

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA TIJUANA
PROGRAMA DE DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA SALUD



**ESTUDIO COMPARATIVO IN VITRO DE LA LONGITUD DE TRABAJO
DETERMINADA CON TRES MÉTODOS: RADIOGRAFÍA
CONVENCIONAL, LOCALIZADOR ELECTRÓNICO APICAL Y MEDICIÓN
REAL (MACROSCÓPICA)**

Trabajo terminal que para obtener el GRADO de
DOCTOR EN CIENCIAS DE LA SALUD

PRESENTA

CRISTINA JUDITH HERNÁNDEZ AGUIRRE

PRESIDENTE

DRA. MARÍA ELENA DE LOS ÁNGELES HOFMANN SALCEDO

SINODAL

DRA. HAYDEE GOMEZ LLANOS JUÁREZ

SINODAL

DRA. ANA GABRIELA CARRILLO VARGUEZ

SINODAL

DR. JULIO CESAR GARCÍA BRIONES

SINODAL

DRA. ALICIA PERCEVAULT MANZANO

TIJUANA, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO, OCTUBRE 2019

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quiero agradecerle a Dios nuestro Señor por darme la oportunidad de realizar esta tesis doctoral.

A mi madre, Guadalupe Aguirre. Gracias mamá por tu esfuerzo y ese ímpetu para sacarnos adelante tanto a mis hermanos como a mí; por tu sentido de lucha y humildad que me han hecho la mujer que soy ahora.

También quiero expresar un profundo agradecimiento a:

A mi Directora de tesis, Dra. María Elena de los Ángeles Hofmann por su amabilidad y atención.

A mis sinodales: Dra. Haydee Gómez Llanos Juárez, Dr. Julio César García Briones, Dra. Alicia Percevault Manzano y Ana Gabriela Carrillo Varguez. Muchas gracias por su tiempo, dedicación y paciencia con la que me guiaron a lo largo de este proyecto.

A la Universidad Autónoma de Baja California por el hecho de haberme dado la oportunidad de aprender y progresar en mi pasión, la odontología y la endodoncia.

DEDICATORIA

A mi hija Karla Daniela Del Real Hernández, mi motor, motivación y gran amor.

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA TIJUANA

COMITÉ DE ESTUDIOS DE POSGRADO
Programa de Maestría y Doctorado en Ciencias de la Salud

Por medio del presente me permito informar que el trabajo de tesis: **ESTUDIO COMPARATIVO IN VITRO DE LA PRECISIÓN DE LA RADIOGRAFIA CONVENCIONAL Y EL LOCALIZADOR ELECTRÓNICO APICAL ROOT ZX PARA LA DETERMINACIÓN DE LA LONGITUD DE TRABAJO**, que para obtener al Grado de Doctor en Ciencias de la Salud.

Fue propuesto por la **C. CRISTINA JUDITH HERNÁNDEZ AGUIRRE.**

Después de ser revisado y habiendo cumplido con todos los requisitos establecidos, se decide aprobarlo para su impresión.

Por lo que la sustentante puede continuar con el proceso del examen de grado.

A T E N T A M E N T E

Tijuana, Baja California a; 5 de septiembre de 2019

DRA. MARÍA ELENA DE LOS ANGELES HOFMANN SALCEDO
Presidente

Ccp.- Archivo

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA TIJUANA

COMITÉ DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Programa de Maestría y Doctorado en Ciencias de la Salud

Por medio del presente me permito informar que el trabajo de tesis: **ESTUDIO COMPARATIVO IN VITRO DE LA PRECISIÓN DE LA RADIOGRAFIA CONVENCIONAL Y EL LOCALIZADOR ELECTRÓNICO APICAL ROOT ZX PARA LA DETERMINACIÓN DE LA LONGITUD DE TRABAJO**, que para obtener al Grado de Doctor en Ciencias de la Salud.

Fue propuesto por la **C. CRISTINA JUDITH HERNÁNDEZ AGUIRRE.**

Después de ser revisado y habiendo cumplido con todos los requisitos establecidos, se decide aprobarlo para su impresión.

Por lo que la sustentante puede continuar con el proceso del examen de grado.

A T E N T A M E N T E

Tijuana, Baja California a; 5 de septiembre de 2019

DRA. ANA GABRIELA CARRILLO VÁRGUEZ

Sinodal

Ccp.- Archivo

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA TIJUANA

COMITÉ DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Programa de Maestría y Doctorado en Ciencias de la Salud

Por medio del presente me permito informar que el trabajo de tesis: **ESTUDIO COMPARATIVO IN VITRO DE LA PRECISIÓN DE LA RADIOGRAFIA CONVENCIONAL Y EL LOCALIZADOR ELECTRÓNICO APICAL ROOT ZX PARA LA DETERMINACIÓN DE LA LONGITUD DE TRABAJO**, que para obtener al Grado de Doctor en Ciencias de la Salud.

Fue propuesto por la **C. CRISTINA JUDITH HERNÁNDEZ AGUIRRE.**

Después de ser revisado y habiendo cumplido con todos los requisitos establecidos, se decide aprobarlo para su impresión.

Por lo que la sustentante puede continuar con el proceso del examen de grado.

A T E N T A M E N T E

Tijuana, Baja California a; 5 de septiembre de 2019

DRA. HAYDEÉ GÓMEZ LLANOS JUÁREZ

Sinodal

Ccp.- Archivo

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA TIJUANA

COMITÉ DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Programa de Maestría y Doctorado en Ciencias de la Salud

Por medio del presente me permito informar que el trabajo de tesis: **ESTUDIO COMPARATIVO IN VITRO DE LA PRECISIÓN DE LA RADIOGRAFIA CONVENCIONAL Y EL LOCALIZADOR ELECTRÓNICO APICAL ROOT ZX PARA LA DETERMINACIÓN DE LA LONGITUD DE TRABAJO**, que para obtener al Grado de Doctor en Ciencias de la Salud.

Fue propuesto por la **C. CRISTINA JUDITH HERNÁNDEZ AGUIRRE.**

Después de ser revisado y habiendo cumplido con todos los requisitos establecidos, se decide aprobarlo para su impresión.

Por lo que la sustentante puede continuar con el proceso del examen de grado.

A T E N T A M E N T E

Tijuana, Baja California a; 5 de septiembre de 2019

DR. JULIO CÉSAR GARCÍA BRIONES

Sinodal

Ccp.- Archivo

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA TIJUANA

COMITÉ DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Programa de Maestría y Doctorado en Ciencias de la Salud

Por medio del presente me permito informar que el trabajo de tesis: **ESTUDIO COMPARATIVO IN VITRO DE LA PRECISIÓN DE LA RADIOGRAFIA CONVENCIONAL Y EL LOCALIZADOR ELECTRÓNICO APICAL ROOT ZX PARA LA DETERMINACIÓN DE LA LONGITUD DE TRABAJO**, que para obtener al Grado de Doctor en Ciencias de la Salud.

Fue propuesto por la **C. CRISTINA JUDITH HERNÁNDEZ AGUIRRE.**

Después de ser revisado y habiendo cumplido con todos los requisitos establecidos, se decide aprobarlo para su impresión.

Por lo que la sustentante puede continuar con el proceso del examen de grado.

A T E N T A M E N T E

Tijuana, Baja California a; 5 de septiembre de 2019

DRA. ALICIA PERCEVAULT MANZANO

Sinodal

Ccp.-Archivo

RESUMEN

La terapia endodóntica depende principalmente de la debridación completa y la obturación apropiada del sistema de conducto radicular. Es un tratamiento dentro del diente, que se basa en interpretaciones de las sensaciones táctiles; en donde sólo se puede observar el suelo de la cámara pulpar y/o 2 o 3 milímetros de la entrada del conducto radicular⁽¹⁾

La obtención de una longitud de trabajo correcta es crítica para el éxito de la terapia endodóntica, si no se determina con exactitud la longitud de trabajo, el conducto no puede ser limpiado, preparado y obturado apropiadamente, creando una insuficiencia en la instrumentación y en el momento de obturar el conducto radicular se puede presentar una sobre obturación (paso de gutapercha más allá de la constricción apical) o una subobturación (obturación que no alcanza a llegar a la constricción apical)⁽²⁾.

La presente investigación in vitro de la longitud de trabajo determinada con tres métodos: radiografías convencional, localizador electrónico apical y medición real (macroscópica), con lo cual se pretende demostrar la importancia del localizador electrónico para obtener una longitud de trabajo acertada y utilizando como apoyo el método radiográfico.

Este estudio muestra la importancia de retirar el instrumento manual 0.5mm de la longitud que se obtiene con el localizador electrónico Root ZX, ya

que tiene un margen de error similar a la radiografía; al retirar 0.5mm del Root ZX nos proporciona un menor margen de error.

ABSTRACT

Endodontic therapy depends principally on the complete debridement and the proper obturation of the root canal system. It is a treatment inside the tooth, which is based on the different interpretations of tactile sensations; where it can only be observed the floor of the pulp chamber and/or 2 or 3 millimeters of the entry of the root canal.

Obtaining a correct working length is crucial to the success of a root canal therapy. If the working length is not accurately determined, the canal can not be cleaned, prepared and sealed properly. Creating a failure in the instrumentation, which will led us to the possible appearance of a unsuccessful root canal therapy, while sealing the canal, the Gutta-Percha passes beyond the apical constriction. However in the other side, it may appear an excessive obturation, which does not reach the apical constriction.

CONTENIDO

CAPÍTULO	PÁGINA
1.RESUMEN.....	III
ABSTRACT.....	IV
2. INTRODUCCIÓN	8
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	26
4. JUSTIFICACIÓN.....	27
5. HIPÓTESIS.....	28
8.OBJETIVO.....	28
9. MATERIALES Y MÉTODOS.....	28
10. TIPO DE ESTUDIO.....	29
11. UNIVERSO DE ESTUDIO.....	29
12. CRITERIOS DE INCLUSIÓN.....	29
13.CRITERIOS DE EXCLUSIÓN.....	30
14. METODOLOGÍA.....	31
16. RESULTADOS.....	42
17. DISCUSIÓN.....	93
18.CONCLUSIÓN.....	98
19. RECOMENDACIONES.....	99
20. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	100

INTRODUCCIÓN

Una vez realizado el primer paso del tratamiento endodóntico, que incluye el acceso a la cámara pulpar y la exploración de todos los conductos presentes, se da el paso más importante, la llave del éxito del tratamiento de conductos: la determinación correcta de la longitud de trabajo. El uso de la tecnología para lograr una longitud lo más exacta posible es gracias al uso de aditamentos coadyuvantes como los localizadores electrónicos apicales. La relativa exactitud de los localizadores apicales comparado con los métodos radiográficos para la localización veraz del foramen apical ha sido investigado. Se ha demostrado cuando el localizador apical es usado la probabilidad de estar a 0.76mm de la unión cemento-dentina y por consiguiente del foramen apical es del 68%. Como consecuencia se ha sugerido que cuando se usan los localizadores apicales las radiografías no necesitan ser tomadas para determinar la longitud de trabajo ⁽³⁾.

Este estudio se enfoca en la comparación del localizador electrónico apical Root ZX contra el método radiográfico convencional para la determinación de la longitud de trabajo. En el presente trabajo se establece una longitud de trabajo situada a 1 mm del foramen apical. Se toma como referencia la longitud de trabajo obtenida visualmente (real o macroscópica), que se realizó introduciendo la lima en el conducto hasta ser observada la punta en el foramen y se le resta 1 mm en la prueba radiográfica de acuerdo con la técnica de Ingle se toma la radiografía al diente y se resta 1 mm.

Con el localizador electrónico Root ZX, se introduce la lima endodóntica al conducto en el momento que la pantalla del aparato indicaba 1 mm antes de foramen apical se detiene la lima, siendo esta una de las recomendaciones del fabricante, (1, 2, 3, 4, 6,8). Aún si reporta en su estudio con Root ZX un 84.72% estar fuera del foramen cuando en la pantalla se registraba 0.5 mm antes del foramen, nuestro trabajo concuerda con el estudio de Pagavino y cols. (9) observaron que el error en la localización del foramen con el Root ZX fue siempre la sobre extensión de la punta de la lima en relación al foramen. Por tanto es razonable recomendar retirar el instrumento de 0.5 mm a 1 mm para evitar sobre instrumentación. Al analizar las longitudes de trabajo obtenidas con localizador Root ZX, así como la longitud de la radiografía convencional y la longitud de trabajo real (macroscópica), se pudo apreciar que las longitudes de trabajo del Root ZX se acercan más a la longitud real que las longitudes determinadas con la radiografía convencional. Se observó en el grupo de las muestras de longitud de trabajo obtenidas con la radiografía convencional excede en comparación con las longitudes de trabajo del localizador apical Root ZX.

Clasificación de los localizadores apicales

Primera Generación:

Los dispositivos para localización de la constricción apical de primera generación son también conocidos como localizadores apicales de resistencia, los cuales miden la oposición al paso de corriente directa o

resistencia. Cuando la punta del instrumento colocado dentro del conducto toca el vértice del mismo, el valor de la resistencia es de 6.5 kilohms (corriente de 40 mA). A menudo el paciente sentía dolor debido al paso de corriente generado por el aparato. ⁽²⁷⁾

Entre los localizadores de primera generación podemos mencionar:

- *Root Canal Meter (Onuki Medical., Tokio, Japón), el cual fue desarrollado en 1969.*
- *Endodontic Meter y el Endodontic Meter S II (Onuki medical Co.), los cuales usaban una corriente de menos de 5 μ A.*
- *Dentometer (Dahlin Eletromedicine, Copenhagen, Dinamarca)*
- *Endo Radar (Electrónica Liarre, Imola, Italia) ⁽²⁷⁾*

Segunda Generación:

Los localizadores apicales de segunda generación son también conocidos como localizadores apicales de impedancia, los cuales miden la oposición al paso de corriente alterna o más conocida como impedancia. ^{(21) (27)}

El cambio en el método para medir la frecuencia fue desarrollado por Inoue en 1971, utilizando este nuevo sistema introdujo en el mercado al Sono-Explorer (Hayashi Dental Suplí, Tokio, Japón) el cual se calibraba en el surco gingival de cada diente. El aparato producía un sonido (beep) conforme uno se acercaba al foramen apical, gracias a esta propiedad algunos clínicos creían erróneamente que la longitud era medida mediante ondas acústicas.

Posteriormente se lanzó al mercado el Sono-Explorer Mk III el cual utilizaba una aguja para indicar la distancia al ápice, sustituyendo al sonido que producía su versión anterior. ⁽²⁷⁾

Hasegawa y Cols en 1986 introdujeron al mercado un localizador apical de alta frecuencia (400 kHz), conocido como el Endocater, el cual tenía un electrodo conectado a la silla dental y una sonda exploradora cubierta con un material aislante, el cual brindaba la facilidad de realizar mediciones en presencia de sustancias conductoras. El problema con este tipo de aparato fue que la sonda era muy ancha y no podía ser introducida en conductos estrechos, además el material aislante que lo cubría se descamaba, ya que no era resistente al autoclave. ⁽²⁷⁾

Ushiyama en 1983 propuso el uso de un electrodo bipolar concéntrico el cual media la densidad de la corriente emitida en un área específica del conducto, el potencial máximo al que se llega, ocurre cuando el electrodo alcanza la constricción. Este método de medición basado en la variación del voltaje podía realizar lecturas en presencia de materiales electroconductores, pero su mayor limitación ocurría en conductos radiculares donde la constricción apical estaba ausente. Además, el electrodo no podía ser introducido en conductos delgados. ⁽²⁷⁾

El Apex Finder y el Endo Analyzer (Analytic/ Endo. Orange. CA, EU) combinan un localizador apical con un vitalómetro pulpar, se autocalibran con un indicador visual, pero sus reportes de precisión no son muy buenos.

Fouad y Cols compararon las estimaciones de la longitud de trabajo tomadas con el Apex Finder y mediante el método radiográfico, encontraron que éste aparato tenía una exactitud del 67% (± 0.5 mm del ápice radiográfico). En un estudio en el cual las determinaciones de la longitud de trabajo obtenidas con el Apex Finder se compararon con mediciones anatómicas directas; encontraron un 20% de coincidencia entre las mediciones, mientras que un 53% de las mediciones no alcanzaban la verdadera longitud de trabajo por lo que se hablaba de longitud de trabajo corta. ^{(27) (21)}

El Digipex (Mada Equipment Co., Carlstadt, Nueva Jersey) tiene un indicador digital visual de LED (Light Emitting Diodo) y un indicador audible, este aparato requiere calibración. Posteriormente se introdujo el Digipex II y III, los cuales combinaban un localizador apical con probador de vitalidad pulpar. Czerw y Cols en 1995 encontraron que Digipex II es igual de confiable que el Root ZX en estudios in Vitro. ^{(27) (21)}

El Exact-A-Pex (Ellman Internacional, Hewlett, Nueva Cork) tiene una pantalla gráfica de barras de LED (luz) y un indicador de audio.

En un estudio in Vivo se determinó que éste localizador apical tiene una precisión del 55% (± 0.5 mm del agujero apical). ^{(21) (27)}

El Foramatron IV (Parkell Dental, Farmingdale, Nueva York) tiene una luz de LED centellante y una pantalla digital de LED, no requiere ningún tipo de calibración. Este aparato utiliza corriente alterna e impedancia para medir la

distancia entre la punta de la lima y el foramen apical. Los estudios sobre la precisión de las determinaciones electrónicas de este aparato encontraron que en un 65% de los casos eran exactas (± 0.5 mm del ápice radiográfico). En otro estudio solamente el 32% de los casos las lecturas coincidían con el ápice radiográfico y en 36% de los casos se quedaban cortos. La ventaja de este aparato es que es pequeño, liviano y económico. Los fabricantes de este localizador apical recomiendan el uso de este aparato en conductos secos, libres de Hipoclorito de Sodio o de cualquier material electrolítico. ⁽²⁷⁾

Tercera Generación:

Para lograr entender el principio en que se basan los localizadores apicales de tercera generación se requiere una breve introducción. En condiciones normales, el componente reactivo facilita el flujo de corriente alterna, en mayor magnitud para las frecuencias superiores. Por lo tanto, cuando se transmiten dos corrientes alternas a través de un tejido se impedirá con mayor magnitud el paso de la corriente de menor frecuencia. El componente reactivo de un circuito puede modificarse, por ejemplo, cuando cambia de posición la lima dentro del conducto, cuando esto ocurre las impedancias (oposición al paso de corriente) que ofrece el circuito a corrientes de diferente frecuencia cambian entre sí. Este es el principio en que se basa el funcionamiento de los localizadores apicales de tercera generación. ⁽²¹⁾

La impedancia de un determinado circuito puede ser modificada por la frecuencia del flujo de corriente, por esta razón a este tipo de dispositivos se los denominan dependientes de frecuencia.

Es importante recalcar que lo que miden estos dispositivos es la impedancia y no la frecuencia, estas magnitudes relativas de las impedancias se convierten en información de longitud, se ha propuesto el uso del término impedancia comparativa ya que explica mejor el funcionamiento de estos localizadores apicales. ⁽²¹⁾

Esta generación de localizadores apicales es muy similar a la segunda generación con la diferencia que los de tercera utilizan múltiples frecuencias para determinar la distancia que se encuentra el foramen apical. Estos aparatos tienen poderosos microprocesadores en su interior, por medio de los cuales procesan los coeficientes matemáticos y se realizan los cálculos logarítmicos exactos para obtener lecturas más estables. ^{(27) (28)}

El Endex (Osada Electric Company, Los Ángeles California y Japón) es el primer localizador de tercera generación que fue introducido en el mercado. En Europa y Asia a este aparato se lo conoce como Apit. Utiliza una corriente alterna muy baja. Las señales de dos frecuencias de 5 y 1 kHz se aplican como una onda, la cual está compuesta de ambas frecuencias. Cuando una lima endodóntica se encuentra en la parte coronal de un conducto la diferencia de las dos frecuencias es pequeña, mientras el instrumento avanza en sentido apical la diferencia en los valores de impedancia comienza a modificarse. Una

vez que se llega a la constricción apical los valores de impedancia se encuentran en su máxima diferencia y esta divergencia es indicada por medio de un medidor análogo y con una alarma de audio. Esta diferencia de impedancia constituye la base del método de diferencia. Después de utilizar este aparato dentro de un conducto se lo debe recalibrar para utilizarlo en otro diferente. (21)

Los fabricantes recomiendan el uso del Apit o Endex en presencia de electrolitos (hipoclorito de Sodio o solución salina) dentro del conducto radicular. Cuando se vaya a utilizar este localizador apical en retratamientos se recomienda retirar todo el material de relleno del conducto radicular para determinar de forma electrónica la longitud de trabajo. El fabricante señala que el tamaño del instrumento endodóntico no afecta la lectura del localizador apical. (27)(21)

Endex o Apit funciona por medio de baterías, emite una corriente alterna baja que no produce incomodidad en el paciente. Este localizador magnifica los últimos 3 mm del conducto en la pantalla donde mediante un medidor análogo indica la posición en la cual se encuentra el instrumento endodóntico, La zona de la constricción apical se encuentra marcada con el color verde y una alarma pulsante que va aumentando la frecuencia de sonidos emitidos, indica que uno se aproxima a la constricción apical. La alarma se vuelve continua cuando uno llega al foramen apical y la aguja del monitor análogo se encontrará en la línea roja. (29)

Kobayashi en 1991 quiso evitar las falsas lecturas de los localizadores apicales a causa de los electrolitos dentro del conducto radicular, por esta razón introdujo al mercado el localizador apical Root ZX (J. Morita, Tokio, Japón) basándose en los principios de frecuencia doble e impedancia comparativa. El sistema electrónico empleado es el método de relación o método de división. El Root ZX mide simultáneamente dos valores de impedancia en dos frecuencias diferentes (8 y 0.4 Hz) dentro del conducto, en el interior el aparato tiene un microprocesador que calcula la relación entre las dos impedancias. El coeficiente de estas dos impedancias, se representa en una pantalla de cristal líquido en la que se puede detectar visual y acústicamente el avance de la lima en el conducto. El Root ZX puede ser utilizado en conductos llenos de electrolitos o secos, no requiere calibración y la lectura de la localización del instrumento es fácil. Nguyen y Cols aseguraron que el Root ZX puede determinar la localización de la constricción apical, aún en ocasiones que esta estructura anatómica no se encuentre presente. También demostró que la determinación electrónica de la longitud de trabajo no se encuentra influenciada por el diámetro del instrumento utilizado. ^{(27) (21) (30)}

El Root ZX es el parámetro de comparación de otros localizadores apicales y tiene el 95% del mercado mundial. Se lo ha estudiado en múltiples ocasiones y en diferentes situaciones, los resultados indican que tiene una precisión del 90% (+/- 0.5 mm del foramen apical), otros estudios dicen que tiene una precisión del 100% cuando se aceptan valores de 1 mm respecto a la constricción apical. ⁽²⁷⁾

Al Root ZX lo modificaron e incorporaron una pieza de mano para determinar la longitud de trabajo en los casos que se utilicen limas rotatorias. Comercialmente se lo conoce como Tri Auto ZX y Dentalport ZX.

Los estudios reportan que tiene una precisión similar al Root ZX de 95%. El motor tiene algunas características de seguridad como auto reversa cuando la lima ha alcanzado la constricción apical. ⁽²⁷⁾

Cuarta Generación:

En el 2003 se introdujo Elements Diagnostic Unit and Apex Locator (SybronEndo, Anaheim, CA, USA), es un aparato que tiene vitalómetro pulpar y localizador apical. El equipo no procesa la información de la impedancia como un cálculo de un logaritmo matemático como lo hacían los localizadores de tercera generación, sino que mide los valores de resistencia y capacitancia y los compara con los números que tiene en una base de datos. De esta manera determina la distancia a la que se encuentra un instrumento hasta llegar al ápice. Utiliza dos señales de 0.5 y 4 Khz. El fabricante asegura que se producen menos errores por medición y que es de alta precisión. ⁽²⁷⁾ ⁽⁷⁾

Localizadores apicales de primera generación	<i>Root Canal Meter, Endodontic Meter y el Endodontic Meter S II, Dentometer, Endo Radar,</i>
Localizadores apicales de segunda generación	<i>El Digipex, El Exact-A-Pex, El Foramatron IV,</i>

Localizadores apicales de tercera generación	<i>El Endex, Root ZX, Tri Auto ZX y Dentalport ZX,</i>
Localizadores apicales de cuarta generación	<i>Elements Diagnostic Unit and Apex Locator,</i>

Indicaciones:

- En órganos dentarios en los cuales donde la porción apical del sistema de conductos radiculares esta obstruida por dientes impactados.
- Torus.
- Densidad de hueso excesiva.
- Casos donde no puede ser utilizada la radiación. (Embarazo)
- En la detección de perforaciones.⁽²⁶⁾

Contraindicaciones:

No se recomienda su uso en conductos no permeables (calcificados o con material de obturación), fracturas radiculares y en personas con marcapasos por la posibilidad de interferencias.⁽³²⁾ Aunque algunos estudios han demostrado que pueden ser utilizados después de haber realizado estudios in Vitro evaluando la influencia de cinco tipos de localizadores apicales en marcapasos, pero sería necesario realizar estudios en humanos para confirmar estos reportes.^{(31) (32)} El localizador interfiere con obturaciones,

muñones y coronas metálicas, por lo que se debe evitar que contacten con metal tanto el gancho labial como la lima.

En raíces largas con sustancias electrolíticas la tendencia es dar longitudes de trabajo cortas, para solucionarlo se debe secar con puntas de papel. La ausencia de patencia y la acumulación de tejido necrótico en los conductos han sido reportados también como impedimentos para el establecimiento exacto de la longitud de trabajo entonces puede ser de ayuda instrumentar el conducto antes de usar el localizador En un estudio observaron una diferencia de error de 0,04 en los ensanchados en coronal frente a un 0,4 de los no ensanchados. De igual manera no está recomendado utilizarlo en dientes con ápice abierto o en retratamientos ya que no podremos obtener medidas confiables. ⁽³⁴⁾

Los requisitos de un método para determinar la longitud de trabajo son:

- Precisión.
- Posibilidad de llevarlo a cabo con facilidad y rapidez.
- Posibilidad de fácil confirmación.

La Determinación de la longitud de trabajo se da basado en un punto sólido de referencia hasta la constricción apical con comprobación radiográfica. Con el auxilio de localizadores electrónicos.

Se sugieren los siguientes pasos para la utilización del localizador electrónico de ápice:

- a) Pre ensanchamiento.
- b) Del tercio cervical y medio del conducto con limas manuales y fresas Gates Glidden o en su caso con instrumentos rotatorios de nickel-titanium.
- c) Irrigación del conducto y cámara pulpar.
- d) Secado de cámara pulpar y entrada del conducto radicular.
- e) Colgar el clip o gancho metálico en el labio del paciente.
- f) Colocar la lima en el conducto radicular de preferencia una lima delgada número 10 o 15.
- g) Colocar el electrodo del cable gris al vástago metálico de la lima.
- h) En este momento aparecer en la pantalla del aparato una lectura a través de una línea de barras que va desde el número tres aproximándose al número uno.
- i) Llevar la lima suavemente hacia apical y al mismo tiempo observando la pantalla hasta que la línea de barras llegue al indicador que este en la parte media del número 1. Cuando sucede esto la muelita que aparece en el extremo inferior izquierdo de la pantalla empieza a falsear, lo que nos indica que nos encontramos en la posición correcta.
- j) Ajustamos el tope de hule al punto de referencia y retiramos el electrodo de la lima.

- k) Quitamos el clip del labio del paciente.
- l) Retiramos con mucho cuidado la lima del conducto.
- m) Radicular y medimos la longitud en la regla milimétrica y de esta manera dejamos establecida la longitud de trabajo.
- n) Llevamos la lima de nuevo al conducto a longitud determinada por el aparato y realizamos una verificación radiográfica⁽³¹⁾

Funcionamiento de los localizadores de ápices:

Casi todos los localizadores de ápices emiten una corriente alterna hacia el conducto radicular y luego detectan la impedancia entre el tejido apical y la mucosa bucal. Tanto la impedancia como a resistencia miden la dificultad de la electricidad para atravesar algún material.

“La resistencia guarda relación con una corriente directa estable.”

La impedancia se relaciona con la corriente alterna, que toma en cuenta otros factores como capacitancia, inductancia y frecuencia de medición. Por consiguiente, la impedancia eléctrica a menudo tiene un valor diferente al de la resistencia. ⁽³⁰⁾

El tejido blando de la boca conduce la electricidad con relativa facilidad, por otra parte los tejidos duros tienden a oponerse al paso de la corriente eléctrica, de modo que hacen las veces de un aislante.

La impedancia eléctrica entre un electrodo que establece contacto en el tejido apical y otro adherido a la mucosa del labio es casi constante desde un diente a otro y de un paciente de a otro.⁽³⁰⁾

Mediante el paso de una corriente muy pequeña entre los dos electrodos, se puede medir la impedancia o la resistencia a la electricidad. Este valor es mas alto conforme el electrodo en el diente entra en el esmalte y la dentina, y disminuye a medida que el instrumento avanza hacia el conducto, para luego desplomarse de manera súbita conforme el electrodo se acerca al tejido apical al valor constante antes mencionado.

Los localizadores de ápice modernos tienen integrados un circulo que miden automáticamente la corriente (micro amperes) que fluye entre los electrodos calcula la impedancia entre la punta de la lima y la mucosa labial y utiliza el valor calculado para detectar el ápice.⁽³¹⁾⁽³³⁾

En los localizadores de ápice de corriente alterna actuales sólo los electrólitos y las restauraciones metálicas producen cifras no confiables. Hoy en día puede haber en el conducto, tejido, sangre, agua, saliva, peróxido de hidrógeno, o EDTA, pero no Electrólitos, por ejemplo si se ha utilizado hipoclorito de sodio el conducto debe lavarse con agua destilada (no solución Salina) y secarse. Para pasar el electrodo a través de una cavidad en una restauración metálica, se debe aislar mediante tubos en forma de espagueti, o pintarse (excepto la punta y el vástago donde se conecta el electrodo) con esmalte para uñas.⁽²¹⁾

SADASHIVAM VANITHA y ANAND SHERWOOD, 2019 ⁽⁵⁰⁾.

Comparación de tres diferentes localizadores de ápices para determinar longitud de trabajo en primeros molares mandibulares con pulpitis irreversible. Objetivo del estudio, evaluar la precisión clínica APEX ID, Ipex II, Root ZX antes y después de la preparación del conducto. Diferencia entre las lecturas de los localizadores de ápice y las lecturas radiográficas se evaluaron mediante una prueba “paired t test”. Solo en dos pacientes (1 hombre y 1 mujer) las lecturas de la marca APEX fueron diferentes de la estimación radiográfica. Cuando las lecturas de 0.5 puntos de tres Localizadores Apicales Electrónicos diferentes se compararon entre sí, pudimos observar que las lecturas de Root ZX difieren significativamente ($P < 0.5$).

MARJAN BOLBOLIAN 2018 ⁽⁵¹⁾. Evaluación invitro de exactitud de Root ZX en presencia de NaOCl 2.5% y Clorhexidina 0.2%. Este estudio fue diseñado para evaluar la exactitud del localizador electrónico de ápice Root ZX en la presencia del NaOCl 2.5% y Clorhexidina 0.2%. Las medidas de longitud electrónicas (LE) fueron registradas en presencia del NaOCl 2.5% y Clorhexidina 0.2% y la diferencia entre LA y LE fue comparada. Los resultados confirman que Root ZX puede determinar exactamente la constricción apical en presencia de ambos NaOCl 2.5% y Clorhexidina 0.2%.

BERNARDO ALMEIDA AGUIAR 2017 ⁽⁵²⁾. Estudio Ex Vivo de la Precisión y Reproducibilidad de sus Tres Modelos con Root ZX. Tiene como objetivo evaluar la precisión de los localizadores de foramen electrónicos Root

ZX (RZX), Root ZXII (RII) y Root ZX mini (RM). Después de la preparación del acceso a la cavidad, se midió la longitud real de 32 premolares humanos de raíz única mandibular con la ayuda de una lima #15 tipo K con aumento (25x). La precisión del localizador de foramen electrónico fue 68.8% (RZX), 65.8% (RII) y 68.8% (RM), considerando ± 0.5 mm como el margen de tolerancia. Los principales errores de los dispositivos fueron $0,37 \pm 0,25$ mm (RZX), $0,41 \pm 0,34$ mm (RII) y $0,32 \pm 0,28$ mm (RM). Las pruebas de Anova y Tukey se aplicaron para analizar los datos obtenidos, lo que mostró que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los localizadores ($P > .05$).

Se puede concluir que los tres dispositivos probados demostraron mediciones precisas de la longitud real del conducto sin diferencias de rendimiento entre ellos.

SINGH NSK, SINGH NS, AHMED A 2016⁽⁵³⁾. Evaluación comparativa de la precisión del localizador de ápices electrónico de tercera generación (Root ZX) y la radiografía convencional. El propósito de este estudio fue comparar la precisión del localizador de ápice electrónico de tercera generación y la técnica radiográfica. Los resultados demuestran diferencias estadísticamente significativas en la eficacia de los dos. Root ZX pudo localizar el agujero con una tasa de precisión clínica del 94,28% y las radiografías proporcionaron una tasa de precisión clínica del 76%. Root ZX fue la mejor opción para determinar con precisión la longitud del conducto radicular dentro de $\pm 0,5$ mm desde la constricción apical que la técnica radiográfica.

Plotino y Cols. ⁽³⁰⁾ Realizaron un estudio in vivo para determinar la exactitud de tres localizadores apicales: el Root ZX, el Elements Diagnostic Unit y localizador de ápices y el localizador ProPex. Utilizaron 40 dientes extraídos y se les determinó la longitud de trabajo. Después de que se les realizó el acceso, se les determinó la longitud de trabajo con un estéreo microscopio de 30x usando la constricción apical como la marca apical. Todos los dientes se midieron con los localizadores apicales y los resultados se compararon con los obtenidos en el microscopio. La longitud se determinó con los aparatos electrónicos.

Las medidas que excedían la longitud se dijo positiva y la longitud corta se dijo negativa. Esto les dio como resultado que al comparar las medidas obtenidas con los aparatos electrónicos con los obtenidos con el estéreo microscopio, el porcentaje de medición de ± 0.5 de la longitud fue de 97.37% para el Root ZX, 94.28% para el Elements Diagnostic Unit y 100% para el ProPex. Las diferencias entre las mediciones de la longitud entre el Root ZX, el Elements Diagnostic Unit y el ProPex fueron de -0.157 ± 0.228 , -0.103 ± 0.359 y 0.307 ± 0.271 respectivamente. Con esto se concluyó que los resultados de este estudio confirmaron que los aparatos determinaban una longitud con ± 0.5 mm de la constricción apicales la mayoría de los casos. La mayoría de las lecturas del ProPex fueron largas ⁽³⁰⁾.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El no determinar correctamente la longitud de trabajo nos trae como consecuencia un tratamiento de conductos inadecuado y el porcentaje de éxito disminuye considerablemente ya que esta es la primera maniobra de la preparación biomecánica del sistema de conductos radiculares y es la que determina toda la preparación del mismo. Si no se determina correctamente la longitud de trabajo se producen errores como son:

Instrumentación corta del conducto radicular, sobre instrumentación, obstrucciones dentro del conducto radicular por detritus o limalla dentinaria entre otras dando como resultado un tratamiento de conductos ineficiente y por ende deficiente.

La técnica radiográfica es el método más utilizado para la determinación de la longitud de trabajo. Sin embargo, los datos que nos ofrece la imagen radiográfica no son precisos, solo nos muestra una imagen bidimensional de un área tridimensional, no puede ser observada las estructuras anatómicas que se presentan en ápice radicular, lo cual lleva a cometer errores al establecer la longitud de trabajo. La determinación de una correcta longitud de trabajo es esencial para el éxito del tratamiento de conductos, ya que de esto depende una completa limpieza, conformación y obturación del conducto; en este estudio se busca determinar cual método es más fiable para la obtención de la longitud de trabajo. ¿La longitud de trabajo es más precisa obtenida con el localizador electrónico apical Root ZX?

JUSTIFICACIÓN

La longitud de trabajo resulta un dato clave para la preparación mecánica del conducto radicular, y el determinar con precisión este dato es de suma importancia para el éxito o fracaso del tratamiento de conductos.

La radiografía convencional ha sido el método más utilizado para la determinación de la longitud de trabajo sin embargo nos da una vista bidimensional del diente.

Es de gran importancia el conocer cuál de estos métodos resulta más preciso para determinar la longitud de trabajo, de la misma forma conocer qué nivel de precisión maneja cada uno y mediante eso asegurar la utilización del sistema más preciso logrando así agilizar un poco más el tratamiento de conductos y aumentar el porcentaje de éxito. Algunos factores como fracturas radiculares, reabsorciones, pueden inducir a errores de interpretación, de igual manera el foramen no siempre se encuentra en el vértice radicular. ^(11,12)

En cuanto al punto de referencia apical la primera investigación extensa fue realizada por Kuhlert 1955, quien reportó varios hallazgos incluyendo la desviación del centro del foramen del vértice con la edad y la subsecuente oposición de cemento. El diámetro menor se encontró en la dentina. Concluyo que el conducto debe de ser obturado hasta 0.5mm del foramen ya que esta es la distancia promedio la cual se ubica coronal al foramen ⁽³⁾

HIPÓTESIS

H0: La radiografía convencional y el localizador de foramen apical Root ZX no resultan precisos en la determinación de la longitud de trabajo.

H1: El Root ZX y la radiografía convencional resultan precisos en la determinación de la longitud de trabajo.

H2: El Root ZX resulta más preciso que la radiografía convencional para determinar la longitud de trabajo.

H3: La radiografía convencional es más precisa que el Root ZX para determinar la longitud de trabajo.

OBJETIVOS

Comparar la radiografía convencional y el localizador electrónico apical Root ZX para determinar que tan precisos resultan en la determinación de la longitud de trabajo.

MATERIALES Y MÉTODOS

- Motor de alta velocidad(Dremel®)
- Disco de diamante
- Mandril
- Limas Tipo K #10 y 15 de 21 mm (Dentsply®)
- Explorador de conductos DG16 (miltex®)

- Regla milimétrica (miltex®)
- Localizador electrónico de ápice Root ZX (J Morita®). Grenetina (Knox®).
- Solución Isotónica de Cloruro de sodio (Abbott®)
- Aparato de Rayos X.
- Radiografía kodak #2.
- Líquido para revelar y fijador marca kodak.
- Caja para revelar radiografías.
- Gancho para revelar.

TIPO DE ESTUDIO

Es un estudio prospectivo, transversal, comparativo, observacional.

UNIVERSO DE TRABAJO

Se realizó en 272 órganos dentales extraídos.

CRITERIOS DE INCLUSIÓN

Raíces de órganos dentarios anteriores y premolares.

- Raíces rectas.
- Raíces completamente formadas.
- Raíces con un solo conducto.
- Raíces sin importar la curvatura.
- Raíces sin reabsorción interna y/o externa.
- Raíces con conductos amplios y permeables.

CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- Raíces incompletas.
- Raíces con reabsorciones.
- Raíces con curvaturas muy marcadas.
- Raíces con conductos calcificados.
- Raíces con fracturas.
- Dientes tratados endodónticamente.
- Conductos calcificados.

Selección de variables:

Precisión (medida desde 0.5 hasta 1 mm del cdc) en la determinación de la longitud de trabajo. Localizador electrónico Root ZX.

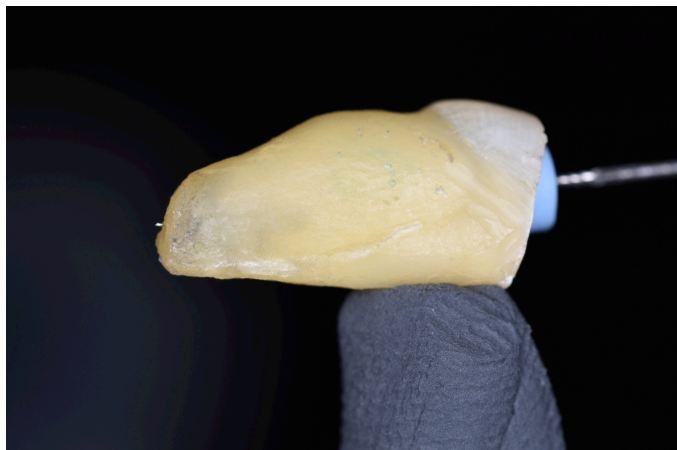
Variable independiente: Radiografía convencional y el ángulo del Cono del rayos X.

Operación de variables:

Precisión. Se define como la capacidad de un instrumento de dar el mismo resultado en mediciones diferentes realizadas en las mismas condiciones.

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

- Se llevo a cabo la recolección de la muestra en la clínica H (exodoncia) de la facultad de odontología campus Tijuana, B. C.
- La muestra consistió en 272 raíces de órganos dentarios que tuvieran un desarrollo completo, sin reabsorción, sin curvaturas muy marcadas, conductos no muy estrechos y sin calcificaciones.



Se les cortó la corona al órgano dentario con un disco de diamante, con la finalidad de dejar una superficie plana para que el tope no tenga variaciones al momento de tomar la medida de longitud de trabajo.



Se enumeraron todos los órganos dentarios de la muestra con un marcador de punta delgada en un número progresivo del 1 hasta el 272.

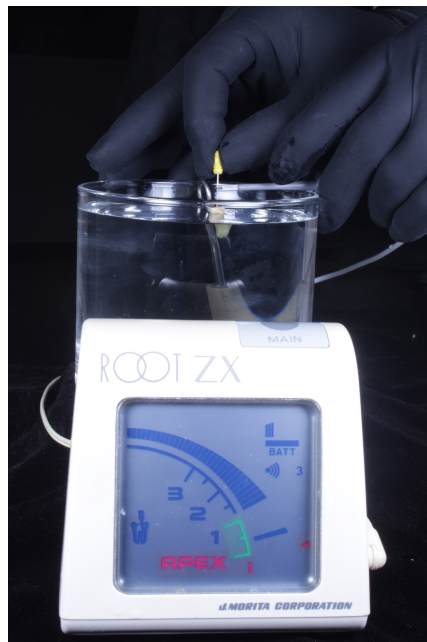
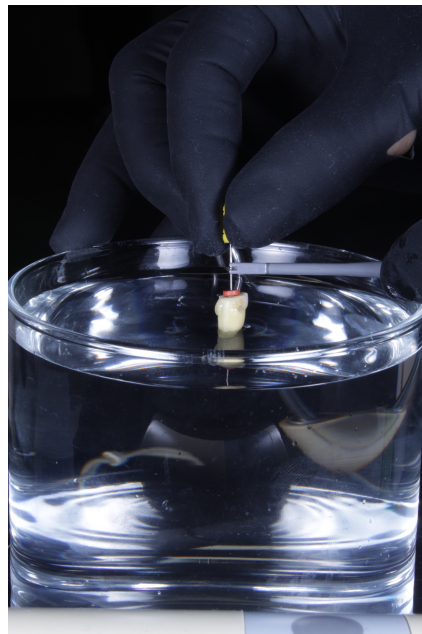
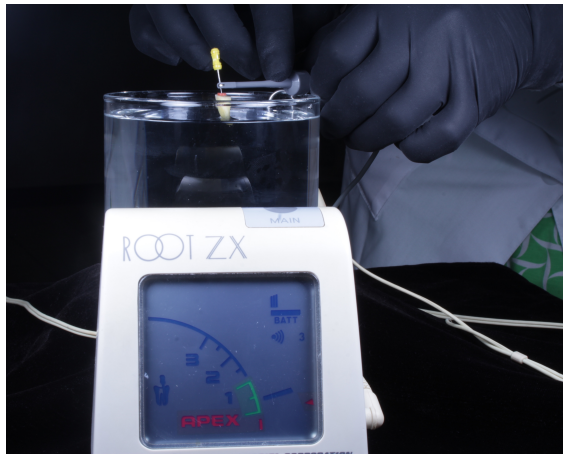
Después estos dientes se patentizaron con una lima # 15. K- file (DENTSPLY®) Para verificar que los conductos estén completamente permeables.



Una vez que se patentizaron todos los dientes de la muestra se procedió a la realización del agar para la medición de la siguiente forma:

Se puso al fuego cloruro de sodio equivalente a 250ml una vez que se encontró a punto de ebullición se retiró del fuego, se agregó un sobre de grenetina, se mezcló perfectamente hasta que esta se disolvió completamente y se colocó en el refrigerador durante 1 hora hasta que tuvo una consistencia firme. ⁽³⁵⁾

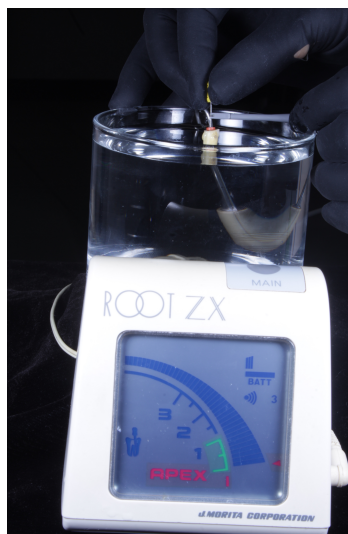




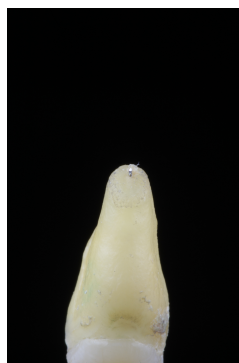
Se colocó cada uno de los dientes de la muestra en la grenetina comenzando del 1 y siguiendo el orden de la numeración. Junto con el clip del localizador dentro del contenedor del agar.

Se tomó la medición de la longitud con los localizadores de trabajo de la siguiente forma:

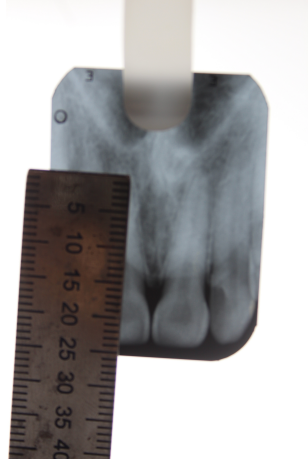
1.- Se colocó el diente 1 en el contenedor con grenetina junto con el clip del localizador apical, se introduce la lima # 15 dentro del conducto y se realizó la medición (cuidando que el localizador este calibrado a 0.5 del foramen apical) utilizando el Root ZX y se anotó la medida.



2.- De acuerdo con la técnica de Ingle se toma la radiografía convencional, en esta misma se mide la longitud radicular, restando un milímetro.



3.- En la tercera toma de la medición real, donde se lleva la lima hasta el foramen apical. A esa longitud se le resta un milímetro.



Descripción de la muestra

Los órganos dentales incluidos en este estudio proceden de la clínica de exodoncia de la Facultad de Odontología, Campus Tijuana (México).

Doscientos setenta y dos dientes permanentes unirradiculares (anteriores y premolares) humanos de reciente extracción fueron utilizados en este estudio de acuerdo a los siguientes criterios de inclusión y exclusión.

Preparación de las muestras:

Los dientes fueron almacenados en recipientes de plástico con suero fisiológico hasta su utilización.

En el primer paso de la preparación de las piezas dentales, a cada espécimen se le retiró la corona clínica con un disco de diamante de una sola cara, montado en pieza de mano de baja velocidad. Este paso tenía como objetivo tener un punto de referencia constante.



Posteriormente al corte transversal, se realizó el acceso cameral, sobre el centro de la cámara pulpar con una fresa 170 de carburo de tuxteno (Brasseler GMBH & Co. Lemgo, Germany). La cámara pulpar fue irrigada con microdasyn con 2 centímetros cúbicos y con un explorador de conductos DG16 (Maillefer Instruments. Ballaigues, Switexerland) se verificó la entrada al conducto radicular.

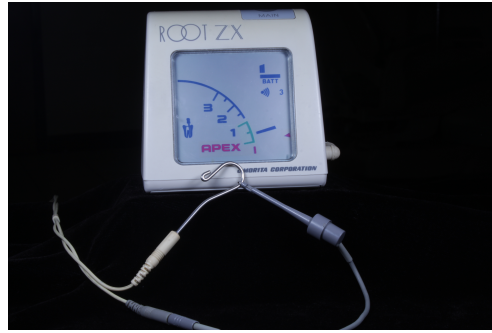
A todos los dientes se les introdujo una lima tipo K número 10 (Maillefer instruments, Ballaigues, Switzerland) hasta que fuera visible por el vértice de la raíz para verificar que el conducto fuera permeable.

Preparación del agar con grenetina:

Una vez que se permeabilizaron todos los dientes de la muestra se procedió a la preparación del agar. Se puso al fuego cloruro de sodio equivalente a 250 ml; una vez que se encontró a punto de ebullición, se retiró del fuego y se agregó un sobre de grenetina. Finalmente se mezcló perfectamente hasta que esta se disolvió completamente y se colocó en el refrigerador durante 1 hora hasta que tuvo una consistencia firme.



A continuación se colocaron cada uno de los dientes de la muestra en la grenetina comenzando del 1 y siguiendo el orden de la numeración. Para



reproducir in vitro las condiciones clínicas de mediciones electrónicas de conductos radiculares se mantuvo los especímenes en su porción radicular sumergidas en un recipiente con grenetina natural, a fin de simular la impedancia entre la mucosa oral y el tejido periodontal profundo.

Determinación de la longitud de trabajo

Los 272 especímenes fueron sometidos a 3 métodos diferentes de obtención de longitud de trabajo:

Longitud radiográfica

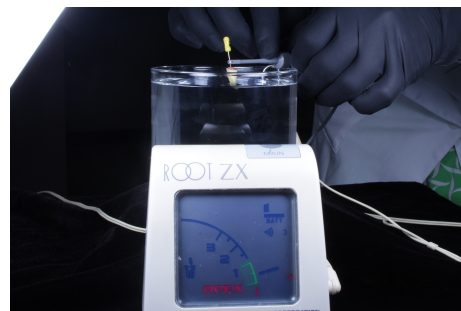
Para que la distancia fuera constante, se colocó la radiografía en el estabilizador (endo rinn). Los dientes fueron fijados a la película radiográfica (Kodak ultraspeed) con cinta adhesiva posicionándolos con la cara vestibular libre. A continuación se tomó la radiografía y se reveló la placa radiográfica;



se midió en la imagen la longitud del espécimen con regla milimétrica y a esta medida se le restó 1 mm, de acuerdo a la técnica descrita por Ingle (10) para determinar la longitud de trabajo.

Longitud electrónica

Se determinó utilizando el localizador electrónico de ápices Root ZX II (J Morita®). Se colocó cada diente en el contenedor con grenetina junto con el clip del localizador apical; se introducía la Lima #15. En ese momento, se encendió el localizador electrónico (calibrado a 0.5 mm. del foramen



apical) y en la pantalla avanzan las barras que indican el acercamiento de la lima al foramen apical en el momento que las barras indicadoras se posicionan faltando 0.5 mm para llegar al foramen apical, se detiene el avance de la lima endodóntica y se anota la longitud.

Longitud real (macroscópica)

Para determinar esta longitud, se introdujo en el conducto una lima tipo K Flex-R #15 hasta que se pudo observar la punta de la lima en el foramen.

A esta longitud se le restó 1 mm siguiendo lo propuesto por Kuttler (37) que establece que la constricción apical se encuentra a 1 mm del foramen apical.

MÉTODO ESTADÍSTICO

En este estudio se realizó: Una *estadística descriptiva* (Media aritmética, desviación estándar, máximos y mínimos, porcentajes).

Una *estadística analítica*. Para la comparación de muestras relacionadas se utilizó la prueba no paramétrica de Wilcoxon, con diferencias entre medias en valores absolutos.

Se consideró como nivel mínimo de significación un valor de $p < 0.05$.

Los datos fueron procesados con el programa estadístico SPSS versión 15.0.1 para Windows (Statistical Package for the Social Sciences; SPSS Inc. Chicago, Illinois, USA).

RESULTADOS

Las medidas en milímetros encontradas en las 272 piezas dentarias analizadas determinando la longitud real (macroscópica), la longitud radiográfica y la longitud establecida por el localizador apical Root-ZX que se muestran en la tabla 2.

Tabla 2.- Medidas encontradas en las 272 piezas dentarias estudiadas utilizando la longitud real (macroscópica), la longitud radiográfica y la longitud determinada por el localizador apical Root-ZX. Todos los valores expresados en milímetros (mm.)

nº muestra	Longitud real - macroscópica - (mm.)	Longitud radiográfica (mm.)	Longitud localizador apical (mm.)
1	19.0	20.0	19.0
2	23.5	24.0	23.5
3	21.5	22.0	21.5
4	21.0	21.0	20.5
5	18.0	20.0	18.5
6	24.5	25.0	24.0
7	19.5	20.0	19.0
8	21.0	21.0	21.0
9	22.0	22.5	22.0
10	20.0	21.0	20.0
11	20.5	21.0	20.5
12	18.5	19.0	18.0
13	20.5	21.0	20.5
14	20.5	21.5	20.5

Tabla 2.- Medidas encontradas en las 272 piezas dentarias estudiadas utilizando la longitud real (macroscópica), la longitud radiográfica y la longitud determinada por el localizador apical Root-ZX. Todos los valores expresados en milímetros (mm.)

nº muestra	Longitud real - macroscópica - (mm.)	Longitud radiográfica (mm.)	Longitud localizador apical (mm.)
15	21.5	22.0	21.5
16	21.0	22.0	21.0
17	22.5	23.0	22.5
18	20.5	21.0	20.5
19	21.5	22.0	21.5
20	24.0	25.0	24.0
21	20.5	21.0	21.0
22	20.5	21.5	20.5
23	23.5	24.0	23.5
24	24.0	24.5	24.0
25	22.5	23.0	22.5
26	23.0	24.5	23.5
27	22.0	22.5	22.0
28	20.5	21.5	20.5
29	15.0	15.0	15.0
30	19.5	20.5	19.5
31	20.0	23.5	23.0
32	21.0	22.0	21.5
33	24.0	25.0	24.5
34	22.0	23.0	22.0
35	22.5	23.5	23.0
36	18.0	19.5	18.0
37	24.0	25.0	24.5
38	21.5	22.5	22.0
39	27.0	28.0	27.0

Tabla 2.- Medidas encontradas en las 272 piezas dentarias estudiadas utilizando la longitud real (macroscópica), la longitud radiográfica y la longitud determinada por el localizador apical Root-ZX. Todos los valores expresados en milímetros (mm.)

nº muestra	Longitud real - macroscópica - (mm.)	Longitud radiográfica (mm.)	Longitud localizador apical (mm.)
40	26.0	27.5	26.5
41	19.0	20.5	20.0
42	19.0	20.5	20.0
43	19.0	20.0	19.5
44	17.0	18.5	17.5
45	20.0	20.5	20.0
46	25.0	26.0	25.0
47	23.0	24.0	23.5
48	19.0	20.0	19.5
49	19.0	19.5	19.0
50	19.0	20.0	19.5
51	23.0	23.5	23.0
52	20.0	21.0	20.5
53	22.5	23.5	22.5
54	26.0	27.0	26.0
55	21.5	22.5	21.5
56	23.0	24.0	23.0
57	22.0	24.0	22.5
58	25.0	26.0	25.5
59	23.0	24.0	23.5
60	22.5	23.0	22.5
61	20.5	21.0	20.5
62	19.0	19.5	19.0
63	20.5	22.5	21.0
64	19.5	21.5	21.0

Tabla 2.- Medidas encontradas en las 272 piezas dentarias estudiadas utilizando la longitud real (macroscópica), la longitud radiográfica y la longitud determinada por el localizador apical Root-ZX. Todos los valores expresados en milímetros (mm.)

nº muestra	Longitud real - macroscópica - (mm.)	Longitud radiográfica (mm.)	Longitud localizador apical (mm.)
65	19.5	20.0	19.5
66	20.0	21.0	20.5
67	20.5	22.0	21.0
68	20.0	20.5	20.0
69	22.5	23.0	22.5
70	20.0	21.0	20.5
71	21.0	21.5	21.0
72	22.0	23.0	22.0
73	19.0	20.0	19.0
74	20.0	21.0	20.0
75	21.5	23.0	22.0
76	22.0	23.0	22.0
77	19.0	20.0	19.0
78	20.0	20.0	20.0
79	17.5	17.5	17.5
80	21.0	21.5	21.0
81	18.0	18.0	18.0
82	20.5	21.0	20.5
83	19.0	20.0	19.0
84	20.0	21.0	20.0
85	18.0	18.0	18.0
86	19.5	21.0	20.0
87	20.0	21.5	20.0
88	21.5	22.0	21.5
89	21.0	22.0	21.0

Tabla 2.- Medidas encontradas en las 272 piezas dentarias estudiadas utilizando la longitud real (macroscópica), la longitud radiográfica y la longitud determinada por el localizador apical Root-ZX. Todos los valores expresados en milímetros (mm.)

nº muestra	Longitud real - macroscópica - (mm.)	Longitud radiográfica (mm.)	Longitud localizador apical (mm.)
90	23.0	24.0	23.0
91	20.5	21.0	20.5
92	19.5	21.0	20.0
93	22.5	23.0	23.0
94	24.0	26.0	25.0
95	18.0	18.0	18.0
96	16.0	16.0	16.0
97	20.0	21.0	20.0
98	16.5	16.0	16.5
99	20.0	20.0	20.0
100	22.0	22.0	22.5
101	20.5	22.0	21.0
102	21.0	22.0	21.0
103	21.5	24.0	22.0
104	21.5	23.0	22.0
105	16.0	16.0	16.0
106	21.0	23.0	21.0
107	21.0	23.0	22.0
108	17.0	20.0	17.0
109	20.0	18.0	20.5
110	21.0	20.0	21.0
111	20.0	20.0	20.0
112	20.0	20.0	20.5
113	17.0	18.0	17.0
114	17.0	18.0	17.0

Tabla 2.- Medidas encontradas en las 272 piezas dentarias estudiadas utilizando la longitud real (macroscópica), la longitud radiográfica y la longitud determinada por el localizador apical Root-ZX. Todos los valores expresados en milímetros (mm.)

nº muestra	Longitud real - macroscópica - (mm.)	Longitud radiográfica (mm.)	Longitud localizador apical (mm.)
115	21.5	22.0	23.5
116	19.0	22.0	21.0
117	22.0	21.0	22.0
118	20.0	22.0	20.0
119	23.0	22.0	23.0
120	21.5	21.0	21.0
121	19.5	20.5	21.0
122	24.0	25.0	24.0
123	24.5	24.0	25.5
124	24.5	24.0	21.0
125	21.0	22.0	21.0
126	20.5	20.5	25.0
127	24.0	23.5	22.0
128	21.5	22.5	20.0
129	20.0	20.5	24.0
130	23.5	25.0	24.0
131	24.0	25.0	19.0
132	19.0	19.5	21.0
133	21.0	21.0	22.0
134	21.5	23.0	22.0
135	21.0	21.5	21.0
136	19.0	20.5	19.0
137	21.5	22.0	21.5
138	19.5	19.5	19.5
139	18.0	18.0	18.5

Tabla 2.- Medidas encontradas en las 272 piezas dentarias estudiadas utilizando la longitud real (macroscópica), la longitud radiográfica y la longitud determinada por el localizador apical Root-ZX. Todos los valores expresados en milímetros (mm.)

n° muestra	Longitud real - macroscópica - (mm.)	Longitud radiográfica (mm.)	Longitud localizador apical (mm.)
140	19.5	20.5	20.0
141	20.0	20.0	20.0
142	18.0	19.0	19.0
143	20.0	21.0	21.0
144	17.5	18.5	19.0
145	20.0	20.0	20.0
146	21.5	21.0	22.0
147	16.0	17.5	15.5
148	20.0	22.0	21.0
149	19.0	19.5	19.0
150	21.5	21.5	21.5
151	21.5	21.0	22.0
152	22.5	24.0	23.0
153	21.0	22.0	21.0
154	23.5	25.0	24.0
155	21.5	21.0	21.5
156	21.0	23.0	21.0
157	18.5	20.0	18.5
158	20.5	21.0	21.0
159	21.0	23.0	21.0
160	20.0	21.0	19.5
161	21.0	21.0	21.5
162	21.5	24.0	21.0
163	21.0	19.0	21.0
164	22.5	26.0	25.0

Tabla 2.- Medidas encontradas en las 272 piezas dentarias estudiadas utilizando la longitud real (macroscópica), la longitud radiográfica y la longitud determinada por el localizador apical Root-ZX. Todos los valores expresados en milímetros (mm.)

nº muestra	Longitud real - macroscópica - (mm.)	Longitud radiográfica (mm.)	Longitud localizador apical (mm.)
165	22.0	25.0	21.5
166	21.0	22.0	20.5
167	20.0	22.0	20.5
168	22.5	24.0	23.0
169	25.0	26.0	25.0
170	17.5	19.0	17.5
171	23.0	24.0	23.5
172	22.0	23.0	23.0
173	23.0	23.0	24.0
174	19.0	19.0	18.5
175	21.0	22.0	21.5
176	22.0	24.0	23.0
177	21.5	21.0	20.5
178	19.5	22.0	19.5
179	18.0	19.0	18.0
180	17.5	21.0	18.0
181	22.0	23.0	22.0
182	24.0	25.0	24.0
183	22.0	23.5	22.5
184	20.0	21.0	20.0
185	26.0	27.5	26.0
186	19.0	20.0	19.5
187	20.0	21.0	20.0
188	19.0	20.0	19.5
189	19.5	20.5	19.5

Tabla 2.- Medidas encontradas en las 272 piezas dentarias estudiadas utilizando la longitud real (macroscópica), la longitud radiográfica y la longitud determinada por el localizador apical Root-ZX. Todos los valores expresados en milímetros (mm.)

nº muestra	Longitud real - macroscópica - (mm.)	Longitud radiográfica (mm.)	Longitud localizador apical (mm.)
190	18.0	19.0	18.5
191	22.0	23.0	22.0
192	20.5	21.5	20.5
193	17.0	18.0	17.5
194	20.5	21.5	21.0
195	22.0	23.0	22.0
196	20.0	21.0	20.0
197	22.0	23.0	22.0
198	21.0	22.0	21.0
199	20.0	21.0	20.5
200	22.0	23.0	22.5
201	21.0	22.0	21.0
202	19.0	20.0	19.0
203	20.5	21.5	20.5
204	18.0	19.0	18.0
205	26.0	27.0	26.0
206	22.5	23.5	22.5
207	26.5	27.5	26.5
208	22.0	23.0	22.5
209	21.0	22.5	21.5
210	19.5	20.5	20.0
211	18.5	19.0	18.5
212	21.0	21.5	21.0
213	16.0	17.0	16.5
214	22.0	23.0	22.5

Tabla 2.- Medidas encontradas en las 272 piezas dentarias estudiadas utilizando la longitud real (macroscópica), la longitud radiográfica y la longitud determinada por el localizador apical Root-ZX. Todos los valores expresados en milímetros (mm.)

nº muestra	Longitud real - macroscópica - (mm.)	Longitud radiográfica (mm.)	Longitud localizador apical (mm.)
215	20.5	22.0	21.0
216	23.0	24.0	23.5
217	22.0	23.5	22.5
218	15.0	16.0	15.0
219	19.0	19.5	19.0
220	21.5	21.5	21.0
221	17.0	17.5	16.0
222	21.0	22.0	21.0
223	24.5	24.0	24.0
224	24.5	23.0	24.0
225	20.5	20.5	20.0
226	21.0	21.0	21.0
227	18.0	17.5	18.0
228	20.0	19.0	20.0
229	21.5	21.0	21.5
230	19.0	18.5	19.0
231	20.0	20.0	20.0
232	20.0	19.0	20.0
233	22.0	23.0	21.5
234	27.0	28.0	26.5
235	22.0	21.0	21.5
236	20.5	22.0	20.5
237	18.5	19.0	18.0
238	21.5	21.0	21.5
239	23.0	24.0	22.5

Tabla 2.- Medidas encontradas en las 272 piezas dentarias estudiadas utilizando la longitud real (macroscópica), la longitud radiográfica y la longitud determinada por el localizador apical Root-ZX. Todos los valores expresados en milímetros (mm.)

nº muestra	Longitud real - macroscópica - (mm.)	Longitud radiográfica (mm.)	Longitud localizador apical (mm.)
240	24.0	25.0	23.5
241	21.0	21.0	21.0
242	19.0	20.0	19.0
243	20.0	20.0	20.0
244	19.0	18.0	19.0
245	21.0	20.0	21.0
246	19.0	17.5	18.5
247	20.0	20.0	20.0
248	22.0	21.5	21.0
249	15.5	16.0	17.5
250	21.0	20.0	22.0
251	19.0	19.0	19.5
252	21.5	21.5	21.5
253	22.0	21.5	21.0
254	23.0	22.5	24.0
255	21.0	21.0	22.0
256	24.0	23.5	25.0
257	21.5	21.5	21.0
258	21.0	21.0	23.0
259	18.5	18.5	20.0
260	21.0	20.5	21.0
261	21.0	21.0	23.0
262	19.5	20.0	21.0
263	21.5	21.0	21.0
264	21.0	21.5	24.0

Tabla 2.- Medidas encontradas en las 272 piezas dentarias estudiadas utilizando la longitud real (macroscópica), la longitud radiográfica y la longitud determinada por el localizador apical Root-ZX. Todos los valores expresados en milímetros (mm.)

nº muestra	Longitud real - macroscópica - (mm.)	Longitud radiográfica (mm.)	Longitud localizador apical (mm.)
265	21.0	21.0	19.0
266	25.0	22.5	26.0
267	21.5	22.0	25.0
268	20.5	21.0	22.0
269	20.5	20.0	22.0
270	23.0	22.5	24.0
271	25.0	25.0	26.0
272	17.5	17.5	19.0

Al analizar la longitud real, en la que se observa la lima en el foramen apical y se resta 1 mm., se encuentra un valor medio de 20.83 ± 2.14 milímetros con un rango que oscila entre el valor mínimo de 15 mm. y el valor máximo de 27 mm.

En el caso de la longitud radiográfica, de acuerdo con la técnica para la longitud de trabajo de Ingle se resta 1 mm. a esta medida radiográfica. Se observó una longitud radiográfica media de 21.51 ± 2.27 milímetros con un rango que se sitúa entre los 15 mm. y los 28 mm.

Con el localizador de apices Root-ZX, se halla un valor medio de 21.07 ± 2.20 milímetros con un rango que varía entre los 15 mm. De la longitud más corta y los 27 mm. de la longitud más larga.

La mayor longitud media de trabajo es la radiográfica con un valor de 21.51 milímetros, seguido de la longitud media del localizador Root-ZX (21.07 milímetros) y, finalmente, la longitud más corta es la longitud real con un valor medio de 20.83 milímetros.

Con el fin de estudiar las posibles discrepancias (diferencias) existentes entre las tres mediciones, se comparó la medición real tanto con la medición radiográfica (tabla 3) como la medición del localizador apical Root-ZX (tabla 4). Asimismo se confrontó la medición del Root-ZX con la medición radiográfica (tabla 5).

En la tabla 3 se exponen las mediciones realizadas en los 272 dientes del estudio atendiendo a la longitud real (macroscópica), la longitud radiográfica y los valores de diferencia encontrados entre ambas medidas.

Tabla 3.- Medidas encontradas en las 272 piezas dentarias estudiadas utilizando la longitud real (macroscópica), la longitud radiográfica y valores de diferencia entre ambos parámetros.

nº muestra	Longitud real (macroscópica) expresada en mm.	Longitud radiográfica expresada en mm.	Diferencia expresada en mm.
1	19.0	20.0	-1.00
2	23.5	24.0	-0.50
3	21.5	22.0	-0.50
4	21.0	21.0	0.00
5	18.0	20.0	-2.00
6	24.5	25.0	-0.50
7	19.5	20.0	-0.50
8	21.0	21.0	0.00
9	22.0	22.5	-0.50
10	20.0	21.0	-1.00
11	20.5	21.0	-0.50
12	18.5	19.0	-0.50
13	20.5	21.0	-0.50
14	20.5	21.5	-1.00
15	21.5	22.0	-0.50
16	21.0	22.0	-1.00
17	22.5	23.0	-0.50
18	20.5	21.0	-0.50
19	21.5	22.0	-0.50
20	24.0	25.0	-1.00
21	20.5	21.0	-0.50
22	20.5	21.5	-1.00
23	23.5	24.0	-0.50
24	24.0	24.5	-0.50
25	22.5	23.0	-0.50
26	23.0	24.5	-1.50
27	22.0	22.5	-0.50

Tabla 3.- Medidas encontradas en las 272 piezas dentarias estudiadas utilizando la longitud real (macroscópica), la longitud radiográfica y valores de diferencia entre ambos parámetros.

nº muestra	Longitud real (macroscópica) expresada en mm.	Longitud radiográfica expresada en mm.	Diferencia expresada en mm.
28	20.5	21.5	-1.00
29	15.0	15.0	0.00
30	19.5	20.5	-1.00
31	20.0	23.5	-3.50
32	21.0	22.0	-1.00
33	24.0	25.0	-1.00
34	22.0	23.0	-1.00
35	22.5	23.5	-1.00
36	18.0	19.5	-1.50
37	24.0	25.0	-1.00
38	21.5	22.5	-1.00
39	27.0	28.0	-1.00
40	26.0	27.5	-1.50
41	19.0	20.5	-1.50
42	19.0	20.5	-1.50
43	19.0	20.0	-1.00
44	17.0	18.5	-1.50
45	20.0	20.5	-0.50
46	25.0	26.0	-1.00
47	23.0	24.0	-1.00
48	19.0	20.0	-1.00
49	19.0	19.5	-0.50
50	19.0	20.0	-1.00
51	23.0	23.5	-0.50

Tabla 3.- Medidas encontradas en las 272 piezas dentarias estudiadas utilizando la longitud real (macroscópica), la longitud radiográfica y valores de diferencia entre ambos parámetros.

nº muestra	Longitud real (macroscópica) expresada en mm.	Longitud radiográfica expresada en mm.	Diferencia expresada en mm.
52	20.0	21.0	-1.00
53	22.5	23.5	-1.00
54	26.0	27.0	-1.00
55	21.5	22.5	-1.00
56	23.0	24.0	-1.00
57	22.0	24.0	-2.00
58	25.0	26.0	-1.00
59	23.0	24.0	-1.00
60	22.5	23.0	-0.50
61	20.5	21.0	-0.50
62	19.0	19.5	-0.50
63	20.5	22.5	-2.00
64	19.5	21.5	-2.00
65	19.5	20.0	-0.50
66	20.0	21.0	-1.00
67	20.5	22.0	-1.50
68	20.0	20.5	-0.50
69	22.5	23.0	-0.50
70	20.0	21.0	-1.00
71	21.0	21.5	-0.50
72	22.0	23.0	-1.00
73	19.0	20.0	-1.00
74	20.0	21.0	-1.00
75	21.5	23.0	-1.50

Tabla 3.- Medidas encontradas en las 272 piezas dentarias estudiadas utilizando la longitud real (macroscópica), la longitud radiográfica y valores de diferencia entre ambos parámetros.

nº muestra	Longitud real (macroscópica) expresada en mm.	Longitud radiográfica expresada en mm.	Diferencia expresada en mm.
76	22.0	23.0	-1.00
77	19.0	20.0	-1.00
78	20.0	20.0	0.00
79	17.5	17.5	0.00
80	21.0	21.5	-0.50
81	18.0	18.0	0.00
82	20.5	21.0	-0.50
83	19.0	20.0	-1.00
84	20.0	21.0	-1.00
85	18.0	18.0	0.00
86	19.5	21.0	-1.50
87	20.0	21.5	-1.50
88	21.5	22.0	-0.50
89	21.0	22.0	-1.00
90	23.0	24.0	-1.00
91	20.5	21.0	-0.50
92	19.5	21.0	-1.50
93	22.5	23.0	-0.50
94	24.0	26.0	-2.00
95	18.0	18.0	0.00
96	16.0	16.0	0.00
97	20.0	21.0	-1.00
98	16.5	16.0	0.50
99	20.0	20.0	0.00

Tabla 3.- Medidas encontradas en las 272 piezas dentarias estudiadas utilizando la longitud real (macroscópica), la longitud radiográfica y valores de diferencia entre ambos parámetros.

nº muestra	Longitud real (macroscópica) expresada en mm.	Longitud radiográfica expresada en mm.	Diferencia expresada en mm.
100	22.0	22.0	0.00
101	20.5	22.0	-1.50
102	21.0	22.0	-1.00
103	21.5	24.0	-2.50
104	21.5	23.0	-1.50
105	16.0	16.0	0.00
106	21.0	23.0	-2.00
107	21.0	23.0	-2.00
108	17.0	20.0	-3.00
109	20.0	18.0	2.00
110	21.0	20.0	1.00
111	20.0	20.0	0.00
112	20.0	20.0	0.00
113	17.0	18.0	-1.00
114	17.0	18.0	-1.00
115	21.5	22.0	-0.50
116	19.0	22.0	-3.00
117	22.0	21.0	1.00
118	20.0	22.0	-2.00
119	23.0	22.0	1.00
120	21.5	21.0	0.50
121	19.5	20.5	-1.00
122	24.0	25.0	-1.00
123	24.5	24.0	0.50

Tabla 3.- Medidas encontradas en las 272 piezas dentarias estudiadas utilizando la longitud real (macroscópica), la longitud radiográfica y valores de diferencia entre ambos parámetros.

nº muestra	Longitud real (macroscópica) expresada en mm.	Longitud radiográfica expresada en mm.	Diferencia expresada en mm.
124	24.5	24.0	0.50
125	21.0	22.0	-1.00
126	20.5	20.5	0.00
127	24.0	23.5	0.50
128	21.5	22.5	-1.00
129	20.0	20.5	-0.50
130	23.5	25.0	-1.50
131	24.0	25.0	-1.00
132	19.0	19.5	-0.50
133	21.0	21.0	0.00
134	21.5	23.0	-1.50
135	21.0	21.5	-0.50
136	19.0	20.5	-1.50
137	21.5	22.0	-0.50
138	19.5	19.5	0.00
139	18.0	18.0	0.00
140	19.5	20.5	-1.00
141	20.0	20.0	0.00
142	18.0	19.0	-1.00
143	20.0	21.0	-1.00
144	17.5	18.5	-1.00
145	20.0	20.0	0.00
146	21.5	21.0	0.50
147	16.0	17.5	-1.50

Tabla 3.- Medidas encontradas en las 272 piezas dentarias estudiadas utilizando la longitud real (macroscópica), la longitud radiográfica y valores de diferencia entre ambos parámetros.

nº muestra	Longitud real (macroscópica) expresada en mm.	Longitud radiográfica expresada en mm.	Diferencia expresada en mm.
148	20.0	22.0	-2.00
149	19.0	19.5	-0.50
150	21.5	21.5	0.00
151	21.5	21.0	0.50
152	22.5	24.0	-1.50
153	21.0	22.0	-1.00
154	23.5	25.0	-1.50
155	21.5	21.0	0.50
156	21.0	23.0	-2.00
157	18.5	20.0	-1.50
158	20.5	21.0	-0.50
159	21.0	23.0	-2.00
160	20.0	21.0	-1.00
161	21.0	21.0	0.00
162	21.5	24.0	-2.50
163	21.0	19.0	2.00
164	22.5	26.0	-3.50
165	22.0	25.0	-3.00
166	21.0	22.0	-1.00
167	20.0	22.0	-2.00
168	22.5	24.0	-1.50
169	25.0	26.0	-1.00
170	17.5	19.0	-1.50
171	23.0	24.0	-1.00

Tabla 3.- Medidas encontradas en las 272 piezas dentarias estudiadas utilizando la longitud real (macroscópica), la longitud radiográfica y valores de diferencia entre ambos parámetros.

nº muestra	Longitud real (macroscópica) expresada en mm.	Longitud radiográfica expresada en mm.	Diferencia expresada en mm.
172	22.0	23.0	-1.00
173	23.0	23.0	0.00
174	19.0	19.0	0.00
175	21.0	22.0	-1.00
176	22.0	24.0	-2.00
177	21.5	21.0	0.50
178	19.5	22.0	-2.50
179	18.0	19.0	-1.00
180	17.5	21.0	-3.50
181	22.0	23.0	-1.00
182	24.0	25.0	-1.00
183	22.0	23.5	-1.50
184	20.0	21.0	-1.00
185	26.0	27.5	-1.50
186	19.0	20.0	-1.00
187	20.0	21.0	-1.00
188	19.0	20.0	-1.00
189	19.5	20.5	-1.00
190	18.0	19.0	-1.00
191	22.0	23.0	-1.00
192	20.5	21.5	-1.00
193	17.0	18.0	-1.00
194	20.5	21.5	-1.00
195	22.0	23.0	-1.00

Tabla 3.- Medidas encontradas en las 272 piezas dentarias estudiadas utilizando la longitud real (macroscópica), la longitud radiográfica y valores de diferencia entre ambos parámetros.

nº muestra	Longitud real (macroscópica) expresada en mm.	Longitud radiográfica expresada en mm.	Diferencia expresada en mm.
196	20.0	21.0	-1.00
197	22.0	23.0	-1.00
198	21.0	22.0	-1.00
199	20.0	21.0	-1.00
200	22.0	23.0	-1.00
201	21.0	22.0	-1.00
202	19.0	20.0	-1.00
203	20.5	21.5	-1.00
204	18.0	19.0	-1.00
205	26.0	27.0	-1.00
206	22.5	23.5	-1.00
207	26.5	27.5	-1.00
208	22.0	23.0	-1.00
209	21.0	22.5	-1.50
210	19.5	20.5	-1.00
211	18.5	19.0	-0.50
212	21.0	21.5	-0.50
213	16.0	17.0	-1.00
214	22.0	23.0	-1.00
215	20.5	22.0	-1.50
216	23.0	24.0	-1.00
217	22.0	23.5	-1.50
218	15.0	16.0	-1.00
219	19.0	19.5	-0.50

Tabla 3.- Medidas encontradas en las 272 piezas dentarias estudiadas utilizando la longitud real (macroscópica), la longitud radiográfica y valores de diferencia entre ambos parámetros.

nº muestra	Longitud real (macroscópica) expresada en mm.	Longitud radiográfica expresada en mm.	Diferencia expresada en mm.
220	21.5	21.5	0.00
221	17.0	17.5	-0.50
222	21.0	22.0	-1.00
223	24.5	24.0	0.50
224	24.5	23.0	1.50
225	20.5	20.5	0.00
226	21.0	21.0	0.00
227	18.0	17.5	0.50
228	20.0	19.0	1.00
229	21.5	21.0	0.50
230	19.0	18.5	0.50
231	20.0	20.0	0.00
232	20.0	19.0	1.00
233	22.0	23.0	-1.00
234	27.0	28.0	-1.00
235	22.0	21.0	1.00
236	20.5	22.0	-1.50
237	18.5	19.0	-0.50
238	21.5	21.0	0.50
239	23.0	24.0	-1.00
240	24.0	25.0	-1.00
241	21.0	21.0	0.00
242	19.0	20.0	-1.00
243	20.0	20.0	0.00

Tabla 3.- Medidas encontradas en las 272 piezas dentarias estudiadas utilizando la longitud real (macroscópica), la longitud radiográfica y valores de diferencia entre ambos parámetros.

nº muestra	Longitud real (macroscópica) expresada en mm.	Longitud radiográfica expresada en mm.	Diferencia expresada en mm.
244	19.0	18.0	1.00
245	21.0	20.0	1.00
246	19.0	17.5	1.50
247	20.0	20.0	0.00
248	22.0	21.5	0.50
249	15.5	16.0	-0.50
250	21.0	20.0	1.00
251	19.0	19.0	0.00
252	21.5	21.5	0.00
253	22.0	21.5	0.50
254	23.0	22.5	0.50
255	21.0	21.0	0.00
256	24.0	23.5	0.50
257	21.5	21.5	0.00
258	21.0	21.0	0.00
259	18.5	18.5	0.00
260	21.0	20.5	0.50
261	21.0	21.0	0.00
262	19.5	20.0	-0.50
263	21.5	21.0	0.50
264	21.0	21.5	-0.50
265	21.0	21.0	0.00
266	25.0	22.5	2.50
267	21.5	22.0	-0.50

Tabla 3.- Medidas encontradas en las 272 piezas dentarias estudiadas utilizando la longitud real (macroscópica), la longitud radiográfica y valores de diferencia entre ambos parámetros.

nº muestra	Longitud real (macroscópica) expresada en mm.	Longitud radiográfica expresada en mm.	Diferencia expresada en mm.
268	20.5	21.0	-0.50
269	20.5	20.0	0.50
270	23.0	22.5	0.50
271	25.0	25.0	0.00
272	17.5	17.5	0.00
Z= -10.44 p<0.001			

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Cuando se comparan ambas medidas, la real y la radiográfica, en general se aprecian medidas radiográficas más largas que las medidas reales. En el análisis estadístico se encontró relación altamente significativa entre ambos parámetros (Z= -10.44; p<0.001).

Si se analiza la diferencia longitud real y la longitud radiográfica se observa una diferencia media de -0.68 ± 0.88 milímetros. Esto es, la longitud radiográfica es, de media, 0.68 mm superior a la longitud real. Tras el análisis estadístico también existió asociación altamente significativa (Z= -6.81; p<0.001).

En el siguiente gráfico de barras (figura 2) se muestra las discrepancias existentes entre las medidas real (macroscópica) y radiográfica. Sólo hay coincidencia entre ambas longitudes (real y radiográfica) en el 15.1% de los casos. Si se acepta una discrepancia de ± 0.5 mm. este porcentaje asciende al 41.2%.

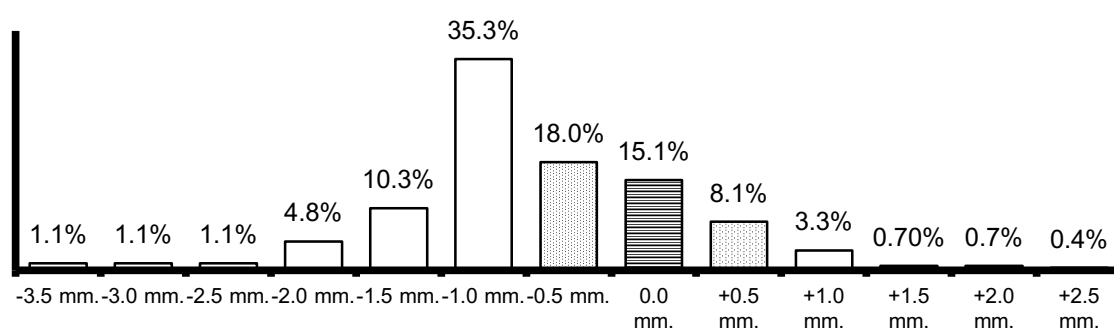


Figura 2.- Discrepancia en mm. entre la longitud real y la longitud radiográfica

La tabla 4 representa las mediciones realizadas en los 272 dientes del estudio considerando la longitud real (macroscópica), la longitud indicada por el localizador apical Root-ZX y los valores de diferencia encontrados entre ambos registros.

Tabla 4.- Medidas encontradas en las 272 piezas dentarias estudiadas utilizando la longitud real (macroscópica), el localizador Root-ZX y valores de diferencia entre ambos parámetros.

nº muestra	Longitud real expresada en mm.	Longitud localizador apical expresada en mm.	Diferencia expresada en mm.
1	19.0	19.0	0.00
2	23.5	23.5	0.00
3	21.5	21.5	0.00

Tabla 4.- Medidas encontradas en las 272 piezas dentarias estudiadas utilizando la longitud real (macroscópica), el localizador Root-ZX y valores de diferencia entre ambos parámetros.

nº muestra	Longitud real expresada en mm.	Longitud localizador apical expresada en mm.	Diferencia expresada en mm.
4	21.0	20.5	0.50
5	18.0	18.5	-0.50
6	24.5	24.0	0.50
7	19.5	19.0	0.50
8	21.0	21.0	0.00
9	22.0	22.0	0.00
10	20.0	20.0	0.00
11	20.5	20.5	0.00
12	18.5	18.0	0.50
13	20.5	20.5	0.00
14	20.5	20.5	0.00
15	21.5	21.5	0.00
16	21.0	21.0	0.00
17	22.5	22.5	0.00
18	20.5	20.5	0.00
19	21.5	21.5	0.00
20	24.0	24.0	0.00
21	20.5	21.0	-0.50
22	20.5	20.5	0.00
23	23.5	23.5	0.00
24	24.0	24.0	0.00
25	22.5	22.5	0.00
26	23.0	23.5	-0.50
27	22.0	22.0	0.00
28	20.5	20.5	0.00

Tabla 4.- Medidas encontradas en las 272 piezas dentarias estudiadas utilizando la longitud real (macroscópica), el localizador Root-ZX y valores de diferencia entre ambos parámetros.

nº muestra	Longitud real expresada en mm.	Longitud localizador apical expresada en mm.	Diferencia expresada en mm.
29	15.0	15.0	0.00
30	19.5	19.5	0.00
31	20.0	23.0	-3.00
32	21.0	21.5	-0.50
33	24.0	24.5	-0.50
34	22.0	22.0	0.00
35	22.5	23.0	-0.50
36	18.0	18.0	0.00
37	24.0	24.5	-0.50
38	21.5	22.0	-0.50
39	27.0	27.0	0.00
40	26.0	26.5	-0.50
41	19.0	20.0	-1.00
42	19.0	20.0	-1.00
43	19.0	19.5	-0.50
44	17.0	17.5	-0.50
45	20.0	20.0	0.00
46	25.0	25.0	0.00
47	23.0	23.5	-0.50
48	19.0	19.5	-0.50
49	19.0	19.0	0.00
50	19.0	19.5	-0.50
51	23.0	23.0	0.00
52	20.0	20.5	-0.50
53	22.5	22.5	0.00

Tabla 4.- Medidas encontradas en las 272 piezas dentarias estudiadas utilizando la longitud real (macroscópica), el localizador Root-ZX y valores de diferencia entre ambos parámetros.

nº muestra	Longitud real expresada en mm.	Longitud localizador apical expresada en mm.	Diferencia expresada en mm.
54	26.0	26.0	0.00
55	21.5	21.5	0.00
56	23.0	23.0	0.00
57	22.0	22.5	-0.50
58	25.0	25.5	-0.50
59	23.0	23.5	-0.50
60	22.5	22.5	0.00
61	20.5	20.5	0.00
62	19.0	19.0	0.00
63	20.5	21.0	-0.50
64	19.5	21.0	-1.50
65	19.5	19.5	0.00
66	20.0	20.5	-0.50
67	20.5	21.0	-0.50
68	20.0	20.0	0.00
69	22.5	22.5	0.00
70	20.0	20.5	-0.50
71	21.0	21.0	0.00
72	22.0	22.0	0.00
73	19.0	19.0	0.00
74	20.0	20.0	0.00
75	21.5	22.0	-0.50
76	22.0	22.0	0.00
77	19.0	19.0	0.00
78	20.0	20.0	0.00

Tabla 4.- Medidas encontradas en las 272 piezas dentarias estudiadas utilizando la longitud real (macroscópica), el localizador Root-ZX y valores de diferencia entre ambos parámetros.

nº muestra	Longitud real expresada en mm.	Longitud localizador apical expresada en mm.	Diferencia expresada en mm.
79	17.5	17.5	0.00
80	21.0	21.0	0.00
81	18.0	18.0	0.00
82	20.5	20.5	0.00
83	19.0	19.0	0.00
84	20.0	20.0	0.00
85	18.0	18.0	0.00
86	19.5	20.0	-0.50
87	20.0	20.0	0.00
88	21.5	21.5	0.00
89	21.0	21.0	0.00
90	23.0	23.0	0.00
91	20.5	20.5	0.00
92	19.5	20.0	-0.50
93	22.5	23.0	-0.50
94	24.0	25.0	-1.00
95	18.0	18.0	0.00
96	16.0	16.0	0.00
97	20.0	20.0	0.00
98	16.5	16.5	0.00
99	20.0	20.0	0.00
100	22.0	22.5	-0.50
101	20.5	21.0	-0.50
102	21.0	21.0	0.00
103	21.5	22.0	-0.50

Tabla 4.- Medidas encontradas en las 272 piezas dentarias estudiadas utilizando la longitud real (macroscópica), el localizador Root-ZX y valores de diferencia entre ambos parámetros.

nº muestra	Longitud real expresada en mm.	Longitud localizador apical expresada en mm.	Diferencia expresada en mm.
104	21.5	22.0	-0.50
105	16.0	16.0	0.00
106	21.0	21.0	0.00
107	21.0	22.0	-1.00
108	17.0	17.0	0.00
109	20.0	20.5	-0.50
110	21.0	21.0	0.00
111	20.0	20.0	0.00
112	20.0	20.5	-0.50
113	17.0	17.0	0.00
114	17.0	17.0	0.00
115	21.5	23.5	-2.00
116	19.0	21.0	-2.00
117	22.0	22.0	0.00
118	20.0	20.0	0.00
119	23.0	23.0	0.00
120	21.5	21.0	0.50
121	19.5	21.0	-1.50
122	24.0	24.0	0.00
123	24.5	25.5	-1.00
124	24.5	21.0	3.50
125	21.0	21.0	0.00
126	20.5	25.0	-4.50
127	24.0	22.0	2.00
128	21.5	20.0	1.50

Tabla 4.- Medidas encontradas en las 272 piezas dentarias estudiadas utilizando la longitud real (macroscópica), el localizador Root-ZX y valores de diferencia entre ambos parámetros.

nº muestra	Longitud real expresada en mm.	Longitud localizador apical expresada en mm.	Diferencia expresada en mm.
129	20.0	24.0	-4.00
130	23.5	24.0	-0.50
131	24.0	19.0	5.00
132	19.0	21.0	-2.00
133	21.0	22.0	-1.00
134	21.5	22.0	-0.50
135	21.0	21.0	0.00
136	19.0	19.0	0.00
137	21.5	21.5	0.00
138	19.5	19.5	0.00
139	18.0	18.5	-0.50
140	19.5	20.0	-0.50
141	20.0	20.0	0.00
142	18.0	19.0	-1.00
143	20.0	21.0	-1.00
144	17.5	19.0	-1.50
145	20.0	20.0	0.00
146	21.5	22.0	-0.50
147	16.0	15.5	0.50
148	20.0	21.0	-1.00
149	19.0	19.0	0.00
150	21.5	21.5	0.00
151	21.5	22.0	-0.50
152	22.5	23.0	-0.50
153	21.0	21.0	0.00

Tabla 4.- Medidas encontradas en las 272 piezas dentarias estudiadas utilizando la longitud real (macroscópica), el localizador Root-ZX y valores de diferencia entre ambos parámetros.

nº muestra	Longitud real expresada en mm.	Longitud localizador apical expresada en mm.	Diferencia expresada en mm.
154	23.5	24.0	-0.50
155	21.5	21.5	0.00
156	21.0	21.0	0.00
157	18.5	18.5	0.00
158	20.5	21.0	-0.50
159	21.0	21.0	0.00
160	20.0	19.5	0.50
161	21.0	21.5	-0.50
162	21.5	21.0	0.50
163	21.0	21.0	0.00
164	22.5	25.0	-2.50
165	22.0	21.5	0.50
166	21.0	20.5	0.50
167	20.0	20.5	-0.50
168	22.5	23.0	-0.50
169	25.0	25.0	0.00
170	17.5	17.5	0.00
171	23.0	23.5	-0.50
172	22.0	23.0	-1.00
173	23.0	24.0	-1.00
174	19.0	18.5	0.50
175	21.0	21.5	-0.50
176	22.0	23.0	-1.00
177	21.5	20.5	1.00
178	19.5	19.5	0.00

Tabla 4.- Medidas encontradas en las 272 piezas dentarias estudiadas utilizando la longitud real (macroscópica), el localizador Root-ZX y valores de diferencia entre ambos parámetros.

nº muestra	Longitud real expresada en mm.	Longitud localizador apical expresada en mm.	Diferencia expresada en mm.
179	18.0	18.0	0.00
180	17.5	18.0	-0.50
181	22.0	22.0	0.00
182	24.0	24.0	0.00
183	22.0	22.5	-0.50
184	20.0	20.0	0.00
185	26.0	26.0	0.00
186	19.0	19.5	-0.50
187	20.0	20.0	0.00
188	19.0	19.5	-0.50
189	19.5	19.5	0.00
190	18.0	18.5	-0.50
191	22.0	22.0	0.00
192	20.5	20.5	0.00
193	17.0	17.5	-0.50
194	20.5	21.0	-0.50
195	22.0	22.0	0.00
196	20.0	20.0	0.00
197	22.0	22.0	0.00
198	21.0	21.0	0.00
199	20.0	20.5	-0.50
200	22.0	22.5	-0.50
201	21.0	21.0	0.00
202	19.0	19.0	0.00
203	20.5	20.5	0.00

Tabla 4.- Medidas encontradas en las 272 piezas dentarias estudiadas utilizando la longitud real (macroscópica), el localizador Root-ZX y valores de diferencia entre ambos parámetros.

nº muestra	Longitud real expresada en mm.	Longitud localizador apical expresada en mm.	Diferencia expresada en mm.
204	18.0	18.0	0.00
205	26.0	26.0	0.00
206	22.5	22.5	0.00
207	26.5	26.5	0.00
208	22.0	22.5	-0.50
209	21.0	21.5	-0.50
210	19.5	20.0	-0.50
211	18.5	18.5	0.00
212	21.0	21.0	0.00
213	16.0	16.5	-0.50
214	22.0	22.5	-0.50
215	20.5	21.0	-0.50
216	23.0	23.5	-0.50
217	22.0	22.5	-0.50
218	15.0	15.0	0.00
219	19.0	19.0	0.00
220	21.5	21.0	0.50
221	17.0	16.0	1.00
222	21.0	21.0	0.00
223	24.5	24.0	0.50
224	24.5	24.0	0.50
225	20.5	20.0	0.50
226	21.0	21.0	0.00
227	18.0	18.0	0.00
228	20.0	20.0	0.00

Tabla 4.- Medidas encontradas en las 272 piezas dentarias estudiadas utilizando la longitud real (macroscópica), el localizador Root-ZX y valores de diferencia entre ambos parámetros.

nº muestra	Longitud real expresada en mm.	Longitud localizador apical expresada en mm.	Diferencia expresada en mm.
229	21.5	21.5	0.00
230	19.0	19.0	0.00
231	20.0	20.0	0.00
232	20.0	20.0	0.00
233	22.0	21.5	0.50
234	27.0	26.5	0.50
235	22.0	21.5	0.50
236	20.5	20.5	0.00
237	18.5	18.0	0.50
238	21.5	21.5	0.00
239	23.0	22.5	0.50
240	24.0	23.5	0.50
241	21.0	21.0	0.00
242	19.0	19.0	0.00
243	20.0	20.0	0.00
244	19.0	19.0	0.00
245	21.0	21.0	0.00
246	19.0	18.5	0.50
247	20.0	20.0	0.00
248	22.0	21.0	1.00
249	15.5	17.5	-2.00
250	21.0	22.0	-1.00
251	19.0	19.5	-0.50
252	21.5	21.5	0.00
253	22.0	21.0	1.00

Tabla 4.- Medidas encontradas en las 272 piezas dentarias estudiadas utilizando la longitud real (macroscópica), el localizador Root-ZX y valores de diferencia entre ambos parámetros.

nº muestra	Longitud real expresada en mm.	Longitud localizador apical expresada en mm.	Diferencia expresada en mm.
254	23.0	24.0	-1.00
255	21.0	22.0	-1.00
256	24.0	25.0	-1.00
257	21.5	21.0	0.50
258	21.0	23.0	-2.00
259	18.5	20.0	-1.50
260	21.0	21.0	0.00
261	21.0	23.0	-2.00
262	19.5	21.0	-1.50
263	21.5	21.0	0.50
264	21.0	24.0	-3.00
265	21.0	19.0	2.00
266	25.0	26.0	-1.00
267	21.5	25.0	-3.50
268	20.5	22.0	-1.50
269	20.5	22.0	-1.50
270	23.0	24.0	-1.00
271	25.0	26.0	-1.00
272	17.5	19.0	-1.50

Z= -5.75 p<0.001

Al relacionar la longitud real con la longitud establecida por el localizar apical Root-ZX se observa que las medidas del localizador apical son mayores a

las de la longitud real. En el análisis estadístico se encontró asociación altamente significativa entre ambos parámetros ($Z = -5.75$; $p < 0.001$).

Cuando se estudia la diferencia entre la longitud real y la longitud del localizador Root-ZX se comprueba una diferencia media de -0.24 ± 0.84 milímetros. Así, la longitud media determinada por el localizador apical Root-ZX es ligeramente superior (0.24 mm.) a la longitud media real. En el análisis estadístico se halló relación altamente significativa ($Z = -5.75$; $p < 0.001$).

El siguiente gráfico de barras (figura 3) expone las discrepancias existentes entre la medida real (macroscópica) y la medida electrónica determinada por el localizador apical Root ZX. Existe coincidencia entre ambas longitudes (real y Root ZX) en la mitad de los casos (el 50.0%). Si se acepta una discrepancia de ± 0.5 mm. este porcentaje alcanza el 82.3%. El localizador Root ZX es un instrumento muy fiable para la determinación de la longitud de trabajo.

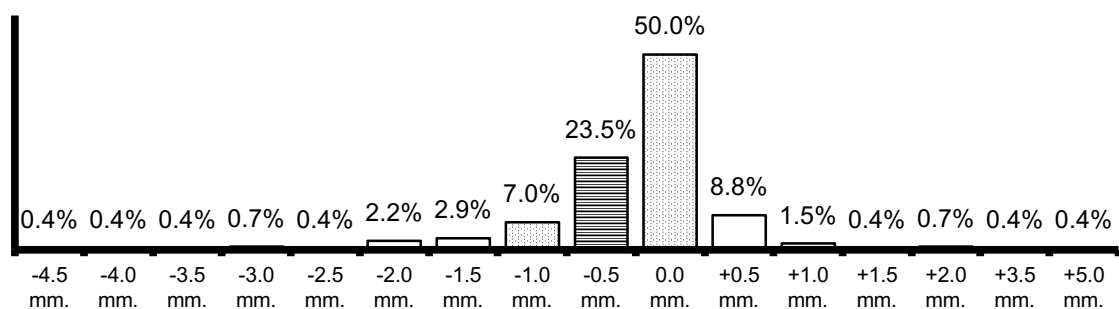


Figura 3.- Discrepancia en mm. entre la longitud real y la longitud electrónica del localizador apical Root-ZX.

En la tabla 5 se indican las mediciones realizadas en los 272 dientes del estudio en función de la longitud determinada por el localizador apical Root-ZX, la longitud radiográfica y los valores de diferencia encontrados entre ambas medidas.

Tabla 5.- Medidas encontradas en las 272 piezas dentarias estudiadas utilizando el localizador Root-ZX, la longitud radiográfica y valores de diferencia entre ambos parámetros.

nº muestra	Longitud localizador apical expresada en mm.	Longitud radiográfica expresada en mm.	Diferencia expresada en mm.
1	19.0	20.0	-1.00
2	23.5	24.0	-0.50
3	21.5	22.0	-0.50
4	20.5	21.0	-0.50
5	18.5	20.0	-1.50
6	24.0	25.0	-1.00
7	19.0	20.0	-1.00
8	21.0	21.0	0.00
9	22.0	22.5	-0.50
10	20.0	21.0	-1.00
11	20.5	21.0	-0.50
12	18.0	19.0	-1.00
13	20.5	21.0	-0.50
14	20.5	21.5	-1.00
15	21.5	22.0	-0.50
16	21.0	22.0	-1.00
17	22.5	23.0	-0.50
18	20.5	21.0	-0.50

Tabla 5.- Medidas encontradas en las 272 piezas dentarias estudiadas utilizando el localizador Root-ZX, la longitud radiográfica y valores de diferencia entre ambos parámetros.

n° muestra	Longitud localizador apical expresada en mm.	Longitud radiográfica expresada en mm.	Diferencia expresada en mm.
19	21.5	22.0	-0.50
20	24.0	25.0	-1.00
21	21.0	21.0	0.00
22	20.5	21.5	-1.00
23	23.5	24.0	-0.50
24	24.0	24.5	-0.50
25	22.5	23.0	-0.50
26	23.5	24.5	-1.00
27	22.0	22.5	-0.50
28	20.5	21.5	-1.00
29	15.0	15.0	0.00
30	19.5	20.5	-1.00
31	23.0	23.5	-0.50
32	21.5	22.0	-0.50
33	24.5	25.0	-0.50
34	22.0	23.0	-1.00
35	23.0	23.5	-0.50
36	18.0	19.5	-1.50
37	24.5	25.0	-0.50
38	22.0	22.5	-0.50
39	27.0	28.0	-1.00
40	26.5	27.5	-1.00
41	20.0	20.5	-0.50
42	20.0	20.5	-0.50
43	19.5	20.0	-0.50

Tabla 5.- Medidas encontradas en las 272 piezas dentarias estudiadas utilizando el localizador Root-ZX, la longitud radiográfica y valores de diferencia entre ambos parámetros.

n° muestra	Longitud localizador apical expresada en mm.	Longitud radiográfica expresada en mm.	Diferencia expresada en mm.
44	17.5	18.5	-1.00
45	20.0	20.5	-0.50
46	25.0	26.0	-1.00
47	23.5	24.0	-0.50
48	19.5	20.0	-0.50
49	19.0	19.5	-0.50
50	19.5	20.0	-0.50
51	23.0	23.5	-0.50
52	20.5	21.0	-0.50
53	22.5	23.5	-1.00
54	26.0	27.0	-1.00
55	21.5	22.5	-1.00
56	23.0	24.0	-1.00
57	22.5	24.0	-1.50
58	25.5	26.0	-0.50
59	23.5	24.0	-0.50
60	22.5	23.0	-0.50
61	20.5	21.0	-0.50
62	19.0	19.5	-0.50
63	21.0	22.5	-1.50
64	21.0	21.5	-0.50
65	19.5	20.0	-0.50
66	20.5	21.0	-0.50
67	21.0	22.0	-1.00
68	20.0	20.5	-0.50

Tabla 5.- Medidas encontradas en las 272 piezas dentarias estudiadas utilizando el localizador Root-ZX, la longitud radiográfica y valores de diferencia entre ambos parámetros.

n° muestra	Longitud localizador apical expresada en mm.	Longitud radiográfica expresada en mm.	Diferencia expresada en mm.
69	22.5	23.0	-0.50
70	20.5	21.0	-0.50
71	21.0	21.5	-0.50
72	22.0	23.0	-1.00
73	19.0	20.0	-1.00
74	20.0	21.0	-1.00
75	22.0	23.0	-1.00
76	22.0	23.0	-1.00
77	19.0	20.0	-1.00
78	20.0	20.0	0.00
79	17.5	17.5	0.00
80	21.0	21.5	-0.50
81	18.0	18.0	0.00
82	20.5	21.0	-0.50
83	19.0	20.0	-1.00
84	20.0	21.0	-1.00
85	18.0	18.0	0.00
86	20.0	21.0	-1.00
87	20.0	21.5	-1.50
88	21.5	22.0	-0.50
89	21.0	22.0	-1.00
90	23.0	24.0	-1.00
91	20.5	21.0	-0.50
92	20.0	21.0	-1.00
93	23.0	23.0	0.00

Tabla 5.- Medidas encontradas en las 272 piezas dentarias estudiadas utilizando el localizador Root-ZX, la longitud radiográfica y valores de diferencia entre ambos parámetros.

n° muestra	Longitud localizador apical expresada en mm.	Longitud radiográfica expresada en mm.	Diferencia expresada en mm.
94	25.0	26.0	-1.00
95	18.0	18.0	0.00
96	16.0	16.0	0.00
97	20.0	21.0	-1.00
98	16.5	16.0	0.50
99	20.0	20.0	0.00
100	22.5	22.0	0.50
101	21.0	22.0	-1.00
102	21.0	22.0	-1.00
103	22.0	24.0	-2.00
104	22.0	23.0	-1.00
105	16.0	16.0	0.00
106	21.0	23.0	-2.00
107	22.0	23.0	-1.00
108	17.0	20.0	-3.00
109	20.5	18.0	2.50
110	21.0	20.0	1.00
111	20.0	20.0	0.00
112	20.5	20.0	0.50
113	17.0	18.0	-1.00
114	17.0	18.0	-1.00
115	23.5	22.0	1.50
116	21.0	22.0	-1.00
117	22.0	21.0	1.00
118	20.0	22.0	-2.00

Tabla 5.- Medidas encontradas en las 272 piezas dentarias estudiadas utilizando el localizador Root-ZX, la longitud radiográfica y valores de diferencia entre ambos parámetros.

n° muestra	Longitud localizador apical expresada en mm.	Longitud radiográfica expresada en mm.	Diferencia expresada en mm.
119	23.0	22.0	1.00
120	21.0	21.0	0.00
121	21.0	20.5	0.50
122	24.0	25.0	-1.00
123	25.5	24.0	1.50
124	21.0	24.0	-3.00
125	21.0	22.0	-1.00
126	25.0	20.5	4.50
127	22.0	23.5	-1.50
128	20.0	22.5	-2.50
129	24.0	20.5	3.50
130	24.0	25.0	-1.00
131	19.0	25.0	-6.00
132	21.0	19.5	1.50
133	22.0	21.0	1.00
134	22.0	23.0	-1.00
135	21.0	21.5	-0.50
136	19.0	20.5	-1.50
137	21.5	22.0	-0.50
138	19.5	19.5	0.00
139	18.5	18.0	0.50
140	20.0	20.5	-0.50
141	20.0	20.0	0.00
142	19.0	19.0	0.00
143	21.0	21.0	0.00

Tabla 5.- Medidas encontradas en las 272 piezas dentarias estudiadas utilizando el localizador Root-ZX, la longitud radiográfica y valores de diferencia entre ambos parámetros.

n° muestra	Longitud localizador apical expresada en mm.	Longitud radiográfica expresada en mm.	Diferencia expresada en mm.
144	19.0	18.5	0.50
145	20.0	20.0	0.00
146	22.0	21.0	1.00
147	15.5	17.5	-2.00
148	21.0	22.0	-1.00
149	19.0	19.5	-0.50
150	21.5	21.5	0.00
151	22.0	21.0	1.00
152	23.0	24.0	-1.00
153	21.0	22.0	-1.00
154	24.0	25.0	-1.00
155	21.5	21.0	0.50
156	21.0	23.0	-2.00
157	18.5	20.0	-1.50
158	21.0	21.0	0.00
159	21.0	23.0	-2.00
160	19.5	21.0	-1.50
161	21.5	21.0	0.50
162	21.0	24.0	-3.00
163	21.0	19.0	2.00
164	25.0	26.0	-1.00
165	21.5	25.0	-3.50
166	20.5	22.0	-1.50
167	20.5	22.0	-1.50
168	23.0	24.0	-1.00

Tabla 5.- Medidas encontradas en las 272 piezas dentarias estudiadas utilizando el localizador Root-ZX, la longitud radiográfica y valores de diferencia entre ambos parámetros.

n° muestra	Longitud localizador apical expresada en mm.	Longitud radiográfica expresada en mm.	Diferencia expresada en mm.
169	25.0	26.0	-1.00
170	17.5	19.0	-1.50
171	23.5	24.0	-0.50
172	23.0	23.0	0.00
173	24.0	23.0	1.00
174	18.5	19.0	-0.50
175	21.5	22.0	-0.50
176	23.0	24.0	-1.00
177	20.5	21.0	-0.50
178	19.5	22.0	-2.50
179	18.0	19.0	-1.00
180	18.0	21.0	-3.00
181	22.0	23.0	-1.00
182	24.0	25.0	-1.00
183	22.5	23.5	-1.00
184	20.0	21.0	-1.00
185	26.0	27.5	-1.50
186	19.5	20.0	-0.50
187	20.0	21.0	-1.00
188	19.5	20.0	-0.50
189	19.5	20.5	-1.00
190	18.5	19.0	-0.50
191	22.0	23.0	-1.00
192	20.5	21.5	-1.00
193	17.5	18.0	-0.50

Tabla 5.- Medidas encontradas en las 272 piezas dentarias estudiadas utilizando el localizador Root-ZX, la longitud radiográfica y valores de diferencia entre ambos parámetros.

n° muestra	Longitud localizador apical expresada en mm.	Longitud radiográfica expresada en mm.	Diferencia expresada en mm.
194	21.0	21.5	-0.50
195	22.0	23.0	-1.00
196	20.0	21.0	-1.00
197	22.0	23.0	-1.00
198	21.0	22.0	-1.00
199	20.5	21.0	-0.50
200	22.5	23.0	-0.50
201	21.0	22.0	-1.00
202	19.0	20.0	-1.00
203	20.5	21.5	-1.00
204	18.0	19.0	-1.00
205	26.0	27.0	-1.00
206	22.5	23.5	-1.00
207	26.5	27.5	-1.00
208	22.5	23.0	-0.50
209	21.5	22.5	-1.00
210	20.0	20.5	-0.50
211	18.5	19.0	-0.50
212	21.0	21.5	-0.50
213	16.5	17.0	-0.50
214	22.5	23.0	-0.50
215	21.0	22.0	-1.00
216	23.5	24.0	-0.50
217	22.5	23.5	-1.00
218	15.0	16.0	-1.00

Tabla 5.- Medidas encontradas en las 272 piezas dentarias estudiadas utilizando el localizador Root-ZX, la longitud radiográfica y valores de diferencia entre ambos parámetros.

n° muestra	Longitud localizador apical expresada en mm.	Longitud radiográfica expresada en mm.	Diferencia expresada en mm.
219	19.0	19.5	-0.50
220	21.0	21.5	-0.50
221	16.0	17.5	-1.50
222	21.0	22.0	-1.00
223	24.0	24.0	0.00
224	24.0	23.0	1.00
225	20.0	20.5	-0.50
226	21.0	21.0	0.00
227	18.0	17.5	0.50
228	20.0	19.0	1.00
229	21.5	21.0	0.50
230	19.0	18.5	0.50
231	20.0	20.0	0.00
232	20.0	19.0	1.00
233	21.5	23.0	-1.50
234	26.5	28.0	-1.50
235	21.5	21.0	0.50
236	20.5	22.0	-1.50
237	18.0	19.0	-1.00
238	21.5	21.0	0.50
239	22.5	24.0	-1.50
240	23.5	25.0	-1.50
241	21.0	21.0	0.00
242	19.0	20.0	-1.00
243	20.0	20.0	0.00

Tabla 5.- Medidas encontradas en las 272 piezas dentarias estudiadas utilizando el localizador Root-ZX, la longitud radiográfica y valores de diferencia entre ambos parámetros.

n° muestra	Longitud localizador apical expresada en mm.	Longitud radiográfica expresada en mm.	Diferencia expresada en mm.
244	19.0	18.0	1.00
245	21.0	20.0	1.00
246	18.5	17.5	1.00
247	20.0	20.0	0.00
248	21.0	21.5	-0.50
249	17.5	16.0	1.50
250	22.0	20.0	2.00
251	19.5	19.0	0.50
252	21.5	21.5	0.00
253	21.0	21.5	-0.50
254	24.0	22.5	1.50
255	22.0	21.0	1.00
256	25.0	23.5	1.50
257	21.0	21.5	-0.50
258	23.0	21.0	2.00
259	20.0	18.5	1.50
260	21.0	20.5	0.50
261	23.0	21.0	2.00
262	21.0	20.0	1.00
263	21.0	21.0	0.00
264	24.0	21.5	2.50
265	19.0	21.0	-2.00
266	26.0	22.5	3.50
267	25.0	22.0	3.00
268	22.0	21.0	1.00

Tabla 5.- Medidas encontradas en las 272 piezas dentarias estudiadas utilizando el localizador Root-ZX, la longitud radiográfica y valores de diferencia entre ambos parámetros.

nº muestra	Longitud localizador apical expresada en mm.	Longitud radiográfica expresada en mm.	Diferencia expresada en mm.
269	22.0	20.0	2.00
270	24.0	22.5	1.50
271	26.0	25.0	1.00
272	19.0	17.5	1.50
Z= -6.81 p<0.001			

Si se confronta la medida del localizador apical Root-ZX con la medida radiográfica, en este caso, se encuentran medidas radiográficas más largas que las medidas establecidas por el Root-ZX. En el análisis estadístico se encontró relación altamente significativa entre ambos parámetros ($Z = -6.81$; $p < 0.001$). Cuando se profundiza en la diferencia entre la longitud indicada por el localizador apical Root-ZX y la longitud radiográfica se establece una diferencia media de -0.44 ± 1.12 milímetros. Por tanto, la longitud radiográfica es, de media, 0.44 milímetros superior a la longitud del localizador Root-ZX. Tras el análisis estadístico se constató relación altamente significativa ($Z = -3.71$; $p < 0.001$).

En el siguiente gráfico de barras (figura 4) se representan las discrepancias existentes entre la medida electrónica establecida por el localizador apical Root ZX y la medida radiográfica.

Existe coincidencia entre ambas longitudes (Root ZX y radiográfica) en solamente el 11.0% de los casos. Si se acepta una discrepancia de ± 0.5 mm. este porcentaje sube al 43.7%.

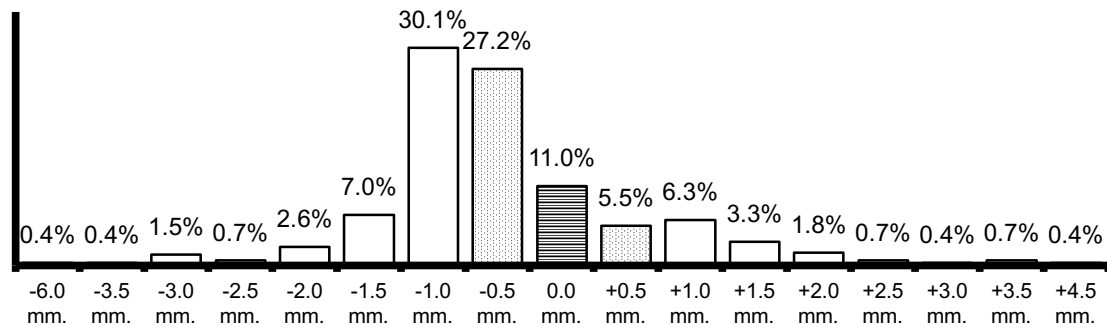


Figura 4.- Discrepancia en mm. entre la longitud electrónica del localizador apical Root-ZX y la longitud radiográfica.

DISCUSIÓN

Plotino y Cols. ⁽¹⁷⁾ Realizaron un estudio para determinar la exactitud y repetitividad de los localizadores de ápices, en lo referente a interpretación visual, sus resultados son similares a los de nuestro estudio; en el grupo de longitud real (macroscópica) se observan mediciones inexactas. El estudio de Elayouti y Cols.⁽¹⁶⁾ esta relacionado con nuestros resultados donde evaluaron la efectividad del Root ZX para evitar instrumentación más allá del foramen apical después de haber tomado radiografía para determinar la longitud de trabajo. Encontraron que en un 51% de los 43 conductos radiculares analizados, la punta de la lima endodóntica estaba 2 mm por encima de ápice radiográfico cuando se determino la longitud de trabajo con radiografía. De acuerdo con Weine ⁽²⁵⁾, se observó que los denominados desplazamientos del conducto pueden no ser detectables radiográficamente; sobre todo, si la desviación ocurre hacia las caras libres, pudiendo ocurrir hasta 5 mm. antes del vértice apical.

Shanmugaraj y Cols. ^(39,49), Realizaron un estudio comparativo con tres métodos para determinar la longitud de trabajo utilizando, sensación táctil, radiografía y localizador electrónico, de igual manera que en el presente estudio, llegando a la conclusión que el método más certero en la determinación de la longitud de trabajo es el localizador electrónico. Comparan la exactitud de varios localizadores apicales en relación con los métodos radiográficos para la localización del foramen apical. Estos autores demostraron que el uso del localizador proporciona una mayor exactitud en la determinación de la longitud

que la radiografía convencional. Este estudio está de acuerdo con esta concepción, aunque discrepa en la idea de prescindir de la radiografía convencional como método de medición. Creemos que el uso de ambos es recomendable. Para Camargo y Cols. ⁽⁴¹⁾, la longitud de trabajo se establece restando un milímetro a la longitud total. El localizador apical Root ZX aumenta significativamente la precisión en la determinación de la longitud de trabajo real después del ensanchamiento de los conductos. El localizador apical electrónico Root-ZX presenta una aceptable determinación de la longitud de trabajo con variaciones que oscilan entre ± 0.5 mm. En este trabajo, el porcentaje de coincidencia en la determinación de la longitud de trabajo en los conductos estudiados establecida por el localizador electrónico apical Root ZX y la longitud real (macroscópica) es del 54.3%. Si se acepta un rango de error de ± 0.5 mm., este porcentaje asciende al 87.1%, evidenciando una alta fiabilidad del localizador Root ZX.

Hay estudios que discrepan sus resultados con los arrojados por nuestro estudio como lo es el de Siu y Cols. ^(42,43) quienes publican una baja precisión del localizador apical Root ZX. Dentro del rango de ± 0.5 mm. el porcentaje de coincidencia con la medición real es sólo del 50%. No obstante, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre la longitud de trabajo real y la determinada electrónicamente con el localizador.

Probablemente estas discrepancias sean debidas a la diferente metodología aplicada y a las características de las piezas dentarias incluidas en

el estudio. Al comparar la longitud real (macroscópica) con la longitud determinada por cuatro localizadores electrónicos apicales, aceptando un error de ± 0.5 mm., observan porcentajes de coincidencia entre ambas medidas del 78% con el localizador Root ZX, cifra algo inferior al 87.1% encontrado en nuestro trabajo. Este porcentaje es del 67% con el localizador Endy; del 80% con el localizador Justy II y del 31% en el caso del localizador Endox. La discrepancia media entre la longitud real (macroscópica) y la longitud electrónica determinada por el Root ZX fue de -0.3 ± 0.6 mm; mientras que, en nuestro estudio fue menor, -0.22 ± 0.79 mm. ElAyouti y cols.⁽⁴⁴⁾ encuentran un porcentaje similar al estudio anterior de coincidencia entre la medición real y la electrónica establecida por el Root ZX del 79%. Coincidiendo con nuestro estudio en cuanto a la mayor inexactitud de la medición radiográfica, la longitud de trabajo radiográfica produce una sobrestimación de esta medida en el 51% de los casos. En cambio, la determinación de la longitud electrónica con el localizador Root ZX descende esta sobrestimación al 21%. Lucena-Martin y cols.⁽²⁹⁾ encuentran unos porcentajes de fiabilidad en la detección electrónica del ápice que varían entre el 80%-85% para el Justy II y entre el 85%-90% para el Neosono. En el caso del localizador apical Root ZX, este porcentaje se sitúa en el 85%, cifra muy cercana al 87.1% establecido en nuestro trabajo. Para D'Assunção y cols.⁽⁴⁵⁾ aceptando una discrepancia de ± 0.5 mm. con respecto a la longitud real (macroscópica) de trabajo, el localizador apical Root ZX mostró una coincidencia del 89.7%, porcentaje ligeramente superior al encontrado en nuestro estudio (87.1%). Con el localizador Novapex, esta coincidencia fue algo

inferior, situándose en el 82.1%. Ghaemmaghami y cols.⁽⁴⁶⁾ observan un 65% de conductos en los que la longitud de trabajo determinada por el localizador apical Root ZX fue la misma que la longitud real (macroscópica). En nuestro trabajo, este porcentaje de coincidencia absoluta entre la medición real y la electrónica fue inferior, un 54.3%. La longitud determinada por el Root ZX fue 0.5 mm. Menor que la longitud real en el 16% de los casos y fue 0.5 mm. mayor en otro 14%. Las medidas del Root ZX fueron menores en 1 mm. a la longitud real en el 1% de los casos y superiores entre 1 mm. y 1.5 mm en el 3%. Considerando un margen de error de ± 0.5 mm., el porcentaje de coincidencia con la medición real (macroscópica) del localizador Root ZX alcanza el 95%, cifra superior al 87.1% observado en nuestro estudio. Kim y Cols.⁽⁴⁷⁾ apoyándose en el uso de localizador electrónico y de cualquier método radiográfico para la determinación de la longitud de trabajo, obtienen un 96% de fiabilidad con respecto a la longitud real (macroscópica), porcentaje también por encima del 87.1% encontrado en nuestro trabajo. Estos autores recomiendan el uso combinado de la medida determinada por el localizador Root ZX y la medida radiográfica para establecer la longitud de trabajo, aunque, en este estudio, no se encontró relación significativa entre ambos parámetros.

Shabahang y cols.⁽⁴⁸⁾ encuentran un 65.4% de los conductos en los que la longitud determinada por el localizador Root ZX coincidió con la longitud real (macroscópica). En el presente estudio, este porcentaje es inferior, un 54.3%. En un 3.8% de los casos el localizador Root ZX determinó una longitud más corta y

en un 30.8%, una longitud más larga. Sin embargo, cuando se acepta un margen de error de ± 0.5 mm., el porcentaje de precisión del Root ZX alcanza el 96.2% de los conductos, porcentaje superior al reflejado en nuestro trabajo. El mejor porcentaje de coincidencia entre la medición del Root ZX y la medición real es el comunicado por Plotino y cols. ⁽¹⁷⁾ que realizaron un estudio en el que, cuando se comparan la longitud real (macroscópica) con la longitud determinada por 3 localizadores electrónicos apicales, aceptando un error de ± 0.5 mm., se observan porcentajes de coincidencia entre ambas medidas del 97.4% con el Root ZX, del 94.38% con el Elements y del 100% con el localizador ProPex. La diferencia media entre la longitud real (macroscópica) y la longitud determinada por el Root ZX fue de -0.15 ± 0.22 mm. menor que la observada en nuestro estudio -0.22 ± 0.79 mm. En el caso del localizador Elements de -0.10 ± 0.35 mm. y en el del localizador de Propex de 0.30 ± 0.27 mm. Numerosos estudios ^(1, 3, 6, 7, 34, 27) han publicado un adecuado grado de exactitud en los localizadores electrónicos de tercera generación. De hecho comunican porcentajes que oscilan entre el 79% y el 96.2% de las mediciones obtenidas con el Root ZX se encuentra en un rango de 0.5 mm antes del ápice. No obstante, cabe mencionar que estos estudios usaron una escala no paramétrica ordinal para obtener sus mediciones..

CONCLUSIONES

Después de años de estudio, utilización y comparación de los localizadores apicales electrónicos y de haber realizado una minuciosa investigación se llegó las siguientes conclusiones:

- Con respecto a la longitud de trabajo real (macroscópica), tanto la medición radiográfica como la medición electrónica con el localizador apical Root ZX producen una sobreestimación de la misma; mucho mayor en la medición radiográfica que en la medición electrónica. Existen diferencias altamente significativas ($p < 0.001$) entre estos parámetros.
- Aceptando un rango de variación en medición de ± 0.5 mm., se observa un porcentaje de coincidencia entre la medición real y la medición electrónica del Root ZX superior al 85%; mientras que, en el caso de la medición radiográfica este porcentaje es inferior al 35%. Igualmente, se encontró asociación altamente significativa ($p < 0.001$).

RECOMENDACIONES

En este estudio, la medición del localizador electrónico apical es más fiable y precisa que la medición radiográfica sino que complementa al resto de método en la obtención de la longitud de trabajo gráfica para la determinación de la longitud de trabajo. No obstante, no sustituye, sino que complementa al resto de métodos en la obtención de esta longitud.

BIBLIOGRAFÍA

1. Cohen S. Pathways of the Pulp. 8th. ed. San Francisco, CA: Mosby; 2002.
- 2.- Grove CJ. Nature's method of making perfect root canal fillings following pulp removal with a brief consideration of the development of secondary cementum. Dent Cosmos 1921; 63: 968-82.
- 3.- Johnson W. Color Atlas of endodontics. Saint Louis: Saunders Company; 2002
- 4.- Green D. A stereomicroscopic study of 700 root apices of maxillary and mandibular posterior teeth. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1960; 13: 728-33.
- 5.- Webber RL, Benton, PA, Ryge G. Diagnostic variation in radiographs. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1968; 26(5): 800-9.
- 6.- Thunthy KH, Manson-Hing LR. 1978. Effect of mAs and kVp on resolution and on image contrast. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1978; 46(2): 454-61.
- 7.- Weine, Franklin S., Terapia Endodontica. 2ª ed. español. Buenos Aires: Editorial Medica Panamericana; 1991.
- 8.- Weine, Franklin S. Tratamiento endodontico 4ta ed. Madrid, Harcourt Brace 1997
- 9.- Pagavino G, Pace R, Baccetti T. A SEM study of in vivo accuracy of the Root ZX electronic apex locator. J Endod 1998; 24(6): 438-41.
- 10.- Ingle B. Endodoncia. 4ª ed. México DF: McGraw-Hill Interamericana; 1996.
- 11.- Walton RE, Torabinejad M. Principles and practice of endodontics. 3ª ed. Philadelphia: Saunders WB; 2002.

- 12.- Frank AL, Torabinejad M. An in vivo evaluation of Endex electronic apex locator. J Endod 1993; 19(4): 177-9.
- 13.- Pilot TF, Pitts DL. Determination of impedance changes at varying frequencies in relation to root canal position and irrigant. J Endod 1997; 23(6): 141-5.
- 15.- Carneiro E, Bramante CM, Picoli F, Letra A, da Silva Neto UX, Menezes R. Accuracy of root length determination using Tri Auto ZX and ProTaper instruments: an in vitro study. J Endod 2006; 32(2): 142-4.
- 15.- Fan W, Fan B, Gutmann JL, Bian Z, Fan MW. Evaluation of the accuracy of three electronic apex locators using glass tubules. Int Endod J 2006; 39(2): 127-35.
- 16.- ElAyouti A, Löst C. A simple mounting model for consistent determination of the accuracy and repeatability of apex locators. Int Endod J 2006; 39(2): 108-12.
- 17.- Plotino G, Grande NM, Brigante L, Lesti B, Somma F. Ex vivo accuracy of three electronic apex locators: Root ZX, Elements Diagnostic Unit and Apex Locator and ProPex. Int Endod J 2006; 39(5): 408-14.
- 18.- ElAyouti A, Kimionis I, Chu AL, Löst C. Determining the apical terminus of root-end resected teeth using three modern apex locators: a comparative ex vivo study. Int Endod J 2005; 38(11): 827-33.
- 19.- Goldberg F, Marroquín BB, Frajlich S, Dreyer C. In vitro evaluation of the ability of three apex locators to determine the working length during retreatment. J Endod 2005; 31(9): 676-8.

- 20.- Tselnik M, Baumgartner JC, Marshall JG. An evaluation of root ZX and elements diagnostic apex locators. J Endod 2005; 31(7): 507-9.
- 21.- Alves AM, Felipe MC, Felipe WT, Rocha MJ. Ex vivo evaluation of the capacity of the Tri Auto ZX to locate the apical foramen during root canal retreatment. Int Endod J 2005; 38(10): 718-24.
- 22.- Grimberg F, Banegas G, Chiacchio L, Zmener O. In vivo determination of root canal length: a preliminary report using the Tri Auto ZX apex-locating handpiece. Int Endod J 2002; 35(7): 590-3.
- 23.- Welk AR, Baumgartner JC, Marshall JG. An in vivo comparison of two frequency-based electronic apex locators. J Endod 2003; 29(8): 497-500.
- 24.- The Glossary of Prosthodontic Terms. J Prosthet Dent 2005; 94(1): 10-92.
- 25.- Dummer PM, McGinn JH, Rees DG. The position and topography of the apical canal constriction and apical foramen. Int Endod J 1984; 17(4): 192-8.
- 26.- Flores-Covarruvias SH. Manual de Prácticas de Endodoncia Clínica. México DF; 2004.
- 27.- Memorias de diplomado. Longitud de trabajo. Pontifica Universidad Javeriana.
- 28.- Gordon MP, Chandler NP. Electronic apex locators. Int Endod J 2004; 37(7): 425-37.
- 29.- Lucena-Martín C, Robles-Gijón V, Ferrer-Luque CM, de Mondelo JM. In Vitro evaluation of the accuracy of three electronic apex locators. J Endod 2004; 30(4): 231-3.

- 30.- OSADA. The Pioneer of the Third Generation Apex Sensor (Wet Canal Measuring Device) is proud to introduce: Endex Plus. The first dual mode apex sensor. [acceso 14 de diciembre de 2008]. Disponible en: <http://www.osadausa.com/endex/endex.html>.
- 31.- Pagavino G, Pace R, Baccetti T. A SEM study of in vivo accuracy of the Root ZX electronic apex locator. J Endod 1998; 24(6): 438-41.
- 32.- Tselnik M, Baumgartner JC, Marshall JG. An evaluation of root ZX and elements diagnostic apex locators. J Endod 2005; 31(7): 507-9.
- 33.- Beach CW, Bramwell JD, Hutter JW. Use of an electronic apex locator on a cardiac pacemaker patient. J Endod 1996; 22(4): 182-4
- 34.- Garofalo RR, Ede EN, Dorn SO, Kuttler S. Effect of electronic apex locators on cardiac pacemaker function. J Endod 2002; 28(12): 831-3
- 35.- Czerw RJ, Fulkerson MS, Donnelly JC, Walmann JO. In vitro evaluation of the accuracy of several electronic apex locators. J Endod 1995; 21(11): 572-5.
- 36.- Goldberg F, De Silvio AC, Manfré S, Nastri N. In vitro measurement accuracy of an electronic apex locator in teeth with simulated apical root resorption. J Endod 2002;28(6):461-3
- 37.- Kuttler Y. Microscopic investigation of root apexes. J Am Dent Assoc 1955; 50(5):544-52.
- 38.- Ounsi HF, Naaman A. In vitro evaluation of the reliability of the Root ZX electronic apex locator. Int Endod J 1999; 32(2): 120-3.

- 39.- Shanmugaraj M, Nivedha R, Mathan R, Balagopal S. Evaluation of working length determination methods: an in vivo / ex vivo study. Indian J Dent Res 2007; 18(2): 60-2.
- 40.- Cheng L, Su Q, Huang YX. In vitro evaluation of correlation between the size of apical foramen and the accuracy of root ZX. Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi 2008; 26(1): 56-9. (abstract)
- 41.- Camargo EJ, Zapata RO, Medeiros PL, Bramante CM, Bernardineli N, Garcia RB, de Moraes IG, Duarte MA. Influence of preflaring on the accuracy of length determination with four electronic apex locators. J Endod 2009; 35(9): 1300-2.
- 42.- Siu C, Marshall JG, Baumgartner JC. An in vivo comparison of the Root ZX II, the Apex NRG XFR, and Mini Apex Locator by using rotary nickel-titanium files. J Endod 2009; 35(7): 962-5.
- 43.- Haffner C, Folwaczny M, Galler K, Hickel R. Accuracy of electronic apex locators in comparison to actual length: an in vivo study. J Dent 2005; 33(8): 619-25.
- 44.- ElAyouti A, Weiger R, Löst C. The ability of root ZX apex locator to reduce the frequency of overestimated radiographic working length. J Endod 2002; 28(2): 116-9.
- 45.- D'Assunção FL, de Albuquerque DS, de Queiroz Ferreira LC. The ability of two apex locators to locate the apical foramen: an in vitro study. J Endod 2006; 32(6): 560-2.

- 46.- Ghaemmaghami S, Eberle J, Duperon D. Evaluation of the Root ZX apex locator in primary teeth. *Pediatr Dent* 2008; 30(6): 496-8.
- 47.- Kim E, Marmo M, Lee CY, Oh NS, Kim IK. An in vivo comparison of working length determination by only root-ZX apex locator versus combining root-ZX apex locator with radiographs using a new impression technique. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2008; 105(4): 79-83.
- 48.- Shabahang S, Goon WW, Gluskin AH. An in vivo evaluation of Root ZX electronic apex locator. *J Endod* 1996; 22(11): 616-8.
49. Kaufman, A., Keila, S., Yoshpe, M. Accuracy of a new apex locator: an in vitro study. *Int Endod J*; 35:186-192.
50. Vanitha S., Sherwood IA. Comparison of three different apex locators in determining the working length of mandibular first molar teeth with irreversible pulpitis compared with an intraoral periapical radiograph: A block randomized, controlled, clinical trial. *J Invest Clin Dent*. 2019;e12408.
51. Bolbolian, M., Golchin, S., & Faegh, S. (2018). *In vitro* Evaluation of the Accuracy of the Root Zx in the Presence of Naocl 2.5% and Chlorhexidine 0.2%. *Journal of clinical and experimental dentistry*, 10(11), e1054–e1057. doi:10.4317/jced.54193
52. Aguiar, B. A., Reinaldo, R. S., Frota, L. M., do Vale, M. S., & de Vasconcelos, B. C. (2017). Root ZX Electronic Foramen Locator: An Ex Vivo Study of Its Three Models' Precision and Reproducibility. *International journal of dentistry*, 2017, 5893790. doi:10.1155/2017/5893790.

53. Singh NSK, Singh NS, Ahmed A, et al. A comparative evaluation of the accuracy of third generation electronic apex locator (Root-ZX) and conventional radiography - an in vivo study. J. Evolution Med. Dent. Sci. 2016;5(86):6416-6419, DOI: 10.14260/jemds/2016/1451.