasculo-nervioso. Este paquete permite que exista continuidad entre el ápice radicular de la pieza dentaria y el periodonto³⁴.

2.2.2 Anatomía de la región apical

La anatomía radicular apical se basa en 3 hitos anatómicos e histológicos presentes en la región apical de la raíz: la constricción apical (CA), la unión cemento-dentina (UCD) y el foramen apical (FA)^{15,35}.

2.2.2.1 Constricción apical

La constricción apical es el lugar más estrecho en la zona terminal del conducto, próxima al orificio apical, cuya apertura al periodonto se dispone casi siempre lateralmente al ápice anatómico, y en donde finaliza el tejido pulpar e inicia el tejido periodontal. En general su diámetro es aproximadamente de 0.20 a 0.30mm y la distancia promedio al foramen apical es aproximadamente de 0.50 a 1.00mm. Esta constricción, es el punto de referencia utilizado por los clínicos con más frecuencia como terminación apical para la conformación, limpieza y obturación de conductos radiculares. Sin embargo, el foramen no necesariamente coincide con el ápice anatómico, siendo posible que esta constricción apical esté localizada hasta a 4mm del mismo, por lo tanto, esta variedad en la anatomía apical provee muchos retos para el limpiado y conformación apical^{3,15}.

En este sentido, debido a que los vasos sanguíneos de la pulpa son estrechos en esta zona, las molestias postoperatorias son en general mayores cuando es violada por los instrumentos o los materiales de obturación comprometiendo así el proceso de curación, por lo cual es fundamental mantener la constricción apical en su posición y medida original durante la instrumentación durante el control y eficiencia de la irrigación y obturación del conducto radicular^{15,36}.

2.2.2.2 Unión Cemento Dentina (UCD)

La unión cemento-dentinaria se define como el punto más apical de la pulpa dental, y corresponde al punto donde deja de haber dentina y el canal se continúa con paredes de cemento. El objetivo de determinar una longitud de trabajo es lograr preparar y obturar los canales radiculares lo más cerca posible de este punto, idealmente a nivel de la constricción apical, área del canal radicular que presenta el menor diámetro y es el punto de unión entre el tejido pulpar y el tejido periodontal³⁷. La unión cemento-dentinaria puede o no coincidir con la constricción apical; esta última debe ser el límite de la preparación y de la obturación radicular. La ubicación de la constricción apical varía considerablemente y su relación con la unión cemento-dentinaria también es variable y puede ser de hasta 3 mm más alta en un lado del

canal, en comparación con el otro. Por otra parte, la unión cemento-dentinaria no puede ser identificada clínicamente³⁸. La constricción apical se ubica generalmente entre 0,5 a 2 mm del ápice dentario radiográfico³⁷, y hay estudios que relacionan la posición de la unión cemento-dentinaria y la constricción apical, mostrando esta última siempre más coronal a la primera³⁸.

2.2.2.3 Foramen y foramimas

El foramen es el orificio apical de tamaño considerable, que puede considerarse como la terminación del conducto principal. También ha sido definido como la circunferencia o borde redondeado, como el de un embudo o cráter, que separa la terminación del conducto cementario de la superficie exterior de la raíz. Se confunde con frecuencia con el ápice, con el vértice radicular o con la parte cementaria del conducto, que son cosas diferentes.

Durante la formación radicular, el foramen apical casi siempre se localiza al final de la raíz anatómica, no obstante al terminar el desarrollo dental el foramen apical se hace pequeño y más excéntrico. Esta excentricidad es más pronunciada mientras se forma cemento apical y cambia una vez más al continuar la aposición de cemento o de manera pasiva asociada con un desgaste coronario o una inclinación dental³⁹.

Puede haber uno o varios forámenes en el ápice; los múltiples se presentan con frecuencia en los dientes multirradiculares. Cuando está presente más de uno, el mayor se conoce como foramen apical y los pequeños como conductos accesorios (o en combinación, como delta). El tamaño del foramen apical en un diente maduro va desde 0,3 y 0,6 mm, los diámetros mayores se encuentran en los conductos distales de los molares inferiores y en la raíz palatina de los superiores. Sin embargo, el tamaño del foramen es imprevisible y no se puede determinar de manera exacta a nivel clínico.

Las foramimas, son los diferentes orificios que se encuentran alrededor del foramen y que permiten la desembocadura de los diversos conductillos que forman el delta apical⁴⁰.

2.2.3 Longitud de trabajo

Es la distancia desde el punto de referencia coronal, hasta el punto en el que termina la preparación y obturación del conducto. La longitud de trabajo nos indica la profundidad a la que se debe preparar e introducir los instrumentos dentro del conducto, para que estos lleguen a eliminar todo tejido vital/necrótico que se encuentre dentro del conducto. También nos proporciona un límite de obturación y nos garantiza que después del tratamiento no exista ninguna molestia por parte del paciente. La determinación en la longitud de trabajo es el factor más importante para tener éxito en un tratamiento de conducto a corto y largo plazo. Una longitud corta e instrumentación incompleta crea escalones, y una longitud sobrepasada lleva a perforación apical y agudizaciones^{34,41}

2.2.3.1 Determinación de la longitud de trabajo

También se le conoce a este procedimiento endodóntico como cavometría, conductometría u odontometría. A través de la conductometría vamos a conocer la longitud del diente desde un punto de referencia, ya sea el borde incisal en el caso de dientes anteriores, o una cúspide en el caso de dientes posteriores hasta la unión cemento-dentina-conducto (CDC). La determinación correcta de la conductometría es un paso muy importante, el error en este paso clínico nos puede llevar a trabajar más allá del foramen apical o antes del mismo, ocasionando con esto tratamientos de endodoncia mal terminados, lo cual puede ocasionar el fracaso del procedimiento endodóntico⁴².

2.2.3.2 Consecuencia de una determinación de longitud de trabajo errónea

La determinación imprecisa de la longitud de trabajo puede favorecer la ocurrencia de accidentes endodónticos, como perforación apical y sobre obturación, las cuales son generalmente acompañadas de dolor postoperatorio. Por otra parte, el inicio de la reparación periapical puede prolongarse en el tiempo, aumentando así el número de fracasos por regeneración incompleta de los tejidos periapicales. Otro

riesgo presente frente a una longitud de trabajo incorrecta es la instrumentación incompleta y la obturación deficiente del canal radicular, con todos los problemas que ello trae (reagudización de la infección y de los síntomas, reinfección del canal radicular, aparición de lesiones apicales, dolor persistente debido a la inflamación de tejido pulpar no eliminado). Además, puede formarse un escalón antes del ápice, lo que podría imposibilitar un retratamiento exitoso, de ser necesario en el futuro.

El hueso, cemento y ligamento periodontal pueden transformarse en elementos activos con gran capacidad de recambio, lo que los hace particularmente aptos para el restablecimiento de las condiciones anatómo-fisiológicas normales a nivel del periápice⁴³, esta es una de las razones por las cuales no es conveniente invadir más allá de la constricción apical al instrumentar o al obturar los canales radiculares, a fin de mantener esta zona intacta con todas sus potencialidades de reparación. Una obturación radicular finalizada en la constricción apical proporciona las condiciones óptimas para la reparación, con un contacto mínimo entre el material de relleno y el tejido apical, reduciendo de este modo la destrucción de tejidos, evitando la persistencia de respuestas inflamatorias y reacciones a cuerpo extraño³⁸.

2.2.4 Límite de instrumentación

El límite cemento-dentina-conducto (CDC), punto de unión de la dentina y cemento del conducto, constricción apical (CA) es el lugar ideal a donde deben llegar los instrumentos de aplicación.

El conducto radicular no es un cono uniforme, con el diámetro menor en su terminación, sino que está formado por dos conos: uno largo y poco marcado, el dentinario, y otro muy corto, pero bien marcado e infundibuliforme, el cementario. El promedio de la longitud del último es de 524 micras en los dientes de personas jóvenes y 659 en los de edad avanzada.

A grandes rasgos se pueden establecer dos límites de instrumentación, el límite coronal, el cual está determinado por el punto más externo de la corona, y el límite apical, el cual se ubica en la región apical. En este sentido como el primer límite se escoge la cúspide dentaria referente a la entrada del conducto radicular o

borde incisal de los dientes (los cuales deben ser claros y bien definidos para que se transformen en una referencia segura), mientras que el límite apical es denominado vértice radiográfico y es definido en la radiografía como la porción más externa de la raíz⁴⁴.

2.2.4.1 Medidas a considerar durante la instrumentación

Longitud aparente del diente (LAD)

Para obtener esta medida observamos en la radiografía de diagnóstico el punto donde se localiza en la parte más externa de la corona o cúspide, con referencia a la entrada del conducto hasta la superficie más externa de la raíz o ápice radiográfico⁴².

Longitud real del instrumento (LRI)

Se reducen 3mm de la longitud aparente del diente y se transfiere esa medida al instrumento. Se denomina longitud real del instrumento, porque en realidad no está sometida a distorsiones⁴².

Longitud aparente del instrumento (LAI)

Esta medida se obtiene realizando una radiografía con un instrumento en el interior del conducto calibrado en LRI y midiendo con la ayuda de una regla a partir del punto de referencia coronal de la radiografía (donde se posicionan los topes) y la punta del instrumento. La designación “aparente” se justifica por el hecho de que esta no es una imagen real, ya que se obtiene mediante una radiografía presentando distorsiones peliculares⁴².

Longitud real de trabajo (LRT)

Esta longitud se obtiene midiendo la distancia que existe entre la referencia visual del borde incisal o punta de cúspide hasta el límite CDC. Esta referencia es final, por lo tanto la más importante, ya que determinará el área de actuación del profesional, es decir, el límite de trabajo⁴².

2.2.5 Métodos para la determinación de la longitud de trabajo.

Debido a los cambios constantes de la morfología apical, los tratamientos endodónticos no pueden realizarse mediante bases preestablecidas; que los medios de exploración a nuestro alcance no nos permiten conocer con el detalle necesario para una correcta terapéutica⁴⁵, por lo tanto, se han propuesto diversos métodos para determinar la longitud de trabajo, dentro de los cuales se pueden mencionar:

2.2.5.1 Método de sensación táctil

Este método se realiza utilizando la longitud promedio de las piezas dentarias como referencia, se elige una lima de conicidad adecuada al canal (según lo visto en la radiografía inicial), el tope de goma se coloca de manera que la punta de la lima quede a 1mm del ápice radiográfico. Se introduce la lima en el canal lentamente, hasta que el tope llegue a la referencia coronal, de ahí se avanza lentamente buscando sentir la constricción apical. Se debe notar cierta resistencia al remover la lima de la porción apical. Claramente, para realizar esta técnica correctamente se necesita mucha experiencia en endodoncia^{1,46-48}

Sin embargo, aun en los casos realizados por operadores con mucha experiencia, se ha descrito que sólo se acierta en un 60% de las ocasiones y sólo en un 75% cuando se realiza una instrumentación previa de los dos tercios coronarios^{46,47} Debido a que esta técnica presenta limitaciones como en curvaturas apicales muy pronunciadas, cuando los sistemas de conductos radiculares están calcificados en apical y en el caso de reabsorción apical. Además, se debe tener en consideración que la constricción apical es un parámetro variable en cuanto a su anatomía, por todo esto, se cataloga esta técnica como poco confiable⁴⁷⁻⁴⁹.

2.2.5.2 Utilización de puntas de papel

Con este método lo que se busca es la verificación de sangrado en las puntas de papel antes de la obturación, al introducir las suavemente en el conducto radicular. La humedad o la sangre en la porción de la punta de papel que pasa más allá del vértice dan una estimación de la longitud de trabajo o de la unión entre el vértice de la raíz y el hueso. Este método de medición también es complementario^{50,51}.

Esta técnica es muy útil en casos de piezas sin cierre apical o con anatomía apical anormal. Pero es imposible de realizar en pieza sin permeabilidad apical o donde no se puede secar el canal (por ejemplo por exudado inflamatorio). Es muy importante señalar que de esta técnica aún no hay evidencia científica consistente que la apruebe, por lo que su uso aun no es recomendable⁴⁵.

Actualmente, las dos técnicas más utilizadas y conocidas por la mayoría de los odontólogos en la actualidad son las técnicas radiográficas, en especial la técnica de Ingle y el uso de Localizadores Apicales Electrónicos, en este último, especialmente los de tercera y cuarta generación⁴⁷.

2.2.5.3 Método radiográfico

Las radiografías son útiles para determinar la longitud de trabajo, este método se realiza partir de una radiografía previa de la pieza dentaria, en la cual se determina la longitud aparente del diente (LAD). Esta radiografía idealmente debe ser tomada utilizando la técnica del paralelismo, pero también se puede realizar mediante la técnica de la bisectriz. Es necesario que esté presente la menor distorsión posible. A la LAD se le disminuye 2mm, como margen de seguridad, esta longitud se transfiere al instrumento y se determina la longitud real del instrumento (LRI), siempre utilizando una referencia clara en la unidad dentaria. Se toma una segunda radiografía con el instrumento en el canal, en esta nueva radiografía se analiza la distancia entre el ápice radiográfico y la punta del instrumento, esta medida se le denomina X.

Con esta nueva medición se obtiene la longitud real de trabajo (LRT), (distancia entre el punto de referencia y el ápice radiográfico), por lo que $LRI + X = LRT$. A esta LRT le restamos 0,5 mm o 1mm para poder determinar nuestra longitud de trabajo. Es importante señalar de que si el X es mayor o igual a 3mm, es necesario repetir la radiografía, ya que esta presentaría mucha distorsión⁵²

Las radiografías al ser una representación bidimensional de una estructura tridimensional pueden generar interpretaciones erróneas, son sensibles a la interpretación, muchas veces presentan sobre posiciones de estructuras vecinas, se somete al paciente a irradiaciones ionizantes, por esto se justifica cada vez más el uso

de la técnica radiográfica combinada con otras técnicas que ayuden a la determinación de la longitud de trabajo. Pero, no se deben descartar completamente, ya que aportan información esencial, como la anatomía y disposición de los sistemas de conductos radiculares, presencia de curvaturas, reabsorciones y la relación entre el instrumento endodóntico con la anatomía de los conductos^{47,48}

2.2.5.4 Método basado en Localizadores Electrónicos de Ápices

El óptimo tratamiento endodóntico depende de su asepsia, desinfección, instrumentación, y su obturación tridimensional de los conductos radiculares del tercio apical del mismo. Esta porción del conducto es casi imposible de discernir con nitidez en la radiografías periapicales. Por lo tanto, en el año 1918 surge la idea de utilizar localizadores eléctricos cuando Custer empleó la corriente eléctrica para medir la longitud de los conductos⁵³.

2.2.6 Localizadores de Ápices Electrónicos

Custer en 1918 dio la primera referencia del uso de estos aparatos electrónicos en la medición del conducto radiculares. Suzuki en 1942 determinó que los valores de resistencia eléctrica en todos los tejidos blandos de la boca eran similares, a pesar de situar dos electrodos a distancia, la resistencia eléctrica entre la mucosa bucal y el ligamento periodontal marcaba una constante de 6.5 K Ω . Posteriormente y basándose en los estudios de Suzuki, Sunada en 1958 aportó con el método electrónico que ayudaría a determinar la longitud real del diente, mediante la diferencia de potencial electrónico entre el complejo dentino-cementario y el ligamento periodontal¹¹.

Los localizadores comparan la resistencia eléctrica entre 2 electrodos, usando los tejidos orales, para cerrar el circuito. De tal manera que la resistencia eléctrica de los tejidos peri apicales es constante, mientras la dentina actúa como aislante eléctrico, La acción del dispositivo se da cuando la punta de la lima llega al peri ápice cerrando el circuito eléctrico, y el cuerpo se convierte en conductor, provocando la disminución total de la resistencia eléctrica, y empieza el flujo de la corriente. Por lo

tanto, el dispositivo se encargaría de identificar el punto exacto en el cual la lima sale por el foramen³.

Todos los localizadores apicales emplean el cuerpo humano para cerrar un circuito. Un lado del circuito del localizador apical se conecta a un instrumento endodóntico introducido dentro del conducto y el otro se conecta al cuerpo del paciente, que puede estar localizado en el labio del paciente o en la mano del mismo. El circuito se cierra cuando el instrumento endodóntico avanza en sentido apical y entra en contacto con el ligamento periodontal⁵³.

2.2.6.1 Clasificación de los localizadores apicales

2.2.6.1.1 Primera Generación de localizadores electrónicos

El primer localizador apical fue desarrollado en 1969, el cual funciona por medio de un método de resistencia y corriente directa. Este localizador tuvo que ser modificado ya que generó dolor en los pacientes. Por esta razón, se decidió mejorar al localizador apical y se creó el “Endodontic Meter S II”. Otros localizadores apicales de primera generación fueron el “Dentometer” y “Endo Radar”, los cuales no fueron muy aceptados ya que daban lecturas incorrectas comparadas con la longitud de trabajo radiográfica⁵⁴.

Esto ocurría porque el localizador apical confundía el tejido vital, sangre, pus, electrolitos, anestésicos o restauraciones metálicas con el ligamento periodontal. Otra gran desventaja, es que se tenía que calibrar el localizador apical en cada paciente⁵⁴.

2.2.6.1.2 Localizadores apicales de segunda generación (tipo impedancia).

Una nueva generación de localizadores fue desarrollada a finales de 1980 para mejorar las deficiencias encontradas en los localizadores de resistencia eléctrica (primera generación). Esta generación utilizó el principio de impedancia⁵⁴, el cual corresponde a la oposición de un conductor al flujo de una corriente alterna, y la medida de la misma está compuesta por dos vectores: resistencia y reactancia⁵⁵. En este sentido, este grupo de localizadores, actúan mediante un mecanismo eléctrico

donde la impedancia más alta se encuentra en la constricción apical, basada en la teoría del conducto radicular⁵⁴.

El canal radicular, al ser un tubo largo y hueco, desarrolla una impedancia eléctrica que sufre un descenso brusco y que, en consecuencia, puede medirse eléctricamente. Sin embargo, se cuestionó que este principio pudiese aplicarse a un sistema de conductos con complicaciones anatómicas⁵⁴. Dentro de esta generación de localizadores apicales electrónicos se encuentran el localizador electrónico: Endocarter (Hygienic Corp, Akron, O)³

2.2.6.1.3 Localizadores apicales de tercera generación.

Saito y Yamashita en el año 1990 promovieron el uso de nuevos equipos, los cuales utilizaron simultáneamente la resistencia y la impedancia, estos dispositivos utilizaron corriente eléctrica alterna de 2 frecuencias (8Khz y 400 Hz). Con la aplicación de estos equipos se pudo determinar que en la porción coronal del conducto la diferencia entre la impedancia de ambas frecuencias es mínima, en cambio en el tercio apical, a nivel de la constricción, la diferencia es máxima, además cambia súbitamente al llegar a tejido periapical, a diferencia de los anteriores, estos aparatos trabajan en presencia de soluciones dentro del conducto como exudado, secreciones, e incluso tejido pulpar¹¹. En esta generación de localizadores apicales electrónicos se encuentran los localizadores: Justy (Yoshida), Endex o Apit(Osada)³ y el Root Canal Meter YS-RZ-B⁵⁶, el cual será comparado para determinar su precisión en esta investigación.

2.2.6.1.4 Localizadores apicales de cuarta generación.

Estos localizadores utilizan 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, elimina la necesidad de utilizar filtros para separar las diferentes frecuencias de la señal compleja lo que incrementa la exactitud de la

medida para separarlas. Esto previene la presencia de ruidos, inherentes a este tipo de filtros y de esta manera se incrementa la exactitud de la medición⁵³.

Los localizadores multifrecuencia determinan bien al foramen apical, pero no a la constricción apical, por lo que se recomienda sobrepasar ligeramente con la lima para que el aparato alerte la proximidad con el tejido periapical, y, posterior a ello regresar nuevamente hasta que el dispositivo señale la constricción apical, lo que aumentará su certeza³.

Un ejemplo de esta generación de localizadores apicales es Propex (Dentstply Maillefer). Este aparato permite la medición del canal radicular en cualquier condición (presencia de hipoclorito de sodio en el canal, canal seco, canal húmedo, etc.), como resultado de su tecnología de multifrecuencia⁴.

El funcionamiento de Propex se basa en el mismo principio de los otros dispositivos modernos que utilizan múltiples frecuencias para determinar la longitud del canal radicular; una característica importante de Propex es que el cálculo se basa en la energía de la señal, mientras que los otros localizadores de ápice utilizan la amplitud de la señal³⁰.

Este localizador será comparado con el localizador apical Root Canal Meter YS-RZ-B (Yunsheng), para alcanzar los objetivos de este estudio.

2.2.6.1.5 Localizadores de ápice de quinta generación.

Esta generación se basa en una tecnología multifrecuencia muy similar a los de 4ta generación, capaz de trabajar en cualquier condición en la que el conducto se presente, su fiabilidad es de un 95% con cualquier solución irrigante⁹

Se describe que los localizadores de 5ta generación son; precisos incluso con presencia de fluidos en el conducto; fáciles y rápidos de usar; reducen la exposición a radiación; detección de perforaciones; son capaces de medir con exactitud la constricción apical; no causan alteraciones en el funcionamiento de marcapasos.

Varios autores consideran que la mayor diferencia entre la 4ta y 5ta generación se encuentra en su presentación y combinación con nuevas tecnologías como una pantalla a colores, touch o adaptaciones con piezas de mano, sin

encontrarse mayores variaciones en su mecanismo ni en su exactitud en la determinación de la longitud de trabajo⁵⁰.

2.2.6.2 Técnicas del uso de los localizadores.

Según las investigaciones y de acuerdo a los fabricantes se sugieren los pasos descritos en la tabla 1⁵³.

Tabla 1. Pasos para la utilización de los localizadores electrónicos de ápice	
Paso	Procedimiento
1	Obtener la radiografía preoperatoria de buena calidad, para poder medir al diente y tener una idea de su longitud
2	Realizar la apertura cameral y ubicar la entrada de los conductos
3	Pre ensanchamiento del tercio cervical y medio del conducto con limas manuales o instrumentos rotatorios (fresas Gates glidden).
4	Irrigación del conducto y cámara pulpar con hipoclorito de sodio
5	Secado de cámara pulpar y entrada del conducto radicular.
6	Colgar el clip o gancho metálico en el labio.
7	Introducir la lima en el conducto radicular de preferencia una lima delgada número 15 o 20 o de acuerdo al espesor del conducto.
8	Colocar el electrodo al vástago metálico de la lima.
9	<p style="text-align: center;">Búsqueda del Ápice</p> <p>En la zona media introducir lentamente la lima por el conducto. En la zona pre-apical, Propex indica la progresión de la lima mediante dos flechas verticales. Una flecha hacia abajo aparece cuando la lima desciende hacia el ápice, y una flecha hacia arriba cuando se saca el instrumento.</p>
10	En la zona Pre-apical (aprox. 2 a 3 mm antes del ápice) Cuando la lima llega a 2-3 mm del ápice, Propex emite un sonido audible (2 tonos). En la pantalla, aparecen dos flechas horizontales intermitentes.
11	Ya en zona Apical se divide en 10 segmentos graduados arbitrariamente de 0.9 a 0.0 (ápice). A la vez que la información visual, propex muestra información audible de la progresión de la lima por la emisión progresiva de varias series de “beeps”. Cuando se alcanza el ápice, Propex emite un único

	sonido. Ajustar el tope de goma a la longitud dictada y retirar el electrodo de la lima
12	Quitar el clip del labio del paciente.
13	Retirar con mucho cuidado la lima del conducto radicular y medir la longitud en la regla milimétrica y establecer la longitud de trabajo.
14	Llevar la lima de nuevo al conducto a longitud determinada por el aparato y realizar una verificación radiográfica.

Si pasamos el ápice: una luz roja (a la vez que una señal acústica de alarma) indica que se ha traspasado el ápice.

Una luz verde (a la vez que una señal auditiva de 2 “beep”) indica que el Propex está listo para usar. Una luz roja (sin sonido) indica error de conexión. Comprobar las conexiones, limpiar la pinza- electrodo y el clip de labio, humedecer el conducto si fuera necesario y empezar otra vez.

Ningún otro ajuste es necesario antes de empezar a medir. Propex funciona con todos los tipos de instrumentos y bajo cualquier situación del conducto. Un «Bip» se escucha al encender el aparato⁵⁷.

2.2.6.3 Precauciones que se deben de tener al utilizar un localizador de ápice

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 microamperes hasta 28 miliamperes. 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 necrótica⁵³.

2.2.6.4 Contraindicaciones del uso del localizador apical electrónico.

Siendo instrumentos sensibles, las medidas de los localizadores apicales electrónicos pueden verse afectadas por ciertas condiciones, por consiguiente, quienes presentan conductos radiculares no permeables, ápices inmaduros, fracturas radiculares y pacientes con presencia de marcapasos, podrían ocasionar variaciones o interferencias, dificultando la determinación de la lectura con la precisión requerida. Es recomendable que el uso de estos equipos electrónicos se apliquen en conductos libres de cualquier tipo de solución o agente irrigante y al ser empleados en retratamientos pulpares es necesario que los conductos radiculares estén totalmente libres de gutapercha para evitar formar obstrucciones en el ápice⁵⁸.

2.2.7 Ventajas y desventajas de los localizadores apicales.

Las ventajas y desventajas de los localizadores apicales se describen en la tabla 2.⁵³

Tabla 2. Ventajas y desventajas de los localizadores apicales	
Ventajas	Desventajas
La medición es más exacta y confiable que con el método radiográfico.	Se requiere de un aparato especial
Procedimiento rápido, fácil y disminuye la cantidad de radiación del paciente.	Requiere de mayor atención y cuidado el uso en pacientes con marcapasos
Permite detectar perforaciones en el conducto.	No es recomendable que la cavidad pulpar este inundada con soluciones irrigantes.
Método con el cual se determina la ubicación del foramen fisiológico y no sólo el ápice radiográfico	Su uso es limitado en conductos parcialmente calcificados, con coronas o núcleos metálicos.
Efectúan mediciones con conductos húmedos no siendo necesario eliminar el contenido total del conducto	En dientes vitales sus resultados pueden ser inconstantes.
Fácil uso y adquisición.	Uso limitado para dientes con ápices inmaduros

www.bdigital.ula.ve

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo y diseño de investigación

La presente investigación corresponde a una investigación de tipo comparativa según Hurtado⁵⁹. Se realizó una comparación sobre la efectividad y precisión en el establecimiento de la longitud de conducto del localizador apical electrónico Root Canal Meter YS-RZ-B (Yunsheng) con respecto al localizador apical electrónico Propex (Maillefer)

Por otra parte corresponde a un diseño comparativo transeccional univariable de campo el cual según Hurtado son todas aquellas investigaciones cuyo propósito es comparar un evento, en un momento único del presente, en varios grupos o contextos, recogiendo los datos a partir de fuentes vivas y observando el evento en los ambientes naturales, sin introducir ningún tipo de modificaciones⁵⁹. En el caso de esta investigación los localizadores de ápices fueron comparados sin que se realizara ninguna manipulación que altere los resultados, tomando los datos directamente de las piezas dentarias en un momento único, para determinar la efectividad del localizador apical Root Canal Meter YS-RZ-B.

3.2 Población y muestra.

La población estuvo constituida por aquellos pacientes que acudieron a la clínica de endodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad De Los Andes, con unidades dentarias monorradiculares con indicación de terapia endodóntica, desde el mes de mayo hasta julio del año 2019.

Criterios de exclusión

- Pacientes cuya pieza dentaria presente endodoncias previas.

- Pacientes cuya pieza dentaria presente raíces incompletas, reabsorciones, fracturas, perforaciones o dilaceraciones marcadas.
- Pacientes cuya pieza dentaria presente ápices inmaduros.
- Pacientes cuya pieza dentaria presente calcificación de conductos.

Se realizó un muestreo no probabilístico, donde fueron seleccionados 30 individuos de forma casual dada la conveniente accesibilidad y proximidad de estos para la investigación, los cuales manifestaron la aceptación de su participación en el estudio mediante el consentimiento informado. (Ver Apéndice 2)

3.3 Técnicas e instrumento de recolección de datos.

En función de los objetivos preestablecidos, la técnica de recolección de datos que fue empleada para este estudio corresponde a la observación indirecta, a través de imágenes suministradas por las radiografías de la totalidad de las muestras, analizadas en un computador a través del software Image J el cual es programado en Java y desarrollado en el National Institutes of Health, el mismo permite medir distancias y ángulos, crear histogramas de densidad y los gráficos de perfil de línea. Como instrumento de recolección de datos se utilizó una ficha de registro, la cual fue diseñada por los investigadores (Ver apéndice 1), y fue sometida a la evaluación de expertos (Ver apéndice 3) para garantizar que a través de su uso se recolectaran los datos necesarios para alcanzar los objetivos de la investigación.

En este sentido, la ficha de registro corresponde a una tabla que contiene los dos tipos de localizadores apicales electrónicos Root Canal Meter YS-RZ-B (Yunsheng), y Propex (Dentstply Maillefer), donde el observador pudo registrar la distancia de la lima utilizada en el conducto radicular con respecto al ápice del diente a tratar. La distancia obtenida podrá clasificarse como: corto (cuando el localizador determine la longitud del conducto a una distancia mayor a 1mm del foramen apical), exacto (cuando el localizador determine la longitud del conducto a una distancia entre 0,5 a un 1mm del foramen apical) (Ver apéndice 1).

3.4 Materiales y procedimiento

Luego que fue autorizado por el paciente a través del consentimiento informado, se procedió a tomar una radiografía de diagnóstico de la unidad dentaria (UD) a tratar. Posteriormente se realizó la asepsia y antisepsia del paciente seguida de la aplicación de la técnica anestésica local con lidocaína al 2% en el área a ser atendida.

Se realizó el acceso a la cámara pulpar usando fresas redondas #2 a alta velocidad, una vez removida la cámara pulpar y haber localizado los conductos radiculares se procedió a colocar el aislamiento absoluto. Seguidamente se tomó la longitud de trabajo con cada localizador apical, iniciando dicho procedimiento con el dispositivo modelo Propex, se colocó un gancho metálico que va en contacto con la mucosa oral del paciente, se introdujo una lima compatible con el diámetro del conducto, la cual debe tener cierta fricción que le proporciona estabilidad y cuyo calibre oscilo entre #15 a #25(k-file), se situó el electrodo del localizador al vástago de la lima. Dicha lima bajó a lo largo del conducto hasta el momento que el equipo indico que ya estaba en el foramen apical mediante su representación en el grafico del monitor y a través de un sonido característico se ajustó el tope de goma de la lima a un punto de referencia, se tomó una radiografía con técnica bisectriz en cada una de las unidades dentarias analizadas y con cada localizador, para determinar la posición del instrumento, dichas radiografías se sometieron a un proceso de revelado bajo el método manual, para ser analizadas a través del programa Image J, el cual permitió la obtención de la distancia existente entre la punta de la lima y el ápice radiográfico.

Por último, se llenó la ficha de registro de cada una de las piezas dentarias con los diferentes localizadores de ápices y se clasificaron en corto (cuando el localizador determino la longitud del conducto a una distancia mayor a 1mm del foramen apical), exacto (cuando el localizador determino la longitud del conducto a una distancia entre 0,5 a 1mm del foramen apical) y largo (cuando el localizador determino la longitud del conducto por fuera del foramen apical). Asimismo se compararon los dos

localizadores de ápices para determinar la precisión del localizador apical Root Canal Meter YS-RZ-B. (Apéndice 1).

Se utilizaron los siguientes equipos:

- Unidad dental.
- Turbina NSK.
- Localizador apical Root Canal Meter YS-RZ-B (Yunsheng).
- Localizador Propex (Maillefer).
- Equipo de rayos X GNATUS.

Se emplearon los siguientes instrumentos:

- Pinzas de algodón.
- Jeringa anestésica.
- Eyector de conductos.
- Espejos dentales.
- Explorador de conductos radiculares.
- Limas K- file

3.5 Principios bioéticos.

A todos los pacientes que participaron en esta investigación se les explicó el procedimiento, así como la finalidad del mismo con el fin de aclarar las inquietudes que puedan presentar durante el desarrollo del estudio. Asimismo se les garantizó las máximas condiciones de seguridad e higiene tratando de evitar todo tipo de riesgo, así como cualquier efecto colateral e indeseado que hubiesen presentado durante la ejecución del procedimiento. Adicionalmente, si los participantes deseaban tener acceso a la información recolectada, la cual será manejada con fines estrictamente académicos, se les brindaría la oportunidad de acceder a la misma. De tal forma que sea protegida la vida, la salud, la intimidad y la dignidad de los participantes tal como lo establece la declaración de Helsinki⁶⁰.

Se solicitó la aprobación de los pacientes para participar en el estudio, mediante el formato de consentimiento informado (apéndice 2), donde se les explicó el procedimiento a realizar y la seguridad del mismo.

3.6 Plan de análisis.

Para estudiar las medidas obtenidas por los localizadores de ápices Root Canal Meter YS-RZ-B y Propex. Se realizó un análisis estadístico, descriptivo donde se compararon los datos suministrados por el instrumento de recolección de datos, por medio de la prueba U de Mann Whitney en el caso de la exactitud, se estableció un nivel de confianza del 95%, para determinar si entre estos localizadores de ápice las diferencias son estadísticamente significativas ($p < 0,05$) o si solo son diferencias aleatorias entre las distancias obtenidas por los diferentes localizadores de ápices. El análisis de los datos se procesó con el software estadístico IBM SPSS versión 25 y Microsoft Excel 2016

Se evaluó la diferencia de exactitud de cada uno de los localizadores de ápices mediante gráfico y se compararon para determinar si el localizador apical Root Canal Meter YS-RZ-B, con el que se cuenta en la Facultad de Odontología de la Universidad de Los Andes, es preciso en la medida de la longitud de trabajo.

www.bdigital.ula.ve

CAPÍTULO IV
ANÁLISIS DE RESULTADOS

RESULTADOS

Unidad dentaria monorradicular	Root Canal Meter YS-RZ-B			Propex (Maillefer)		
	Corto	Exacto	Largo	Corto	Exacto	Largo
1		X			X	
2	X				X	
3		X			X	
4	X				X	
5		X				X
6	X					X
7		X			X	
8		X			X	
9		X			X	
10		X			X	
11	X			X		
12		X			X	
13	X				X	
14		X			X	
15	X					X
16		X			X	
17		X			X	
18		X			X	
19		X				
20		X			X	
21		X				X
22			X			X
23		X				X
24		X			X	
25		X			X	
26		X			X	

27		X			X	
28	X					X
29	X					X
30		X			X	

En el Gráfico 1 se observa la distribución de la exactitud de las mediciones, obteniéndose en la categoría corto 6,7% para Propex y 30,0% para Root Canal Meter YS-RZ-B, en lo concerniente a la categoría exacto los porcentajes son cercanos 66,7% para Propex y 63,3% para Root Canal Meter YS-RZ-B, finalmente para largo hubo un mayor porcentaje para Propex (26,7%) en comparación a Root Canal Meter YS-RZ-B (6,7%).

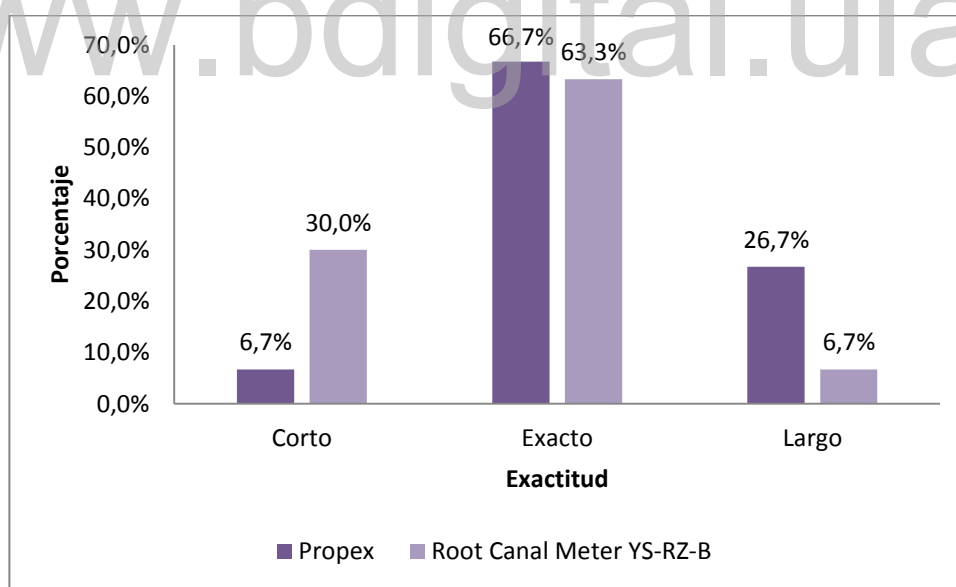


Gráfico 1. Exactitud según instrumento de medición de la muestra de estudio.

En la Tabla 1 se evidencia que existen diferencias estadísticamente significativas ($p=0,005$) a un nivel de significación de 0,05 lo cual indica que la exactitud del instrumento Propex es diferente a la de Root Canal Meter YS-RZ-B, siendo esta última menor a la primera, esto significa que se rechaza la hipótesis nula de que no existen diferencia entre la exactitud de los instrumentos.

Tabla 3 Prueba U de Mann-Whitney de la exactitud según el instrumento

			Rango	Suma	de p-valor
	Grupo	N	promedio	rangos	
Exactitud	Propex	30	35,87	1076,00	,005(*)
	YS-RZ- B	30	25,13	754,00	

Fuente: Cálculos propios.

www.bdigital.ula.ve

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

La determinación de la longitud de trabajo durante la preparación del sistema de conductos radiculares, representa una de las acciones más importantes durante la realización de un tratamiento endodóntico, puesto que, este procedimiento determina el límite de la preparación biomecánica para el posterior sellado u obturación del conducto radicular. La inexactitud de la longitud de trabajo predispone el éxito del tratamiento, ya que una medición corta impide la desinfección y preparación total de dicho conducto, comprometiendo el sellado hermético y tridimensional del mismo y del mismo modo, la instrumentación con medidas que sobrepasan la constricción apical, lesionan las fibras del ligamento periodontal y tejidos adyacentes, generando de esta forma respuestas dolorosas por parte del paciente.

En este sentido, diversos estudios sugieren que los localizadores apicales electrónicos son confiables al momento de obtener la longitud de trabajo durante la ejecución de la conductometría en los tratamientos endodónticos, confiriendo el éxito y longevidad del tratamiento.

Actualmente existe poca evidencia en la literatura que permita conocer la efectividad del localizador apical Root Canal Meter YS-RZ-B, equipo del cual dispone la cátedra de endodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad de Los Andes, es por ello que en esta investigación se comparó dicho localizador con la efectividad del localizador apical Propex, esto con el objetivo de promover la confiabilidad de este dispositivo al momento de la obtención de una longitud de trabajo durante la preparación del sistema de conductos radiculares a los pacientes que asisten a la clínica de endodoncia de la Facultad de Odontología.

Tras el análisis de los resultados obtenidos el localizador apical Root Canal Meter YS-RZ-B arrojó valores que permitieron una conductometría exacta en el 63% de las muestras estudiadas, así como también algunas mediciones resultaron cortas en un 30% y largas en 6,7% de los casos respectivamente. En este sentido, existe poca evidencia sobre la precisión de este localizador apical electrónico que permita comparar los resultados obtenidos en esta investigación. Sin embargo, los resultados coinciden con los descritos en un estudio *in vitro* realizado por Almela *et al*⁵⁶ donde su objetivo fue evaluar la efectividad de los localizadores apicales Root ZX, Novapex, Gnatus y el localizador YS-RZ-B, el estudio se realizó en 15 dientes monoradiculares en presencia de conductos secos y sin hacer uso de ningún tipo de agente irrigante. Los autores concluyeron que el localizador apical más preciso fue el Root ZX, adicionalmente las conductometrías arrojadas por los dispositivos YS-RZ-B y Gnatus, se encontraban en su mayoría a 1.0mm de la constricción apical. Por lo que podría considerarse que sus valores permitieron conductometría precisas, sólo el localizador apical Novapex presentó un evento discrepante en la determinación de la longitud de trabajo.

Con respecto a los resultados obtenidos acerca de la efectividad del localizador apical Propex, se obtuvieron valores que permitieron una conductometría exacta en el 66,7% de las muestras estudiadas, Estos resultados coinciden con los descritos en otras investigaciones realizadas por Almendro, *et al*⁸ y Saxena, *et al*³³ en sus estudios *in vitro* evalúan y se comprueba la eficacia del localizador apical electrónico Propex en la obtención exacta de la longitud de trabajo donde se demuestra la efectividad y confiabilidad de este dispositivo en más del 75%^{8,33}. Sin embargo, Nidarsh 3 *et al*.³¹ realizaron un estudio *in vivo* similar a la metodología empleada en esta investigación cuyo objetivo fue determinar la precisión de los tres siguientes localizadores apicales Neo Sono Copilot, Tri Auto ZX y Propex, utilizando limas de diferentes calibres. Para este estudio se incluyeron 30 pacientes con indicación de endodoncia en conductos radiculares. De acuerdo a los datos obtenidos pudieron concluir que los tres localizadores de ápices electrónicos pueden determinar

con precisión la longitud del conducto en un 75% a 88% de los casos. Por lo tanto el localizador apical Propex en la mayoría de los casos resulta efectivo determinando la longitud de trabajo.

Por el contrario existen estudios que difieren con lo antes mencionado ya que el localizador apical electrónico Propex, en algunos casos puede proporcionar valores poco precisos con respecto a la exactitud de la longitud de trabajo, presentando dimensiones sobrepasadas al momento de obtener las mismas. Un estudio *in vitro* realizado por Plotino *et al*²⁶ obtuvo que solo el 35.9% arrojó medidas dentro de 0.5 mm de distancia a la constricción apical, concluyendo que la mayoría de lecturas largas tras compararlas con otros dispositivos fueron proporcionadas por el localizador apical Propex presentándose en un 64.1% de los casos. En nuestra investigación un 26,7% de la muestra arrojaron medidas largas.

Es importante destacar, que al momento de comparar los resultados obtenidos para cada uno de los localizadores evaluados en esta investigación, existieron diferencias estadísticamente significativas entre ambos localizadores ya que si bien los dispositivos arrojaron valores exactos en más del 60% de los casos, fueron diferentes en cuanto a la tendencia de conductometrías poco precisas, puesto que el dispositivo Root Canal Meter YS-RZ-B obtuvo en un porcentaje considerable mediciones catalogadas como cortas 30%, mientras que el localizador apical electrónico Propex proporcionó mediciones sobrepasadas en un 26,7%.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Una vez realizado este estudio, es importante destacar que el localizador apical electrónico Root Canal Meter YS-RZ-B es una alternativa viable para la determinación de mediciones exactas durante la conductometría de dientes monorradiculares, por ende es recomendable su utilización en pacientes que asistan a la consulta odontológica en la cátedra de endodoncia en la Facultad de Odontología de la Universidad de los Andes, ya que este dispositivo permite al operador la obtención de longitudes de trabajo de forma práctica y exacta en la terapia endodóntica. Sin embargo, se sugiere realizar otros estudios *in vitro/ in vivo* donde se evalúe la efectividad de este equipo en dientes multirradiculares y así como también comparándolo con otros dispositivos, teniendo en cuenta diagnósticos tanto pulpares como periodontales y retratamientos endodónticos, siendo estas algunas condiciones que pudiesen generar discrepancias en los resultados obtenidos de la investigación.

Si bien los localizadores apicales electrónicos han sido considerados en alto porcentaje un método exacto y confiable para la determinación de la longitud de trabajo, en algunos casos podrían obtenerse mediciones poco precisas, por lo tanto, se sugiere comprobar las dimensiones conseguidas con estos equipos electrónicos a través del método radiográfico, para tener mayor seguridad al momento de la ejecución de la conductometría durante el procedimiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Mandlik J, Shah N, Pawar K, Gupta P, Singh S, Shaik S. An in vivo Evaluation of Different Methods of Working Length Determination. *J Contemp Dent Pr.* 2013;14(4):644–648.
2. Soares I, Goldberg F. Endodoncia técnica y fundamentos. Panamericana E medica, editor. Buenos Aires Argentina; 2002.
3. Canalda C, Brau E. Endodoncia técnicas clínicas y bases científicas. 2da ed. Masson, editor. 2006.
4. Rodríguez C, Oporto G. Determinación de la Longitud de Trabajo en Endodoncia . *Implicancias Clínicas de la Anatomía.* 2014;8(2):177–83.
5. Crispin S, Anne L. Eficacia del localizador apical DPEX I en pacientes que se atienden en la Clínica Estomatológica de la Universidad Privada Antenor Orrego, 2015. Universidad Privada Antenor Orrego; 2015.
6. Terán D. superior derecho. Universidad de Guayaquil; 2011.
7. Moreno C, Roman A. Tratamiento endodóntico versus el implante dental. revisión actualizada de la literatura. Universidad de Los Andes; 2014.
8. Almendro C, Ribera M, Longobardi V. Comparación in vitro de 4 localizadores de ápices. *Cienc y práctica.* 2013;14(3):1–10.
9. Ortega M. Estudio in vitro de la exactitud del conducto radicular en piezas dentarias unirradiculares utilizando dos tipos de localizadores apicales. Universidad de Guayaquil; 2014.
10. Stober E. Evaluación de la exactitud de cuatro localizadores de apice. *Universitat Internacional de Catalunya;* 2012.
11. Meza A. Guía para el uso del Localizador de foramen Apex Locator : A Reliable and Easy Guide. *J Dent Sc.* 2015;17:31–40.
12. García M, Luna C, Parra R. Exactitud de diferentes métodos para determinar la longitud de trabajo: estudio in vitro. 2010;11(34):613–7.
13. Satishkumar I, Sreedharan S. A comparative evaluation of electronic and radiographic determination of root canal length in primary teeth : An in vitro study. *Contemp Clin Dent.* 2012;3(4):416–20.
14. Polanco S. Errores comunes en endodoncia. *Rev Mex Odontol clínica.* 2008;2(2):10–14.

15. Cohen S, Burns R. Vías de la pulpa. 8th ed. Mosby E, editor. San Francisco, California; 2014.
16. Luna A. Eficacia de la conductometría aplicando tres tipos de localizadores apicales de tercera generación. *Rev Científica las Ciencias*. 2017;3(1):21–34.
17. Guerrero C, Serrano V, Salazar Y, Verdugo L, Zavala S. Efectividad de dos localizadores apicales en la determinación de la longitud de trabajo. *Rev Odontológica Latinoam*. 2012;4(3422):21–4.
18. Karkare S, Jadhav H, Siddiqui F, Jaiswal K. Apex Locators in Primary Teeth-Review. *International Dental. J Student's Res*. 2015;3(4):159–62.
19. Novoa A. Departamento de Odontología Conservadora Evaluación In Vitro de la precisión de cuatro diferentes localizadores de ápices : ProPex , ProPex II ,. Universidad Complutense De Madrid Facultad De Odontología; 2011.
20. Bertoli F, Bruzamolín C, Baratto F. Performance in vitro of apex locators in determining root length in primary molars. *Rev Gaúch Odontol*. 2016;64(3):244–9.
21. Campillo C, Flores H, Dávila C, Silva D, Méndez V, Pozos A. Effectiveness of three electronic apex locators to determine root canal working length TT - Efectividad de tres localizadores apicales electrónicos para determinar la longitud radicular de trabajo. *J oral res [Internet]*. 2015;4(4):249–54. Available from: <http://www.joralres.com/index.php/JOR/article/view/joralres.2015.049/161>
22. Machado R, Tomazinho L. Use of electronic apex locator in the impossibility of radiographic visualization of the root apex : report of two cases. *RSBO*. 2013;10(4):402–6.
23. Elayouti A, Weiger R, Lost C. The Ability of Root ZX Apex Locator to Reduce the Frequency of Overestimated Radiographic Working length. *J Endod [Internet]*. 2002;28(2):116–9. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0099239905605961>
24. Rega V. Revisión Bibliográfica de Localizadores Apicales Electrónicos. Universidad San Francisco De Quito; 2016.
25. Gonzalez B. Comparación del localizador apical Propex y mini-root zx para la detección de perforaciones radiculares, estudio ex vivo. Universidad Autónoma "Benito Juárez" de Oaxaca; 2013.
26. Plotino G. Ex vivo accuracy of three electronic apex locators: Root ZX, Elements Diagnostic Unit and Apex Locator and Propex. 2006;408–14.
27. Young J, Bum-Hee Y, Shin-Jae L, Seung Jong L. Comparison of the

- Reliability of “0.5” and “APEX” Mark Measurements in Two Frequency-based Electronic Apex Locators. *JOE*. 2011;37(1):49–52.
28. Villacorta C. Localización Apical Electrónica. Universidad Peruana Cayetano Heredia; 2011.
 29. Patiño N, Zavala N, Martínez G et al. Clinical evaluation of the accuracy of conventional radiography and apex locators in primary teeth. 2011;1(33):19–22.
 30. Özsezer E. In Vivo Evaluation of ProPex Electronic Apex Locator. 2007;33(8):8–11.
 31. Hegde MN, Shetty A. Clinical evaluation of influence of instrument size on accuracy of three different apex locators - An in vivo study. 2012;(April).
 32. Kaval ME, Tekin U. Clinical accuracy of two electronic apex locators in teeth with large periapical lesions. 2014;920–5.
 33. Saxena D, Saha S, Bharadwaj A, Vijaywargiya N , Dubey S KS. Saxena D, Saha A comparative evaluation of accuracy of three electronic apex locators using histological section as gold standard: An ex vivo study. *J Conserv Dent*. 2017;4(20):251–254.
 34. Andino M. Evaluación microscópica del grado de exactitud en la determinación de la longitud de trabajo, a nivel del Limite Cemento Dentina Conducto entre en Root ZX II y el método Radiográfico convencional [Internet]. Universidad San Francisco de Quito; 2007. Available from: <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/512/1/84472.pdf>
 35. Velásquez V, Álvarez M. Reacción de la pulpa dentaria ante la presencia de caries y los tratamientos dentales. *Odontol. Sanmarquina*. Artículo de revisión. 2010;13(1):28–31. Available from: http://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/odontologia/2010_n1/pdf/a07v13n1.pdf
 36. Ponce E. Distancia entre los orificios de entrada a los conductos radiculares en los primeros molares maxilares y mandibulares. *RECOE*. 2005;10(5–6):519–24.
 37. Jarad F, Albadri S, Gamble C, Burnside G, Fox K, Ashley J, et al. Working length determination in general dental practice: a randomised controlled trial. *Br Dent J*. 2011;211(12):595–8.
 38. Somma F, Castagnola R, Lajolo C, Paternò L, Marigo L. In vivo accuracy of three electronic root canal length measurement devices: Dentaport ZX, Raypex 5 and ProPex II. *Int Endod J*. 2012;45(6):552–6.
 39. Abarca J. Evaluación de la microfiltración apical de tres materiales usados para

la inducción del cierre apical. Hidróxido de calcio, yodoformo e hidróxido de calcio con yodoformo. In vitro. [Internet]. Universidad de Talca; 2004. Available from: http://dspace.ugal.cl/bitstream/1950/1029/3/abarca_rebeco_j.pdf

40. Polanco R. Patenticidad Apical. Patenticidad Lateral. Conductos Laterales. Deltas apicales. Conceptos Actuales". Revisión científica. 2004; Available from: http://www.carlosboveda.com/Odontologosfolder/odontoinvitadoold/odontoinvitado_39.htm
41. Flores C, Reyes J. Conductos laterales y accesorios. Una realidad en la cavidad endodóntica. Medicina oral. Artículo de revisión. 2000;2(4):27–134. Available from: <http://www.fodonto.uncu.edu.ar/upload/articulo-8.pdf>
42. Ensinas P, Cornejo N, Ramos M, Peña F, Caba R, Gonzals L. Estudio de la morfología apical de las raíces mesiales de primeros molares inferiores en una población del norte de la república argentina. un estudio con microscopia electrónica de barrido. Artículo de revisión. Available from: <http://www.asociacioncolombianadeendodoncia.com/content/morfologí-apical>
43. Martínez M. Aportación metodológica a la determinación de la longitud de trabajo en endodoncia. Universidad de Valencia; 1998.
44. Cornock E. Precisión de longitud de trabajo en conductos mesiales de primeras molares inferiores mediante las técnicas radiográficas de bisectriz y paralelismo. [Internet]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2007. Available from: http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/2802/1/elias_cr.pdf
45. Fernanda J, Ledesma G, Patricia D, Campos A, Guayaquil E, Del M. Uso clínico del localizador apical electrónico en la determinación de la longitud de trabajo para la preparación del conducto radicular. Univ Guayaquil Fac Pilot Odontol Trab Grad Previo a La Obtención Del Título Odontol [Internet]. 2016; Available from: <https://www.mendeley.com/viewer/?fileId=5f1d0adc-96c8-6e69-7049-5ac2c99ab575&documentId=4b4e0d47-3e37-3698-963d-74768654ae01>
46. Hargreaves K, Cohen S, Berman L. Pathways of the pulp. 10th ed. Missouri; 2011.
47. Ali R, Okechukwu N, Brunton P, Nattress B. An overview of electronic apex locators: part 1. Br Dent J. 2013;214(4):155–158.
48. Razavian H, Vali A, Ziaei F, Mosleh H, Khazaei S. Electronic apex locator: A comprehensive literature review - Part I: Different generations, comparison with other techniques and different usages. . Dent Hypotheses. 2014;5(3):84.

49. Gordon M, Chandler N. Review. Electronic Apex Locators. *Int Endod J*. 2004;37:425–7.
50. Saquib I, Sureshchandra B. ELECTRONIC APEX LOCATORS - A MILLENIUM PERSPECTIVE. *Endodontol*. 2005;17(2):37–41.
51. Fouad A, Reid L. Effect of using electronic apex locators on selected endodontic treatment parameters. *J Endod*. 2000;26(364–7).
52. Gomez M, Campos A. *Histología y embriología bucodental*. 2nd ed. Panamericana, editor. Barcelona; 2002. 85-367 p.
53. Tenecela S. Recopilación bibliográfica de los diferentes localizadores apicales y su importancia en el tratamiento endodóntico. Universidad de Guayaquil; 2008.
54. Rocha B. Estudio comparativo entre dos tipos de localizadores apicales, Root zx y Exact-a-plex y el método radiográfico de Bregman, para la determinación de la longitud de trabajo en piezas monoradiculares [Internet]. Universidad de San Carlos. Guatemala; 2011. Available from: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/09/09_1541.pdf
55. Chumlea G. Bioelectrical impedance and body composition: present status and future directions. *Nutr Rev*. 1994;52(4):123–31.
56. Hoshino I, Tozato P, Berlanga T, Naim E, Zotarelli J PF. electronic locator foraminal was efficient and reliable comparative study. *Int J Curr Res*. 2016;8(08):35992–6.
57. Dentsply Maillefer. Manual de uso localizador apical electrónico Propex (Dentsply Maillefer) [Internet]. p. 1–25. Available from: https://www.dentsply.com/content/dam/dentsply/web/en_US/Govt_School/SterilizationProcedures/DENTSPLY-Maillefer-ProPex-nmczdr-en-1308.pdf
58. Karkare S, Jadhav H, Siddiqui F JK. Apex Locators in Primary Teeth - Review. *Int Dent J Student's*. 2015;4(3):159–62.
59. Hurtado J. *Metodología de la investigación holística*. Sypal E, editor. Caracas Venezuela; 2000.
60. Declaración de Helsinki de la AMM – Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos. [Internet]. 2017. Available from: <https://www.wma.net/es/policies-post/declaracion-de-helsinki-de-la-amm-principios-eticos-para-las-investigaciones-medicas-en-seres-humanos/#>



APÉNDICE 1

Ficha de recolección de los datos

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
 FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
 DEPARTAMENTO DE MEDICINA ORAL
 CÁTEDRA DE ENDODONCIA

EFFECTIVIDAD DEL LOCALIZADOR APICAL ELECTRÓNICO ROOT CANAL METER YS-RZ-B Vs. EL LOCALIZADOR APICAL ELECTRÓNICO PROPEX (MAILLEFER).

Objetivo General

Comparar la efectividad del localizador apical Root Canal Meter YS-RZ-B Vs. el localizador apical electrónico Propex en la determinación de la longitud de trabajo.

Instrucciones: marque con una X la distancia que existe entre la punta de la lima y el foramen apical correspondiente al localizador apical que se esté estudiando, siguiendo las medidas que se presentan a continuación:

Corto: >1mm del foramen apical

Exacto: 0,5-1mm del foramen apical

Largo: Sobrepasa el foramen apical

Unidad dentaria unirradicular	Root Canal Meter YS-RZ-B			Propex (Maillefer)		
	Corto	Exacto	Largo	Corto	Exacto	Largo
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

Investigadores responsables: Brs. Francis Quintero V, Carlos Viera B.

Prof. Tutor. Od. Carlos Terán

ÁPENDICE 2.

Consentimiento informado

El presente documento tiene como propósito certificar su consentimiento voluntario de participar en la investigación titulada **EFFECTIVIDAD DEL LOCALIZADOR APICAL ELECTRÓNICO ROOT CANAL METER YS-RZ-B Vs. EL LOCALIZADOR APICAL ELECTRÓNICO PROPEX (MAILLEFER)**.

Esta investigación la realizarán los bachilleres Francis Quintero y Carlos Viera como Trabajo Especial de Grado para optar al título de Odontólogo en la Universidad de Los Andes, bajo la tutoría del Dr. Carlos Terán.


La endodoncia se considera un componente esencial de la atención odontológica, en la Catedra de Endodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad de los Andes, se realizan numerosos de tratamientos endodónticos al año, para realizar un buen tratamiento endodontico es importante determinar una correcta longitud del conducto para esto se cuenta con un localizador de ápice YS-RZ-B. Comparar su eficacia con respecto al localizador Propex permitirá conocer si se cuentan con los equipos adecuados que permitan un diagnóstico y por tanto un certero plan de tratamiento.

El estudio consistirá en realizar un desgaste selectivo en la corona del diente a endodonciar hasta llegar a la cámara pulpar para luego introducir una lima dentro del conducto con cada uno de los localizadores de ápices Root Canal Meter y Propex para determinar la medida del conducto con los diferentes localizadores apicales a estudiar, lo cual no representa ningún riesgo.

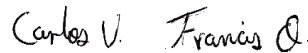
DECLARACIÓN DE LA PARTICIPACION VOLUNTARIA

Se me informó sobre los procedimientos que se realizará durante el tratamiento de endodoncia. Además, que la presente investigación no generará ningún riesgo para mi salud. Toda la información obtenida será confidencial, he realizado las preguntas que consideré oportunas, todas las dudas han sido absueltas y con respuestas que considero suficientes.

Por lo tanto, doy mi autorización.



Firma del Paciente



Responsables de la investigación

APÉNDICE 3.

Carta de validación del instrumento.



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE MEDICINA ORAL
CATEDRA DE ENDODONCIA

ESTIMADO Morelia Agreda

Me es grato dirigirme a usted, a fin de solicitar su colaboración como experto para validar la ficha de registro anexas, por cuanto consideramos que sus observaciones y subsecuentes aportes serán de gran utilidad.

El presente instrumento tiene como finalidad recolectar información directa para la investigación que se realizara, titulada: **“EFECTIVIDAD DEL LOCALIZADOR APICAL ELECTRÓNICO ROOT CANAL METER YS-RZ-B (YUNSHENG) Vs. LOCALIZADOR APICAL ELECTRONICO PROPEX (MAILLEFER)”**.

Para efectuar la validación del instrumento, usted deberá leer cuidadosamente cada enunciado, se le agradecerá cualquier sugerencia relativa a redacción, contenido, pertinencia u otro aspecto que considere relevante para mejorar el mismo.

Por su experiencia profesional y méritos académicos nos hemos permitido seleccionarlo para la validación de dicho instrumento, sus observaciones y recomendaciones contribuirán para mejorar la versión final de esta investigación.

Morelia Agreda
C.I. 48.425.584

Firma de validación del instrumento

ÁPENDICE 4

OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE DE ESTUDIO

Objetivo específico	Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Instrumento	Ítems
Describir la exactitud del localizador apical Root Canal Meter YS-RZ-B, Propex, en la determinación de la longitud de trabajo	Exactitud del localizador apical	Capacidad del localizador de ápices para determinar correctamente e la longitud de trabajo del conducto radicular.	Corresponde a la distancia perceptible radiográficamente entre el foramen apical y la longitud de trabajo determinada por el localizador de ápices.	Exacta: cuando el localizador determine la longitud del conducto a una distancia entres 0,5-1mm del foramen apical	Ficha de Registro	1
				Corto: cuando el localizador determine la longitud del conducto a una distancia > 1mm del foramen apical		2
				Largo: cuando el localizador determine la longitud del conducto por fuera del foramen apical		3

www.bdigital.ula.ve