

DETERMINACION DE LA LONGITUD DE TRABAJO:

**UN ESTUDIO CLINICO DE COMPARACION ENTRE EL ROOT-ZX Y EL CONTROL
RADIOGRAFICO DIRECTO**



Alumna:

María Pía González Torres

**Trabajo de Investigación
Requisito para optar al Título de
Cirujano-Dentista**

Profesor Guía:

Dr. Luis Moya Calderón

**Valparaíso-Chile
1998**

A MIS PADRES, sin los cuales no habría sido posible la culminación de esta etapa. Especialmente a mi madre, que con mucha dedicación trabajó conmigo en todo momento.

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi gratitud a todos aquellos que contribuyeron a la realización de este Seminario de Tesis, especialmente a:

- Dr. Luis Moya Calderón, quien como Profesor Guía me motivó a desarrollar este tema, por su incondicional ayuda y disposición en todo momento.
- Dr. Gastón Zamora, por su colaboración e interés en la ejecución de esta investigación.
- Los integrantes de la Cátedra de Endodoncia, por la valiosa y constante ayuda brindada en la realización de este trabajo.
- Los alumnos de 4º y 5º Año (1998) y a sus pacientes, quienes me permitieron realizar esta investigación.
- Sr. Marcos Chávez, por su paciente colaboración y asistencia.
- Sr. Carlos Aguilera, por su constante apoyo durante todos estos años.
- Y a todos aquellos que de una u otra forma cooperaron en la realización de este Seminario de Tesis.

INDICE

INTRODUCCION	1
MARCO TEORICO	3
Anatomía de la Zona Apical	3
Radiografía	8
Odontometría	9
Conductometría Eléctrica	13
Root-ZX	22
HIPOTESIS	28
OBJETIVOS	28
Generales	28
Específicos	28
MATERIALES Y METODOS	29
RESULTADOS	32
DISCUSION	39
CONCLUSIONES	41
SUGERENCIAS	43
RESUMEN	44
BIBLIOGRAFIA	45
ANEXOS	
Anexo A - Ficha de Datos	49
Anexo B - Glosario	50
Anexo C - Fotografías	51
Anexo D - Análisis Estadístico	58

INTRODUCCION

Los avances científicos y tecnológicos de las últimas tres décadas, han afectado de manera significativa todos los aspectos de la odontología. Estos avances no sólo han aumentado nuestros conocimientos sobre los mecanismos implicados en los procesos fisiológicos y patológicos de la cavidad bucal, también ha dado como resultado una mejoría en la calidad del tratamiento de los pacientes.

A partir de que los dentistas reconocieron que la eficacia de los dientes naturales es mayor que la de cualquier otro tipo de prótesis dental, se dedicaron con más ahinco a salvar los dientes con afectación pulpar. Siendo la más reciente de las especialidades en Odontología, la disciplina de Endodoncia se ha extendido y mejorado significativamente, tanto en el aspecto biológico como en el tecnológico. Sin duda, aunque son muchos los factores responsables, la razón más importante es el resultado excelente y fácilmente previsible del tratamiento endodóntico.

Debido a que han aumentado las expectativas de los pacientes respecto a la conservación de la dentadura natural, el número de endodoncistas se hace insuficiente para el tratamiento de todos aquellos que lo requieren (**Walton**¹).

Se espera que para el año 2000, sólo en Estados Unidos, el número de terapias endodónticas será mayor de 30 millones (**Abou-Rass**¹). Esto demuestra la importancia que ha adquirido, en la actualidad, la terapia radicular.

Lo anteriormente expuesto, hace natural la aparición de elementos coadyudantes en el tratamiento, basados fundamentalmente en aparatos mecanizados para cada etapa de la terapia.

El éxito de la terapia endodóntica depende de una correcta apertura de acceso, seguido por una cuidadosa preparación biomecánica y una obturación tridimensional del conducto. Aunque cada uno de estos pasos es un procedimiento separado, cualquier error en algunos de ellos, puede disminuir el éxito completo de la terapia endodóntica.

Es necesario determinar con exactitud la longitud del conducto, con el objeto de asegurar correctamente el punto donde debe terminar la preparación del conducto. Esta determinación exacta de la longitud del diente es lo más decisivo para asegurar el éxito del tratamiento antes de iniciar la preparación radicular.

Seltzer, Bender, y Turkenkopf² demostraron que tanto la sobreobturación como la subobturación disminuyen el éxito de la endodoncia. Reportaron que el mayor rango de éxito fue logrado cuando el material de obturación quedaba más corto que el ápice radiográfico. Los dientes con mayor porcentaje de éxito, en orden decreciente, fueron los dientes subobturados, los que quedaban a ras del ápice radiográfico y finalmente los sobreobturados.

La importancia adquirida por esta etapa del tratamiento ha llevado al continuo desarrollo y especialización de las diversas técnicas e instrumentos utilizados, de manera de alivianar y

optimizar este procedimiento para el operador. Es así como aparece la determinación electrónica de la longitud de trabajo.

El presente trabajo pretende dar a conocer los fundamentos en que se basa esta técnica, así como estudiar y analizar uno de estos instrumentos de última generación como lo es el **Root-ZX^{MR}**, con el objeto de obtener habilidad en el manejo del instrumento y proporcionar información acerca de sus ventajas y desventajas en una evaluación final que permita hacer un estudio comparativo entre esta técnica y la técnica radiográfica convencional. Todo esto con el propósito de proporcionar elementos de juicio, sólidos y suficientes como para tomar una opción respecto a su utilización o no.

MARCO TEORICO

ANATOMIA DE LA ZONA APICAL

Definiciones

- ◆ **Apice Radicular:** es el vértice radiográfico del diente. Es el punto más extremo de la raíz llamado también foramen radiográfico.
- ◆ **Constricción Apical:** también llamada *unión conducto dentina-cemento*. Es la región de menor diámetro del conducto radicular, situada de 0,5 a 1mm del foramen anatómico. A este nivel idealmente se termina la preparación del conducto. Mide 223 micrones como promedio en jóvenes y unos 210 en adultos.
- ◆ **Foramen Apical:** orificio por el cual el conducto radicular se comunica con el ligamento periodontal, llamado también foramen anatómico o foramina mayor. Se sitúa más o menos 0,5 a 1mm del ápice radicular y muy pocas veces coincide con él. Su diámetro promedio es de 0,3 a 0,6mm.
- ◆ **Conducto cementario:** el conducto radicular se divide en una larga porción cónica de dentina y en una corta porción de cemento. Esta última se ubica de la constricción apical al límite externo del foramen. Generalmente tiene forma de embudo, con el diámetro mayor hacia el foramen apical y el menor junto a la unión o límite cemento dentinario. Mide de 0,5 a 1mm y tiende a estrecharse con los años.
- ◆ **Dentina apical:** es una dentina de estructura más amorfa e irregular y no tan tubular como la dentina coronaria. Además, es más esclerótica, por lo que se considera menos permeable que la dentina coronaria; esto nos indica que los túbulos serían menos penetrables por microorganismos u otros irritantes.
- ◆ **Cemento Apical:** es un cemento fibrilar celular que se deposita en forma rápida en el tercio apical de la raíz, fenómeno llamado erupción pasiva, que compensa la atrición coronal. Su aposición ayuda al estrechamiento foraminal que contribuye a cambios regresivos y envejecimiento pulpar.
- ◆ **Muñón Pulpar:** tejido conjuntivo maduro que ocupa el conducto cementario. Al igual que el ligamento periodontal, carece de dentinoblastos y posee escasas células, aunque es rico en fibra y otros elementos estructurales propios de este tejido, y por eso, la preservación de su vitalidad durante el tratamiento endodóntico tiene gran importancia para la reparación apical y periapical.
- ◆ **Foraminas:** orificios de salida de los conductos accesorios que constituyen el delta apical. Varían en número y distancia al ápice (entre 0,4 y 3,0mm). Su diámetro promedio está entre 0,15 y 0,25mm.
- ◆ **Conducto accesorio:** es aquel que se ramifica del conducto radicular principal, por lo general en alguna zona apical de la raíz. Casi siempre los conductos accesorios se

presentan en grandes cantidades en individuos jóvenes, y a medida que la edad avanza, se pueden ir obliterando por la aposición de dentina o cemento.

- ◆ **Conducto lateral:** es aquel que se inicia en el conducto principal y recorre la raíz en forma transversal hasta el periodonto lateral.

Muchos de los problemas a los que se enfrenta el odontólogo durante el tratamiento endodóntico, suceden debido al deficiente conocimiento de la anatomía de la zona apical.

Esta zona es de vital importancia, dado a su irregularidad en los diferentes individuos y aún en un mismo individuo, y posee muchas dificultades tanto en su localización, su acceso, como su tratamiento.

Todo tratamiento endodóntico terminado es valorado observando radiográficamente su parte apical, así podemos decir si un tratamiento está correcto, largo o corto (sobre o subobturado), por lo tanto, el conocimiento de la anatomía de la porción apical del diente, permite al clínico realizar una buena valoración del punto final de la preparación en cada diente.

En los dientes jóvenes, con desarrollo incompleto, existe en el ápice una abertura en forma de túnel, con la porción más amplia dirigida hacia fuera. En la boca del embudo encontramos tejido periodontal, que más tarde será reemplazado por dentina y cemento. A medida que la raíz continúa su desarrollo, el foramen apical se va estrechando y el cemento va cubriendo la superficie interna del ápice radicular, pudiendo extenderse una corta distancia en el interior del conducto (1mm más o menos).

En consecuencia, la unión cemento dentinaria no aparece necesariamente en el extremo mismo de la raíz, pudiendo estar situada en el interior del conducto principal.

Es fundamental en la práctica de la endodoncia conocer la edad en que se produce la calcificación del ápice radicular. Este conocimiento es particularmente necesario al tratar dientes con afecciones pulpares en niños o en personas jóvenes. Como regla general puede decirse que un ápice radicular está completamente formado, tres años después de la erupción del diente, aproximadamente.

La tabla siguiente, da en años, la edad de erupción de los dientes y de la calcificación de los ápices radiculares (**Grossman**³)

	Incisivo central	Incisivo lateral	Canino	Primer premolar	Segundo premolar	Primer molar	Segundo molar
Erupción	6-8	7-9	10-12	9-11	11-12	5-7	12-13
Calcificación	10-12	11-12	13-14	12-14	13-14	10-11	15-16

Erróneamente se piensa que el foramen apical coincide con el ápice anatómico del diente. Esto es una coincidencia poco frecuente, y por lo general, el orificio apical se abre a una distancia de 0,5 a 1mm del ápice anatómico (**Kuttler**, 1955; **Meyer**, 1957; **Chapman**, 1969)⁴. Esta distancia no es constante y puede aumentar con la edad del diente debido al depósito de cemento secundario en la superficie externa de la raíz y dentina secundaria en las paredes del conducto radicular, pudiendo llegar hasta 3mm del ápice (Foto 1, Anexo C).

Kuttler⁵ encontró 32% de coincidencias entre el centro del ápice y el foramen apical en dientes examinados en pacientes entre 18-25 años y sólo un 20% de coincidencias en dientes de pacientes de 55 años o más.

Levy y Glait⁶ demostraron que el foramen apical se desvía de la punta de la raíz en al menos las dos terceras partes de los dientes, y además observaron que esta desviación es más frecuente hacia el lado vestibular o lingual que hacia el lado mesial o distal, aunque a veces no se puede precisar con exactitud, ya que la radiografía habitual sólo muestra la desviación proximal.

Para determinar la posición del foramen apical, no basta con la radiografía habitual. Para obtener más información, es necesario efectuar radiografías angulares, además de la proyección de medición habitual con la lima.

Diversos estudios han demostrado que el foramen apical y el ápice coinciden con mayor frecuencia en los incisivos centrales superiores, laterales superiores, caninos y primer premolar superior, y además los segundos premolares inferiores. En molares superiores y todos los dientes inferiores, a excepción del segundo premolar, el foramen apical en menor frecuencia coincide con los ápices.

Burch y Hulen⁷ tñeron dientes extraídos y examinaron microscópicamente la posición del foramen apical en relación al ápice anatómico. Encontraron que la frecuencia de desviación fluctuaba desde 78% en incisivos inferiores a 98.9% para la raíz distal de molares inferiores. El promedio de desviación fue 0,59mm con un rango de 0,46mm en incisivos inferiores a 0,78mm en la raíz distal de molares mandibulares.

Son muchos los estudios realizados, pero la mayoría coincide en que la apertura del foramen principal termina antes que el ápice. Las discrepancias reportadas se basan en la variedad de los métodos de investigación y el criterio utilizado para su medición.

No es poco frecuente encontrar foraminas accesorias en la zona apical. **Green**⁸ realizó un estudio de los ápices de incisivos y caninos superiores e inferiores en pacientes adultos. De los 400 dientes examinados encontró que del 10 al 12% presentaban una o más foraminas accesorias. El canino superior resultó ser el diente que presentó mayor cantidad de foraminas accesorias (3 o más).

También obtuvo que:

- el diámetro promedio del foramen mayor en 150 dientes maxilares fue 0,4mm.
- el diámetro promedio en 250 dientes mandibulares fue 0,3mm.
- el diámetro promedio de las foraminas accesorias de los 400 dientes fue 0,2mm.
- la distancia promedio encontrada desde el foramen mayor hasta el ápice en todos los dientes (incisivos y caninos) fue de 0,3mm, excluyendo los incisivos inferiores, cuya

distancia promedio fue de 0,2mm, y la distancia promedio de todos los forámenes accesorios hasta el ápice fue de 0,4 a 2,2mm.

Más tarde **Green**⁸ realizó un estudio complementario, ahora utilizando dientes posteriores, superiores e inferiores. Resultaron ser los premolares inferiores los que presentaron mayor cantidad de foraminas accesorias. Referente a diámetros y distancias encontró que:

- el diámetro promedio de la foramina mayor de 700 dientes estudiados varió de 0,3mm a 0,65mm encontrados en la raíz distal de los molares inferiores.
- el diámetro promedio de las foraminas accesorias de todos los dientes posteriores, fue de 0,15 a 0,25mm.
- la distancia promedio de la foramina mayor al ápice fue de 0,45mm. y de las foraminas accesorias al ápice radicular varió de 0,8 a 1mm.

En resumen, las foraminas accesorias tienen la mitad del diámetro del foramen mayor y el doble de la distancia hasta el ápice.

Durante muchos años se consideró que el lugar de menor calibre del conducto radicular era precisamente el foramen apical. Sin embargo, el estudio exhaustivo realizado por **Kuttler**⁵ en un gran número de dientes extraídos ha permitido un mejor conocimiento actual de la anatomía de esta región.

Kuttler⁵ afirma que el lugar de menor diámetro del conducto no está en el punto de salida, sino que se sitúa dentro de la dentina, justo antes de las capas iniciales del cemento. Este autor denominó a este punto como el punto de menor diámetro, mientras que otros lo denominan constricción apical. El diámetro del conducto en el lugar de salida del diente (diámetro mayor) es aproximadamente dos veces superior al diámetro más estrecho.

La distancia media entre ambos puntos, constricción apical y foramen, es de 0,5 a 1mm (**Chapman**⁴). La posición de la constricción apical varía con la edad, a medida que los depósitos de dentina secundaria dentro del conducto, mueven el sitio de la constricción, alejándola del ápice.

En un estudio realizado por **Kuttler**⁵, encontró que la distancia entre ambos puntos fue de 0,524 mm en dientes de un grupo de 18 a 25 años de edad y de 0,659 mm en pacientes de 55 o más años. Esto indica que la imagen longitudinal del conducto como un embudo gradual que se estrecha hacia la punta de la raíz, no es correcta. En realidad, este embudo se estrecha gradualmente hasta alcanzar un punto situado a corta distancia de la salida para ensancharse después nuevamente (Foto 2, Anexo C).

Dummer, McGinn, y Rees¹ examinaron incisivos, caninos y premolares microscópicamente y encontraron una distancia media entre el ápice y la constricción apical de 0.89 mm con un rango de 0,07mm a 2,69mm.

Aunque a menudo se piensa que la constricción apical es una simple constricción en la dentina, **Dummer, McGinn y Rees**¹ han mostrado que puede tener una variada topografía. Ellos clasificaron los distintos modelos anatómicos de la constricción apical como único, ahusado, constricción múltiple y paralela. Estos datos indican que la posición exacta de la unión cemento dentinaria es variable en su forma anatómica y localización. Esto puede hacer que la determinación de la longitud exacta sea difícil de realizar.

Según el resultado de los estudios de un gran número de investigadores, no es necesario obturar los conductos hasta el ápice, sino hasta la unión cemento dentinaria, situado en muchos casos, en el interior del conducto, un poco antes de llegar al ápice. Constituye una buena práctica odontológica el no instrumentar nunca destruyendo este "alto" natural, de hecho, se puede decir que una de las garantías de una buena obturación radicular es la conservación de la constricción apical y la preparación mecánica de un tope apical, en contra del cual se puede condensar la obturación radicular. Por el contrario, si se destruye la constricción por una sobreinstrumentación y no se crea un tope apical, las oportunidades de éxito a largo plazo disminuyen mucho.

La continua oposición de dentina y cemento durante toda la vida, tiende a reducir gradualmente al ancho de la foramina apical. Esta alteración en la dimensión y la forma de la porción apical del conducto radicular en la senectud, puede ser un factor en la tasa elevada de éxitos en la terapia endodóntica. (Harty y Col⁴, 1970). Estos conductos son más fáciles de instrumentar y como el conducto y el orificio apical están constreñidos, puede ser más difícil para un instrumento pasar la constricción apical y, por lo tanto, empujar el material infectado hacia el interior de los tejidos periapicales.

RADIOGRAFIA

La radiografía es el método tradicional por el cual se hace la determinación de la longitud de trabajo. Esta nos proporciona valiosa información de la anatomía de la raíz, la cercanía de estructuras vitales, el tamaño del conducto radicular, si existe alguna curvatura y el número de raíces. Además podemos observar el tamaño de la cámara pulpar, su localización en la corona del diente, la posición y el ángulo desde el cual los conductos radiculares salen del piso de la cámara.

La radiografía sólo nos proporciona una imagen de dos dimensiones de un objeto tridimensional y como tal nos da muy poca o nada de información acerca de la exacta localización de la curvatura de la raíz, o la exacta posición del foramen apical, ya que la posición de éste y el ápice anatómico no son coincidentes.

Aunque la radiografía proporciona una imagen visual del diente, está sujeta a la superposición de estructuras de la anatomía normal y a cambios patológicos en la anatomía apical normal del diente.

Una de las radioopacidades más comunes en la superposición de dientes es el arco cigomático, el que puede oscurecer los ápices del 1er. y 2º molares. Esta superposición se ha demostrado que afecta al 20% de los ápices del 1er. molar y 42% a los ápices de los 2dos. molares⁹.

Es una técnica sensible, tanto en su exposición como en su interpretación. **Goldman, Pearson y Darzenta**¹⁰ examinaron éxitos y fracasos en 253 casos y encontraron concordancia en la interpretación en menos de la mitad de los casos. La mayoría de los desacuerdos encontrados comprometía a los molares superiores.

Stein y Corcoran¹¹ realizaron un estudio para determinar si la radiografía es un método exacto para determinar la longitud del conducto. Trabajaron con 87 dientes vitales y 24 no vitales, a los cuales colocaron una lima en su interior y los radiografiaron. Luego, estos dientes fueron extraídos. Los resultados mostraron que la distancia radiográfica de la punta de la lima al ápice era 0,7mm más corta que la posición real de la lima. Esta discrepancia puede conducir al clínico a tratar de llegar más cerca del ápice radiográfico, lo que podría resultar en una sobreobturación.

También pueden ocurrir errores en la colocación de la película o errores del operador durante la exposición, lo que puede resultar en una exposición adicional de radiación para el paciente. Sin embargo, la radiografía es una parte indispensable en la terapia endodóntica y es usada en muchas formas para determinar la longitud de trabajo. Se ha señalado a las técnicas que usan fórmulas para calcular la longitud de trabajo como las más precisas.

Aunque la radiografía proporciona un medio por el cual el diente puede ser visualizado, desarrollos en sistemas de imagen digital electrónica indican que éstos se están convirtiendo en una parte crecientemente importante para la terapia endodóntica. Estos proporcionan al clínico la habilidad para manipular, realzar y guardar imágenes radiográficas que pueden ser inmediatamente obtenidas.

ODONTOMETRIA

Este procedimiento establece la extensión de la instrumentación y el nivel apical definitivo de la obturación del conducto. Idealmente este punto debe ser la constricción apical, la cual depende de la edad del paciente y está de 0,5 a 2mm del ápice anatómico del diente. Debe reconocerse que varía la ubicación de ésta, y por lo regular, tales cambios no pueden determinarse a partir de una radiografía. En consecuencia, dicha determinación es un cálculo, y se usan mediciones promedio de distancias desde la constricción apical al foramen apical y desde este último al ápice verdadero.

La falta de determinación exacta de la longitud del diente puede conducir a la perforación apical y sobreobturación, que con frecuencia trae dolor postoperatorio. Además, es de esperarse que habrá un período más prolongado de cicatrización y mayor número de fracasos debido a la regeneración incompleta del cemento, ligamento periodontal y hueso alveolar.

El no determinar con exactitud la longitud del diente, puede llevar también a una instrumentación incompleta y obturación corta con todas sus secuelas. Entre estas hay que destacar el dolor y la molestia persistentes, provocados por restos de tejido pulpar inflamado, así como cultivos positivos persistentes por no haber eliminado los residuos de tejido pulpar de todo el conducto. Además se puede formar un escalón a poca distancia del ápice, haciendo que el tratamiento adecuado o la repetición del tratamiento sea sumamente difícil o con frecuencia, imposible. Finalmente, puede haber percolación apical hacia el "espacio muerto" que quedó sin obturar en el ápice y cuya consecuencia podría ser una lesión periapical crónica e índice elevado de fracasos.

Son varios los autores que plantean técnicas para determinar la longitud de los dientes. Los métodos presentados son muy variables entre sí, algunos sofisticados, otros más simples, pero todos con el objetivo básico de establecer con la mayor precisión posible la longitud real del diente que está recibiendo el tratamiento endodóntico. Sólo así tendremos la certeza de una preparación del conducto dentinario en toda su extensión, y también de que se están realizando estos procedimientos dentro de una conducta de total respeto por los tejidos apicales y periapicales.

Es a través de la conductometría que vamos a establecer la longitud real del diente y a partir de ésta la longitud real de trabajo, es decir, de instrumentación.

Para tomar una medida útil, es importante escoger un punto de referencia que no pueda variar durante o entre las sesiones, ya que dependiendo de cuál sea el punto de referencia empleado, se puede observar una variación de hasta 1mm de longitud.

Los requisitos para una técnica de odontometría son:

1. Ser exacta.
2. Poder realizarse con facilidad.
3. Poder realizarse con rapidez.
4. Ser de fácil comprobación.



Determinación de la longitud de trabajo

Históricamente, el método preferido para la determinación de la longitud de trabajo de un diente en endodoncia consistió en tomar una radiografía del diente con un instrumento radiopaco introducido en el conducto hasta la constricción apical, según lo determinara la sensación táctil digital. Al instrumento de medición se lo dobla o se le pone una marca o tope en un punto de referencia oclusal o incisal, que se aprecie en la radiografía. Con medir la longitud de las imágenes radiográficas del diente y del instrumento de medición, así como la longitud real del instrumento, se puede calcular la longitud real del diente mediante una fórmula matemática.

Del mismo modo, **Bregman**¹² propone un método donde, después de colocar un instrumento de 10mm de longitud dentro del conducto, se radiografía, y con una regla milimetrada se miden en la radiografía la longitud del instrumento y la longitud del diente. Teniendo estos tres valores, se aplica el principio del teorema de Thales, convertido en una regla de tres simple, por medio del cual se obtiene la longitud real del diente.

De esta manera, podemos decir que, técnicamente la conductometría se realiza por la aplicación de la siguiente ecuación:

$$\text{L.R.D.} = \frac{\text{L.R.I.} \times \text{L.A.D.}}{\text{L.A.I.}}$$

donde:

- **L.R.D.** : es la longitud real del diente
- **L.R.I.** : longitud real del instrumento. **Bregman**¹² coloca siempre una longitud fija de 10mm.
- **L.A.D.** : longitud aparente del diente, medida en la radiografía de determinación, desde el ápice hasta la referencia oclusal o incisal.
- **L.A.I.** : longitud aparente del instrumento, medida en la radiografía desde su punta hasta el tope de goma, que debe estar apoyado en una referencia bien nítida.

Este método, realizado con una ligera variación o modificación, es empleado por muchos clínicos desde hace varios años, con buenos resultados prácticos.

En lugar de la longitud real del instrumento siempre de 10mm como preconiza **Bregman**¹², se prefiere colocar una medida basada en la radiografía de diagnóstico y en el cálculo de la longitud media del diente, siempre reducida en algunos milímetros, como medida de seguridad, para no traumatizar los tejidos apicales y periapicales. Es importante tener una buena radiografía preoperatoria, sin deformación, que muestre la longitud total y todas las raíces del diente afectado y un conocimiento básico de la longitud promedio de todos los dientes.

Frete a cualquier duda que pudiera surgir, en la obtención de las longitudes aparentes en la radiografía o en los cálculos, debemos repetir el procedimiento hasta que se llegue con seguridad a la longitud real del diente.

Ingle¹³ sugiere un procedimiento que parece ser simple y de gran eficacia. **Bramante** y **Berbert**¹³ encontraron que esta técnica dio el mayor número de éxitos en las mediciones y tiene menor variación entre 4 diferentes métodos que ellos examinaron.

Básicamente, este método consta de los siguientes procedimientos:

- Se mide el diente en la radiografía de diagnóstico, la cual debe estar tomada dentro de una angulación que dé la menor distorsión posible (se debe tener presente la longitud promedio del diente).
- Se restan 2 o 3mm como margen de seguridad a esta medida, previéndose posibles distorsiones de la imagen radiográfica y también como medida de seguridad para no traumatizar los tejidos apicales y periapicales.
- Se fija la regla endodóntica en esta medida y se transfiere esa longitud a un instrumento endodóntico (escariador o lima tipo Kerr), el cual estará delimitado por la colocación de un tope de goma.
- Se introduce el instrumento en el conducto hasta que el tope de goma llegue al plano de referencia, salvo que el paciente sienta dolor, en cuyo caso se deja el instrumento a esa altura y se reajusta el tope de goma en este nuevo punto de referencia.
- Se toma una radiografía y en ella se mide la diferencia entre la punta del instrumento y el ápice radicular, aumentando o disminuyendo este valor a la longitud del instrumento. De este modo, obtendremos la longitud real del diente.

Frente a cualquier duda en cuanto a la longitud obtenida, debemos repetir la toma radiográfica, después de las debidas correcciones.

Sea por medio de la técnica de **Bregman**¹² o de la de **Ingle**¹³, una vez obtenida la longitud real del diente, se debe establecer la longitud real de trabajo, y para ello tenemos que considerar el hecho de que el caso sea una biopulpectomía o una necropulpectomía, sin o con lesión periapical.

- En las biopulpectomías, es importante la preservación de la vitalidad del muñón pulpar para el éxito del tratamiento, y de este modo, los procedimientos operatorios no deberán realizarse más allá de la unión cemento-dentinaria, límite del campo de acción del endodoncista. De este modo, se debe establecer una longitud de trabajo que quede de 1 a 2 mm más corto con respecto al ápice radiográfico.

Biopulpectomías: $LT = L.R.D. - 1 \text{ a } 2\text{mm}$

- En las necropulpectomías, sin reacciones periapicales evidenciables radiográficamente, aunque ya no existe el muñón pulpar, existe aún el conducto cementario y, de tal manera, el límite de la instrumentación será semejante al de las biopulpectomías.

Necropulpectomías sin lesión periapical: $LT = L.R.D. - 1 \text{ a } 2\text{mm}$

- En las necropulpectomías, con lesiones periapicales bien caracterizadas radiográficamente por áreas de reabsorción ósea, se sabe que los tejidos que componen el conducto cementario fueron reabsorbidos, quedando descubierta la dentina. En estos casos, la longitud de trabajo deberá aproximarse lo más posible a la porción apical, quedando a 0,5 mm del ápice radiográfico, esto aseguraría que la instrumentación y obturación permanezcan en la zona apical del diente.

Necropulpectomías con lesión periapical: $LT = L.R.D. - 0,5\text{mm}$

CONDUCTOMETRIA ELECTRICA

Reseña Histórica

Aunque los localizadores apicales electrónicos (LAE) son relativamente recientes en el equipamiento clínico, no son aparatos nuevos. El principio, diseño y desarrollo de algunas unidades se remontan a investigaciones efectuadas por **Suzuki**¹⁴ en 1942, quien llevó a cabo investigaciones *in vivo* en perros y descubrió que la resistencia eléctrica entre la membrana periodontal y la mucosa oral presentan un valor constante de aproximadamente 6,5 kilo Ohms ($k\Omega$), o 40 microamperes. Este principio fue introducido a la práctica clínica por **Sunada**¹⁴ (1958-1962), quien supuso que esta resistencia eléctrica entre la mucosa bucal y el ligamento periodontal también registraría una lectura consecuente, si una sonda de medición llegara al periodonto por la vía del conducto pulpar, y es en su trabajo que se basan los principios de operación de los LAE de tipo resistencia. El valor de resistencia de 6,5 $k\Omega$ es construido en un circuito electrónico contenido dentro del LAE.

Un lado del circuito del LAE, subsecuentemente es conectado a la mucosa oral a través de una pinza y el otro lado a una lima. Cuando la lima es puesta en el interior del conducto y avanza apicalmente hasta que su punta toca tejido periodontal en el ápice, el circuito eléctrico se completa. Cuando esto ocurre, la resistencia disminuye bastante y el flujo de corriente aumenta.

La resistencia eléctrica del LAE y la resistencia entre la lima y la mucosa oral son ahora iguales. El resultado es que el aparato indica que el ápice ha sido alcanzado. Según el aparato que se emplea, un pitido, zumbido, luz intermitente, lecturas digitales o un indicador en un disco sintonizador señalan dicho evento.

Sunada¹⁴ contribuyó al desarrollo del **Endometer**^{MR} (Dent-o-Tronics, San Antonio, Texas), que ofrece una lectura métrica cuando se alcanza el tejido apical. En 1972, **Inoue**¹⁵ creó un sistema de lectura sónica, que es una variante del anterior, el **Sono-Explorer**^{MR} (Electro-Dent Inc. Cherry Hill, NJ). Utiliza sonidos de oscilaciones de baja frecuencia. Se coloca un instrumento en el surco gingival y se induce una corriente eléctrica hasta que se oye un sonido, repitiendo después la operación en el conducto radicular hasta hallar la misma resistencia, es decir, hasta que se produzca el mismo sonido, con esto, se sincronizan dos sonidos diferentes en el momento en que el electrodo del conducto alcanza la región apical, de este modo se determina la longitud del diente.

Se han efectuado nuevos desarrollos en los LAE. Su resultado son aparatos que operan midiendo cambios en la impedancia a través de la pared del conducto radicular o aplicando dos frecuencias distintas a una lima y midiendo las diferencias entre ellas.

Estudios para determinar la precisión de los LAE muestran que las unidades de las generaciones recientes son precisas entre un 83% y 93,4%.

A la fecha, son varios los trabajos e investigaciones que se han realizado sobre los LAE, de los cuales cabe destacar:

- **Cash y Col.**³ después de usar 3 años el **Endometer**^{MR}, sostuvo que este aparato ahorra un 50% del tiempo que corrientemente se dedica a la conductometría, como también reduce las radiaciones.

- **Bramante y Bervert**¹⁶ con un aparato construido según los principios de **Sunada**¹⁴, obtuvieron buenos resultados, sobre todo si se trataba de las raíces palatinas de premolares y molares superiores.
- **O' Neill**¹⁷ realizó mediciones *in vivo* con el **Sono-Explorer**^{MR} en dientes que posteriormente fueron extraídos, en los que practicó las mediciones de longitud real y comprobó que en el 83% de los dientes las medidas eran idénticas, con una variación de sólo 0,5mm en el 17% de los casos.
- **Blanck y Col.**¹⁸ estudiaron las diferencias entre el **Sono-Explorer**^{MR} y el **Endometer**^{MR}. Encontraron que ambos eran precisos en el 87% de los dientes examinados.
- **Seidberg y Col.**¹⁹ observaron que el **Sono-Explorer**^{MR} requería más tiempo que la determinación radiográfica de la longitud del diente y también, que era menos preciso en el 16 por ciento de los casos.
- **Plant y Newman**³ observaron que el **Sono-Explorer**^{MR} medía con precisión la longitud de los dientes en un 94 por ciento de los casos.
- **Becker y Col**⁶ realizaron un estudio en dientes mandibulares de cerdos, comparando el aparato **Foramatron**^{MR} con la radiografía. Estos autores concluyeron que el sensor electrónico no era tan preciso como la determinación radiográfica de la longitud de trabajo.
- **Saito y Yamoshita**¹⁰ investigaron *in vitro* la eficacia de un nuevo aparato, el **Endex**^{MR}, en la determinación de la longitud del conducto radicular, estudiando la influencia del tamaño de la lima K, el diámetro del foramen apical y de varios irrigantes en el conducto. Confirmaron que con este aparato mejorado, los irrigantes como NaOCl al 5%, EDTA al 14% y H₂O₂ al 3% no interfieren en la detección del foramen apical, independientemente del tamaño de la lima K y del tamaño del foramen apical.
- **Fuss y Col.**²⁰ evaluaron la precisión de dos LAE, el **Sono-Explorer Mark II J.**^{MR} y el **Apit II**^{MR} para detectar perforaciones radiculares. También fue evaluado el método radiográfico. Utilizaron 32 dientes extraídos, los cuales fueron perforados en el tercio medio de la raíz y puestos en alginato. La detección de todas las perforaciones se llevó a cabo con limas K N° 25 con los LAE y se tomaron dos radiografías con dos angulaciones después de cada medición electrónica. La localización de la punta de la lima con relación a la perforación se detectó con un estereomicroscopio. Ambos aparatos detectaron la localización de la perforación en un rango clínico aceptable. La distancia de la punta de la lima al contorno externo de la superficie de la raíz fue corta para ambos instrumentos. Las radiografías resultaron ser menos confiables en la identificación de la localización de la perforación, sólo se localizaron en un 45%.
- **Pratten y McDonald**²¹ realizaron una comparación entre el método radiográfico y electrónico para determinar la constricción apical. La longitud de trabajo de los conductos radiculares se determinó posicionando la lima en el punto de terminación apical indicada por un LAE, luego se radiografiaron estos dientes en varios ángulos con la lima dentro del conducto. Las radiografías fueron evaluadas por cinco examinadores, para determinar un punto de terminación radiográfica en cada conducto. Los dientes fueron extraídos y examinados histológicamente para determinar el punto de terminación ideal. Las

desviaciones de los dos puntos de terminación experimental fueron comparadas con el punto ideal. El promedio del valor absoluto de desviación de la constricción apical por el LAE fue significativamente menor ($p < 0,05$) que la realizada por el método radiográfico. Por lo tanto, el LAE fue levemente más confiable.

- **Arora y Gulabivala²²** realizaron un estudio *in vivo* para evaluar un aparato nuevo, el **Endex^{MR}**, y compararlo con uno tradicional, el **RCM Mark II^{MR}**, en conductos radiculares con distintos contenidos. Determinaron la longitud de 61 conductos con pulpa vital, pulpa necrótica, exudado purulento, hipoclorito de sodio y H₂O. La completa precisión del **Endex^{MR}** (71,7%) fue mayor que la del **RCM Mark II^{MR}** (43,5%) con un margen de 0,5mm del foramen apical. El **Endex^{MR}**, a diferencia del **RCM Mark II^{MR}**, tuvo precisión en presencia de hipoclorito de sodio.

Los dientes fueron radiografiados y extraídos determinando la distancia entre la punta de la lima y el foramen apical. Los resultados indicaron que la mayoría de la punta de las limas que estaban en el ápice radiográfico, se extendían a través del foramen apical y que el contenido del conducto tiene variados efectos en cada aparato.

- **Hembrough, Weine y Col.²³** evaluaron clínicamente la precisión de un LAE en 26 molares superiores, y lo compararon con la radiografía y mediciones directas de la longitud del diente. Los resultados indicaron que un porcentaje mayor de precisión se obtuvo con el método radiográfico (88,55%) comparado con el electrónico (73,1%). Ellos no recomiendan reemplazar la radiografía con aparatos electrónicos en la terapia endodóntica.
- **Frank y Torabinejad²⁴** realizaron una evaluación *in vivo* del **Endex^{MR}**, un nuevo LAE que actúa con precisión en un ambiente húmedo. Diez operadores usaron el **Endex^{MR}** para medir la longitud de 185 conductos y fueron comparados con medidas radiográficas. El **Endex^{MR}** localizó la constricción apical con exactitud, con un margen de $\pm 0,5$ mm en el 89,64% de los conductos húmedos.
- **Fouad, Rivera y Krell²⁵** compararon la eficacia del **Endex^{MR}** con el **Exact-a-pex^{MR}**, el **Sono-Explorer Mark III^{MR}**, y el **Neosono-D SE^{MR}**, con diferentes irrigantes y variaciones del tamaño del foramen. 60 dientes uniradulares fueron extraídos y repartidos en dos grupos: Los de foramen pequeño y los de foramen ancho, dependiendo si la punta de una lima tipo K N° 30 pasaba por el foramen. Se midió la longitud del conducto en condiciones secas, y luego con etanol, xilocaína e hipoclorito de sodio, con los diferentes LAE.

Estas medidas fueron comparadas con la longitud real del conducto. No se encontraron diferencias significativas entre los instrumentos dentro del conducto seco, independiente del tamaño del foramen. El **Endex^{MR}** fue generalmente superior a los otros instrumentos examinados en conductos que contenían fluidos, especialmente donde el foramen apical era más ancho.

- **Wu, Shi, Huang y Xu²⁶** midieron la longitud de 20 conductos radiculares *in vivo* con el **Sono-Explorer tipo Y-III^{MR}**. Luego de extraer los dientes midieron su longitud real y compararon los resultados. El rango de concordancia obtenido de las dos mediciones fue 77,5% dentro de un rango de $\pm 0,5$ mm, mientras que fue del 100% con un rango de ± 2 mm, lo que es clínicamente aceptable.

Localizadores apicales de tipo resistencia

Aunque el principio introducido por **Sunada**¹⁴, esencialmente es un concepto simple, hay un número de variables que deben ser controladas para obtener resultados precisos y consistentes con los LAE que operan a través del sistema de resistencia. Un ejemplo de estos aparatos es el **Neosono**^{MR} (Amadent, Cherry Hill, NJ).

La mayor desventaja del LAE que opera con este sistema es que requieren que el conducto radicular esté seco. La humedad excesiva o tejido pulpar vital, por lo tanto, deben ser removidos antes para que se puedan obtener lecturas precisas.

Al haber una pequeña cantidad de fluido en el conducto, un medidor, una luz, o una alarma indicará que el ápice ha sido alcanzado. Cuando la lima toca el fluido en el conducto, el circuito eléctrico es completado, porque el fluido del interior del conducto contacta el tejido periapical. La unidad proporciona esta información, porque el valor de resistencia es más bajo y hay más conductividad o flujo de corriente a través del fluido, el cual la unidad puede determinar.

La unidad, sin embargo, puede operar en presencia de RC Prep., debido a que posee suficiente aislación eléctrica para obtener lecturas correctas.

Adicionalmente, la operación se puede ver afectada en tres diferentes maneras:

1. Cuando la lima contacta la restauración metálica.
2. En presencia de caries.
3. Cuando la restauración es defectuosa, ya que el circuito eléctrico se completará a través de la saliva y la lectura será errónea.

El primer problema ha sido solucionado por el uso de mangas aislantes, las que se pueden ubicar en la lima para prevenir cortos circuitos. Es importante, sin embargo, asegurarse que la manga no se mueva durante el ajuste de los topes de goma contra el punto de referencia cuando se está determinando la longitud de trabajo. El segundo y el tercer problema deben ser solucionados removiendo las caries y la restauración defectuosa para prevenir el ingreso de saliva. La nueva restauración debe estar correctamente contorneada y bien adaptada. Un material reforzado, como el óxido de zinc eugenol proporciona suficiente resistencia, un buen sellado y tiene propiedades aislantes para prevenir el cortocircuito en el LAE.

Aunque pareciera que la lectura es precisa, en realidad es muy difícil determinarla con exactitud. Esto es porque cualquier pequeño movimiento vertical en la lima producirá una respuesta magnificada en el LAE. Este problema puede ser reducido usando una lima que sea aproximadamente del tamaño del conducto. La práctica clínica indica que para sobrellevar este problema, la lima no debe ser más de dos tamaños menor que el diámetro del conducto.

Las calibraciones incorrectas de algunas unidades también producen errores en la medición, ya sea obteniendo mediciones largas o cortas del punto correcto. Esto ocurre porque algunas máquinas requieren que el operador fije el valor de resistencia antes de comenzar, es decir, calibrar la unidad. Si se fija esto a un valor de resistencia mayor, produce una lectura de medición corta, inversamente si se fija en un valor demasiado bajo, produce una lectura de medición larga. Aunque la mayoría de las unidades tienen un medidor que indica cuando las baterías necesitan ser reemplazadas, una batería con una carga baja también producirá mediciones cortas.

La mayoría de las unidades disponibles poseen un lector digital de la distancia del punto final a la posición de la punta de la lima en mm y en unidades menores. Aparentemente hay una considerable cantidad de errores hasta que la unidad indica que la punta de la lima está a 2mm o menos del punto final. Los clínicos no deberían tomar una lectura que es mayor que ésta, extrapolar esta lectura a la lima, y luego usarla como una longitud de trabajo exacta. En un diente con el ápice abierto, es posible que el punto final no se indique.

Una situación similar puede ocurrir en un diente con una lesión periapical grande. Pareciera que la lesión completa el circuito con la membrana periodontal, y así el aparato indica la posición de la lima.

Las perforaciones, hechas por instrumentación o al colocar pines, también pueden ser detectadas con esta unidad. La perforación permitirá a la lima tocar la membrana periodontal, lo que completa el circuito eléctrico y da la lectura.

Este diseño de LAE requiere que el circuito eléctrico sea completado con el paciente a través de una pinza labial. Aunque es un inconveniente menor colocar la pinza en el labio del paciente, ésta debe estar en íntimo contacto con el labio. Fallas en el buen contacto con el labio producirá lecturas largas. La pinza debe estar esterilizada y se debe tomar medidas para asegurarse que la unidad esté desinfectada.

Muchas de las unidades disponibles tienen un circuito incorporado para asegurar que errores en la conexión del labio, lima, u otros accesorios estén correctos. Si existe algún error, éste se indica al operador por un mensaje en el lector digital.

Estos aparatos generan un flujo de corriente, que puede ser detectado por los pacientes como una sensación de picazón, aún bajo anestesia profunda. Esta reacción parece ser paciente-dependiente y no afecta la precisión de la unidad. Debido al flujo de corriente, el uso de estos aparatos está contraindicado en pacientes con marcapasos cardíacos.

Localizadores Apicales de tipo impedancia

Un ejemplo de éstos es el **Endocater**^{MR} (Hygienic Corp., Akron, OH). Operan por diferentes principios que los descritos anteriormente, y superan algunas de las desventajas de las unidades basadas en la resistencia. Sin embargo, también presentan algunas variables importantes.

Estas unidades operan con el siguiente principio: el diente es un tubo largo y hueco cerrado en su final (ápice). El diente presenta un aumento en la impedancia eléctrica a través de las paredes del conducto radicular, la que es mayor apicalmente que coronalmente. Este fenómeno es causado por la presencia de dentina transparente que comienza a formarse aproximadamente a los 17 años de edad y continúa formándose a través de la vida.

En la unión cemento-dentinaria hay una constricción en el conducto, como también un abrupto descenso en la impedancia a través de la pared del conducto radicular, lo que el LAE puede detectar. La unidad indica esto como la posición final del conducto radicular en el medidor análogo del dial. Este tipo de LAE usa una sonda sostenida por la mano del paciente como electrodo contrario en lugar de una pinza labial, lo que es menos invasivo, elimina los errores que ocurren con un contacto de labio pobre, y tiene una ventaja en el control de la infección.

El uso de sondas revestidas con un aislante eléctrico elimina la necesidad de tener un canal absolutamente seco. Aunque este sistema facilita a la máquina para operar en un ambiente con fluidos, el grosor adicional que produce el aislante al diámetro de la sonda, puede restringir el pasaje de ésta al ápice en conductos finos. A pesar de este inconveniente, este tipo de unidad proporciona un alto grado de precisión en la localización de la constricción apical. Esto fue confirmado por **McDonald y Hovland**²⁷ en un estudio *in vivo*, en el cual el **Endocater**^{MR} localizó la posición de la unión cemento dentinaria o una posición poco menos de 0,5mm más corta de ella, en un 93,4% de los conductos evaluados.

Debido a que este tipo de aparato busca un cambio de impedancia, es capaz de detectar conductos bifurcados, conductos laterales, y perforaciones. Estas variaciones causan que la impedancia cambie a través de la dentina transparente, lo que la unidad es capaz de detectar. Estos cambios en la impedancia se suman a la complejidad de operar la unidad; los cambios se indican como si se hubiera encontrado la longitud de trabajo, es por ello que el clínico debe tener buena información de la longitud estimada del diente y de la existencia de anatomía aberrante antes de usar este tipo de localizador.

Si no se tienen buenas radiografías preoperatorias para obtener estos datos, será difícil usar esta máquina. La habilidad de esta unidad para funcionar en dientes jóvenes sin dentina transparente y en dientes con ápices abiertos, es variable. Se requiere más investigaciones sobre este punto. Hasta que esto sea realizado, sin embargo, esta unidad no se recomienda para el uso en este tipo de casos.

La instalación de la unidad no es difícil, pero requiere ser calibrada antes de ser usada. Si existen fallas en la calibración se producirán lecturas erróneas, como también lo hará una batería débil. Aunque la calibración es una operación simple, el completo uso de la unidad es complejo y requiere que el clínico se familiarice para obtener resultados precisos y consistentes.

Localizadores Apicales dependientes de frecuencia

Un ejemplo comercial de este tipo de aparato es el **Endex^{MR}** (Osada Electric. Co., Tokyo, Japón). Este tipo de LAE opera con el principio de que hay una diferencia máxima de impedancia entre electrodos dependiendo de las frecuencias usadas. Este concepto es más fácil de entender cuando se aplica al principio de operación de la unidad.

La unidad usa una pinza labial y es calibrada por la inserción de una lima en la porción coronal del conducto. En este punto, la diferencia de impedancia entre las dos frecuencias es casi constante. A medida que la lima avanza apicalmente, la diferencia en los valores de impedancia comienzan a diferir grandemente y se hace máxima la diferencia en la constricción apical. Las dos ondas de frecuencias son aplicadas a través de un compuesto de ondas. Esta salida eléctrica es de muy bajo voltaje, lo que es importante para minimizar la respuesta del paciente, un problema que se experimenta en los LAE de tipo resistencia. Los parámetros discutidos previamente facilitan a la unidad para operar en un ambiente electroconductor usando limas tipo K, lo cual es una ventaja mayor sobre todos los otros tipos de LAE disponibles. Debido a que este tipo de unidad usa limas convencionales, el problema de las sondas revestidas en los aparatos de tipo impedancia está resuelto.

La calibración precisa de la unidad es muy importante, y la lima debe tocar la porción coronal del conducto cuando se va a realizar este paso. Cualquier falla producirá errores en la medición.

La unidad opera en un ambiente electroconductor, en presencia de pus y tejido pulpar. Cuando opera en una solución electroconductor, sin embargo, es posible sobrecargar la unidad cuando se tiene fluido hasta el nivel de la cámara pulpar. Esto produce mucha conductividad eléctrica en la sección coronal del diente. El medidor indica que la lima está en un área de alta conductividad, la misma indicación que se mostraría si la lima estuviera extendida a través del ápice del diente. Si esto sucede, el diente debe secarse y el LAE recalibrarse. Este tipo de unidad es fácil de operar, pero como los otros dos tipos de LAE, requiere que la lima calce con el tamaño del conducto radicular. Si un conducto está siendo retratado, es importante remover toda la gutapercha existente, debido a que ésta posee aislantes que pueden causar lecturas inexactas.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE DIFERENTES TIPOS DE LAE¹⁰

Localizador Apical	Ventajas	Desventajas
De tipo resistencia	• Fácil de operar	• Requiere un ambiente seco
	• Lector digital	• No puede estimar más allá de 2mm
	• Indicación audible	• Sensibilidad del paciente
	• Usa limas tipo K	• Requiere calibración
	• Opera con RC Prep	• Requiere una pinza labial con buen contacto
De tipo impedancia	• Opera en un ambiente de fluidos	• Difícil de operar
	• Medidor análogo	• No tiene lectura digital
	• No hay sensibilidad en el paciente	• Requiere sondas revestidas
	• No ocupa pinza labial	
	• Opera con RC Prep	
De tipo frecuencia	• Fácil de operar	• Puede hacer cortocircuito
	• Opera en un ambiente de fluidos	• Requiere una pinza labial con buen contacto
	• Usa limas tipo K	
	• No hay sensibilidad en el paciente	
	• Lectura análoga	
	• Indicación audible	
	• Recargable	
• Opera con RC Prep		

La exactitud de los diferentes modelos de localizadores de ápice ha sido examinada clínicamente y muestra unos resultados levemente variables para el mismo localizador de ápice en distintos estudios y para diferentes localizadores de ápice en el mismo estudio. Estas diferencias pueden atribuirse a muchos factores, incluyendo condiciones de uso y calibración del instrumento. Los localizadores de ápice son fiables, pero no hasta el punto de poder sustituir a las radiografías.

La principal ventaja de estos aparatos se presenta en situaciones donde los ápices no son evidentes o resultan invisibles en las radiografías como por ejemplo, en ápices difusos de un molar superior, dientes superpuestos o con ramificaciones inusuales. En estos casos, la radiografía de rutina es difícil de interpretar o no aporta información suficiente. Además ayudan a reducir el número de radiografías necesarias si no hay seguridad acerca de la longitud.

Como con cualquier aparato electrónico, una preocupación es el control de calidad del fabricante. Una desventaja importante de tales instrumentos es, que el estado del diente y los conductos puede modificar la precisión. Se puede obtener lecturas inexactas en los siguientes casos: si hay algún electrolito en el conducto, si el instrumento toca una restauración metálica, en presencia de caries, si hay algún medio conductor líquido como sangre, pus o solución irrigadora en el conducto, cuando hay un nódulo pulpar, restos de tejido necrótico, ápices abiertos, o lesiones periapicales.

Una consideración muy importante es que las radiografías generan información relevante que los localizadores apicales no proveen. Las radiografías anguladas ayudan a la localización o identificación de conductos pasados por alto, morfología del conducto o de la raíz, así como las curvaturas. Asimismo, son un registro terapéutico para consultas posteriores.

ROOT-ZX^{MR} (J. Morita, MFG. Corp.; Tustin, CA. USA)²⁸

Aunque se han utilizado localizadores apicales electrónicos por muchos años, no han alcanzado aceptación por la mayoría de los clínicos, debido a que muchas de las señales del localizador apical pueden ser mal interpretadas por los dentistas. Sin embargo, ha habido una consistente y positiva evolución en la tecnología de los localizadores apicales desde su introducción en 1962. El aparato que se describirá ahora es considerado como un producto de tercera generación.

El **Root-ZX^{MR}** es un aparato completamente automático para medir la longitud del conducto radicular, el cual proporciona medidas extremadamente precisas bajo cualquier condición del conducto. El avanzado microprocesador del **Root-ZX^{MR}** asegura lecturas precisas aún en presencia de hipoclorito de sodio, peróxido de hidrógeno, saliva, sangre, agua, anestesia local o pulpa.

El microprocesador también calibra al **Root-ZX^{MR}** automáticamente, dejándolo listo para usarlo inmediatamente después de prender el interruptor principal. Estas características y más hacen del **Root-ZX^{MR}** uno de los aparatos de medición de la longitud del conducto más considerados en el mercado. (Foto 4, Anexo C).

Consta de los siguientes accesorios: (Foto 5, Anexo C).

- 1 Sonda de conexión
- 3 Portalimas
- 5 Electrodo contrarios
- 1 Auricular
- 5 Pilas "AA"

Especificaciones

Denominación	:	Root-ZX^{MR}
Modelo	:	RCM-1
Régimen	:	7.5V CC (5 pilas alcalinas de 1.5V tipo 'AA')
Consumo de energía	:	0.3W (máximo)
Tensión de medición	:	80mV CA (máximo)
Amperaje de medición	:	10 μ A(máximo)
Pantallas e indicadores	:	Pantalla de cristal líquido reflectivo de color Zumbador piezoeléctrico
Dimensiones externas	:	Ancho 96mm x profundidad 80mm x altura 105mm
Peso	:	Aprox. 550g

Medición

Utiliza el método de la Proporción, el método de medición más exacto.

Continuamente compara la proporción de la impedancia del conducto a 2 frecuencias distintas (400 Hz y 8.000Hz) para asegurar exactitud bajo cualquier condición del conducto. Las distintas soluciones en el conducto no afectan la medición.

Características

1. Medidas precisas pueden tomarse inmediatamente después que se prende el **Root-ZX^{MR}**. No se necesita poner el aparato en cero antes de medir cada conducto individual.
2. El dispositivo **Root-ZX^{MR}** no requiere ajustes ni calibraciones y puede usarse cuando el conducto esté seco o lleno de electrolitos fuertes.
3. Proporciona una indicación constante de la posición de la lima con respecto al ápice.
4. Debido a que la posición de la punta de la lima y la indicación del medidor están directamente relacionadas, la PBM puede realizarse fácilmente monitoreando en forma continua la longitud del conducto.
5. Posee alarma audible con volumen ajustable y audífono, así el operador puede concentrarse en el paciente, ya que tres alarmas diferentes proporcionan referencia de la posición de la lima. El audífono apaga el sonido externo para reducir el stress del paciente.
6. Posee una gran pantalla de color, fácil de leer y corresponde exactamente al movimiento de la lima. Esta pantalla proporciona precisión y alto contraste.
7. El portalima tiene una forma delgada y peso ligero, lo que permite manipularla fácilmente dentro de la cavidad oral.
8. El portalima normalmente se sujeta al escariador, pero se puede hacer una medición simplemente cuando el portalima toca a la lima o escariador.
9. La unidad tiene la fuente de alimentación de pilas tipo "AA" disponibles en el mercado, (puede usarse también las pilas de manganeso). El bajo consumo de energía posibilita una larga duración de las pilas.
10. La unidad se apaga automáticamente si no se usa por 20 min., así preserva la vida de la batería.
11. Posee un indicador de la vida de la batería, vida media: 100 hrs., lo que equivale de 6 a 12 meses de uso normal.

Ventajas

1. Indica la longitud de la raíz exacta la mayor parte del tiempo, aún en presencia de sangre, exudado o electrolitos, tales como el hipoclorito de sodio, soluciones anestésicas, etc.
2. Reduce el tiempo de operación, una vez que el clínico se vuelve hábil con el aparato.
3. Aumenta la exactitud de los tratamientos endodónticos proporcionando información adicional cuando existe distorsión radiográfica.
4. La exactitud no es afectada significativamente por el tipo de diente, el tamaño del conducto, o el tamaño de la lima.
5. Reduce el número de radiografías requeridas y la exposición de la radiación al paciente. Sin embargo, un mínimo número de radiografías es necesaria para confirmar la longitud del instrumento exacta y la longitud del cono.
6. Es fácil de entender y usar. Sin embargo, el clínico debe leer las breves instrucciones proporcionadas, para evitar errores básicos.
7. Se puede usar en medio del tratamiento.
8. Tres tipos de señales indican la localización del instrumento en el conducto (señales de audio, el lector visual numérico y la imagen visual del instrumento moviéndose hacia abajo del conducto).
9. Una imagen visual del instrumento en el conducto muestra cuando la terminación apical es alcanzada.
10. Posee un tamaño pequeño, peso ligero y un diseño aerodinámico atractivo, fácil de limpiar.
11. Electrodo metálico y porta instrumentos son esterilizables en el autoclave.

Desventajas

1. Su alto costo (relativo).
2. Puede reportar lecturas inexactas, debido a fluidos en la cámara pulpar, conductos calcificados, conductos finos, presencia de conductos laterales grandes, ápice incompleto, contacto inadvertido con la restauración metálica, presencia de caries, y problemas de origen desconocido.

Cuando se encuentran estos tipos de circunstancias, el **Root-ZX^{MR}** advierte al clínico con lecturas inusuales. A medida que el clínico acumula experiencias y confianza en el aparato, el significado de estas lecturas inusuales se vuelve claro.

3. No se puede limpiar la superficie con desinfectantes comúnmente usados. Una alternativa es usar una bolsa plástica.
4. No elimina totalmente la necesidad de radiografías.

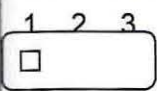
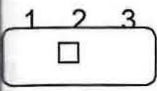
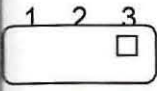
Observaciones de Precaución

- No utilizar esta unidad en conjunto con escalpelos eléctricos o en pacientes con marcapasos.

Alarma Audible

El volumen de la alarma es ajustable y pueden seleccionarse 3 tipos de sonidos de alarma.

- Se ajusta el volumen de la alarma con el tornillo del fondo de la unidad. Para aumentar el volumen, se girará el tornillo en la dirección indicada por la flecha.
- Jamás deberá ajustarse en el extremo de la gama donde desaparece el sonido.
- Con la llave ubicada en el fondo, podrán seleccionarse tres tipos de sonidos de alarma. La indicación del sonido seleccionado aparece en la parte superior derecha de la pantalla.

Llave	Indicación	Sonido		
		Cerca del ápice	En la construcción apical	Pasado del ápice
	•)))) 1	Zumbido lento de paso simple	Zumbido rápido	Zumbido continuo
	•)))) 2	Zumbido lento de dos pasos	Zumbido rápido	Zumbido continuo
	•)))) 3	Zumbido lento de tres pasos	Zumbido rápido	Zumbido continuo

Quando el auricular es enchufado en el jack de PHONE, el sonido de alarma sólo puede escucharse por el auricular.

Pilas

La barra gráfica del ángulo superior derecho de la pantalla indica la carga remanente de las pilas. Se deberá reemplazar las 5 pilas cuando queden sólo 2 líneas de la barra gráfica y aparezca la imagen de la pila en el ángulo inferior izquierdo de la pantalla.

Quando estén descargadas las pilas, no podrá obtenerse la lectura precisa. No debe usarse las pilas alcalinas con las pilas de manganeso juntas, ni las pilas usadas con las nuevas.

Las pilas deberán retirarse cuando la unidad no sea usada por largos períodos.

Operación del Root-ZX^{MR}

1. Enchufar la sonda en el jack de PROBE de la unidad principal.
2. Insertar la ficha del portalima (gris) en el conector (también gris) de la sonda. Insertar la ficha del electrodo contrario (blanco) en el conector de la sonda (blanco) y colgar el electrodo en un rincón de la boca. (Foto 6, Anexo C).
3. Pulsar el interruptor principal y encender la unidad. Verificar la pantalla y asegurar que esté destellando la barra de constricción apical.
4. Ajustar el portalima en la parte metálica de la lima en el diente. Se debe colocar el portalima en la lima sólo después de encenderse el interruptor principal. (No es posible la medición precisa cuando el interruptor principal se enciende después que el portalima ha sido colocado en la lima ya insertada en el diente).

Se debe utilizar limas y escariadores que tengan los mangos de plástico y colocar siempre el portalima en la parte superior de la lima, cerca del mango. Las partes metálicas y de plástico del portalima, pueden dañarse al fijarse por la parte cortante de la lima o la parte de transición del eje redondo hacia la parte cortante. (Foto 7, Anexo C).

5. Insertar ahora la lima en el diente. (Foto 8, Anexo C).

Es importante secar la cámara pulpar y la porción coronal del diente. El conducto puede estar mojado con hipoclorito de sodio, sangre, agua, anestesia o pulpa, pero sin embargo, la cámara pulpar debe permanecer seca. Si hay humedad en esta porción del diente, la corriente eléctrica puede pasar al tejido blando o posiblemente contactar una restauración metálica y dar una lectura del ápice instantánea.

6. La posición de la punta de la lima es indicada por el medidor de la pantalla. El zumbido de alarma audible comenzará a sonar lentamente cuando el medidor llegue a 2. La barra indicadora de la constricción apical del conducto radicular destellará intermitentemente. (Foto 9, Anexo C).

Se inserta la lima hasta que el medidor indique 0,5mm. Esto indica que la punta de la lima está en las proximidades del foramen apical (es decir, pasando un promedio de 0,2 – 0,3mm la entrada de la constricción apical hacia el ápice). En este punto, comenzará el destello de la imagen del conducto radicular y cambiará el sonido de la alarma. (Foto 10, Anexo C).

7. Se avanza con la lima girándola lentamente hacia la derecha. Cuando la lima alcanza el foramen principal (indicación "0" del medidor), cambiará la alarma a un zumbido continuo simple y comenzará el destello de la palabra "APEX". También destellará el pequeño triángulo ubicado en la parte inferior derecha que también indica "0". (Foto 11, Anexo C).

Una vez alcanzado el ápice, se gira lentamente la lima hacia la izquierda hasta que el medidor indique nuevamente 0.5. Debido a que algunos conductos tienen constricciones múltiples, es importante que al llegar la lima hasta el ápice, se retroceda hasta la constricción apical para asegurar que el medidor esté registrándola.

- Colocar el tope de goma en la superficie del diente como punto de referencia para determinar la longitud de trabajo del conducto. La posición de la indicación 0,5 del medidor es virtualmente igual para todos los dientes. Cuando el medidor alcanza el 0,5 se incrementa su sensibilidad. La diferencia entre las indicaciones 0,5 y 1,0 del medidor es aproximadamente equivalente a 0,2 ~ 0,5mm.

Si se presentan problemas para obtener una lectura consistente cuando se introduce la lima en el conducto, se recomienda remover más tejido. Si aún no se obtiene la lectura, es posible que se esté en un conducto largo y sea necesario una lima más larga, o que el conducto esté calcificado.

- Se mide la longitud del instrumento con una regla milimetrada (Foto 12, Anexo C).
- Pulsar nuevamente el interruptor principal para desconectar la unidad. En caso de olvido, la unidad se desconectará automáticamente después de 20 minutos.

Determinación de la longitud de trabajo del conducto

- La lectura 0,5 del medidor es lo normal para determinar la longitud del conducto.
- La longitud de trabajo puede estimarse que es 0,5 a 1mm más corto que la longitud del conducto indicada por la lectura de 0,5 del medidor, ya que la punta de la lima ha pasado ligeramente más allá de la constricción apical cuando el medidor indica esta posición.

La estimación anterior de la longitud de trabajo diferirá un poco según cada diente y forma del conducto. Esta discrepancia debe ser juzgada por el clínico.

El **Root-ZX^{MR}** también puede utilizarse para la detección de perforaciones, en este caso, el aparato emitirá un zumbido simple continuo y comenzará a destellar la palabra "APEX".

El criterio clínico, incluyendo el conocimiento de la anatomía de la raíz, es importante al interpretar los resultados obtenidos por el LAE. El fabricante recomienda que en todos los casos deben tomarse las radiografías para verificar los resultados.

HIPOTESIS

De acuerdo a la revisión realizada, se propone las siguientes hipótesis:

- La longitud de trabajo determinada por el LAE y por el método radiográfico convencional son iguales o su diferencia está entre $-0,5$ y $0,5$ mm.

No es necesario tomar una radiografía de determinación para obtener la longitud de trabajo cuando se utiliza el **Root-ZX^{MR}**.

OBJETIVOS

Objetivos Generales

- Adquirir conocimientos teóricos y realizar entrenamiento práctico para conocer el manejo y familiarizarse con el localizador apical electrónico **Root-ZX^{MR}**, con el objetivo de realizar mediciones de LT.
- Comparar un instrumento electrónico de última generación con el método radiográfico convencional para determinar longitud de trabajo.

Objetivos Específicos

- Conocer los principios de acción del instrumento, así como sus componentes.
- Describir el funcionamiento y técnica utilizado con el **Root-ZX^{MR}** para obtener la LT.
- Establecer si existen diferencias entre los dos métodos de medición para determinar la LT en todos los conductos estudiados.
- Determinar si existen diferencias entre las LT determinadas con la radiografía y con el LAE, según las siguientes variables:
 - sexo
 - grupos etéreos
 - grupos de dientes
 - arcada
 - diagnóstico
 - estado periapical

MATERIALES Y METODOS

PLANIFICACION

Constitución de la muestra

Este estudio fue llevado a cabo en la Escuela de Odontología, Facultad de Odontología de la Universidad de Valparaíso. Las mediciones se realizaron en algunos de los pacientes con indicación de tratamiento endodóntico atendidos por los alumnos de 4º y 5º Año de esta Escuela. Previamente se estipuló que se realizarían todas las mediciones posibles durante el primer semestre del año académico.

Se examinaron 97 pacientes cuyas edades fluctuaban entre los 18 y 69 años. Se midieron 127 conductos radiculares, pertenecientes a 103 dientes (incisivos, caninos y premolares) de los cuales sólo se obtuvo lectura de 117, debido a que 6 conductos se encontraban calcificados, 3 estaban con la PBM terminada, y un diente se encontraba con una obturación metálica que por razones del tratamiento aún no sería totalmente retirada.

RECOLECCION DE DATOS

Para la recolección de la información, en el presente Seminario de Tesis se realizaron las siguientes actividades:

- a) Se realizó una sesión de instrucción práctica respecto a la utilización del **Root-ZX^{MR}**.
- b) Se diseñó una ficha de datos que fue probada durante la primera sesión clínica.
- c) Se modificó la ficha de datos llegando a un formato definitivo que se adjunta en el Anexo A.
- d) Usando esta ficha se procedió a la recolección de la información necesaria.
- e) Se realizó un examen clínico y radiográfico del diente a tratar a todos los pacientes.
- f) Para la obtención de la LT con el **Root-ZX^{MR}** se procedió como se describe en la Sección "Operación" y "Determinación de la LT" del **Root-ZX^{MR}**.
- g) Para la obtención de la LT con la radiografía convencional se utilizaron los datos obtenidos por los alumnos, los cuales fueron todos revisados nuevamente.

Cabe destacar que a todos los pacientes examinados se les preguntó si usaban marcapaso, lo cual hubiera sido un impedimento para realizar las mediciones con el LAE, según sugerencias del fabricante, pero no se presentó este inconveniente.

ESPECIFICACION DE LAS VARIABLES

Las variables que se consideran son las siguientes:

- Sexo: masculino y femenino.
- Grupos etáreos: se dividió en dos grupos, menores de 55 años, y 55 años o más. Esta división fue realizada basándose en los estudios ya mencionados, que dicen que la posición de la constricción apical varía con la edad a medida que se deposita dentina secundaria dentro del conducto.
- Grupo de dientes: incisivos, caninos y premolares.
- Arcada: superior e inferior.
- Diagnóstico: según se realizara la pulpectomía en dientes vitales o desvitalizados, Biopulpectomizados (B) y Necropulpectomizados (N).
- Estado periapical: se observó si los dientes necropulpectomizados tenían o no rarefacción ósea apical (RO).

PROCEDIMIENTO

Una vez modificada la ficha para la recolección de la información, se procedió de la siguiente manera con todos los pacientes examinados: se efectuaba un examen clínico y radiográfico antes que el alumno hiciera la apertura, luego el alumno realizaba la pulpectomía y se tomaba la radiografía de determinación.

Las mediciones con el **Root-ZX^{MR}** fueron realizadas por un clínico previamente instruido, M.P.G., mientras el alumno esperaba el revelado de la radiografía de determinación.

Se estandarizaron algunas acciones clínicas al realizar las mediciones con el **Root-ZX^{MR}** tales como:

- Iluminación: fuente lumínica propia de la clínica, es decir, la luz proveniente de la red eléctrica y luz ambiental.
- Campo: aislamiento absoluto con goma dique.
- Instrumental: aparte del instrumental básico de examen, se utilizaron limas K #15 y en sólo dos casos limas K #10 Maillefer y sus respectivos toques de silicona. Además, para realizar la medición se utilizó una regla metálica milimetrada Maillefer en todos los casos.
- Diente: debía estar con una correcta apertura y pulpectomizado. No se consideró si el conducto estaba húmedo, irrigado con diferentes soluciones o con restos pulpares. Lo único que se exigió fue la cámara del conducto radicular seca, por recomendación del fabricante.

Estas medidas fueron anotadas sin ser vistas por el alumno. Posteriormente, se anotó la LT obtenida por el alumno con la radiografía convencional, la cual fue siempre revisada nuevamente, para luego compararla con la LT obtenida por el **Root-ZX^{MR}**.

Se consideraría las mediciones como iguales cuando su diferencia fuera $\pm 0,5\text{mm}$.

ANALISIS DE DATOS

En el estudio se observaron las siguientes variables:

- Variables cuantitativas: métodos de medición.
- Variables cualitativas: sexo, grupo etéreo, grupo de dientes, arcada, diagnóstico y estado periapical.

El análisis se realizó primero en términos generales, es decir, considerando todos los datos, y luego se analizaron de acuerdo a la categoría de cada una de las variables cualitativas.

Se efectuó un análisis descriptivo de los datos de los distintos métodos de medición, obteniéndose medidas de tendencia central (media, moda, mediana) y medidas de dispersión (varianza, desviación estándar, mínimo y máximo).

Además se utilizaron tablas y gráficos para la representación de la información.

Para determinar si existe diferencias entre los métodos de medición, se utilizaron dos pruebas estadísticas, el test de Wilcoxon para muestras pareadas, y el test para determinar si las varianzas son iguales, considerando $\alpha = 0,05$.



RESULTADOS

TABLA I

NUMERO Y PORCENTAJE DE TODOS LOS CONDUCTOS RADICULARES
CUYA DIFERENCIA DE LTLAE Y LTRX ESTA ENTRE -0,5 Y 0,5mm

GRUPO ANALIZADO	Nº DE CONDUCTOS (A)	Nº (B)	% (B*100/A)
TODOS	117	90	76,9

Recordando que las longitudes de trabajo determinadas por el localizador apical electrónico (LTLAE) y las longitudes de trabajo determinadas por la radiografía (LTRx) serían considerados como iguales cuando su diferencia fuera $\pm 0,5$ mm, debemos decir que la Tabla I muestra un alto porcentaje de conductos (76,9%) cuyas mediciones fueron consideradas iguales.

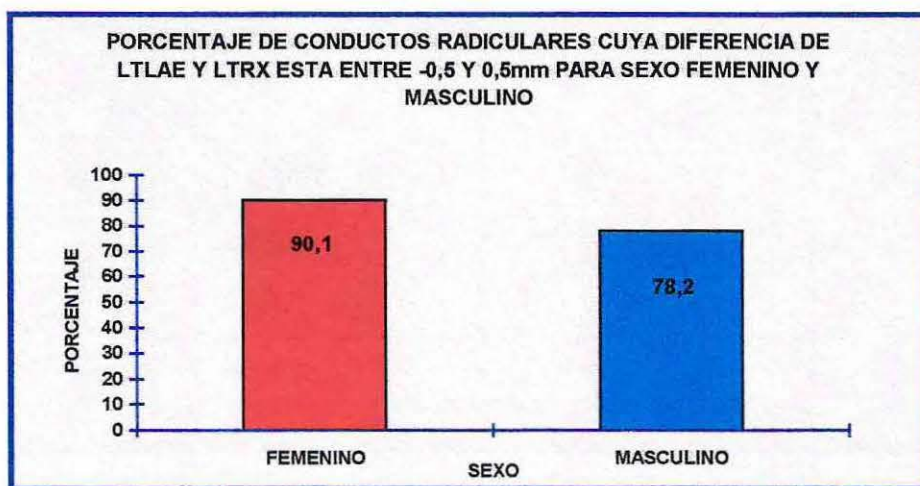
Además, al aplicar los test estadísticos para determinar si existían diferencias entre las técnicas de medición (Anexo D), nos dio como resultado que los métodos de medición aplicados a todos los conductos radiculares eran iguales.

TABLA II

NUMERO Y PORCENTAJE DE CONDUCTOS RADICULARES CUYA DIFERENCIA DE LTLAE Y LTRX ESTA ENTRE -0,5 Y 0,5 mm SEGUN EL SEXO DEL PACIENTE

GRUPO ANALIZADO	Nº DE CONDUCTOS (A)	Nº (B)	% (B*100/A)
SEXO FEMENINO	71	64	90,1
SEXO MASCULINO	46	36	78,2

GRAFICO 1



La Tabla II y el Gráfico 1 nos muestra que ambos sexos obtuvieron un elevado porcentaje de mediciones consideradas iguales respecto a la LTLAE y LTRx, siendo mayor en el sexo femenino con un 90,1%.

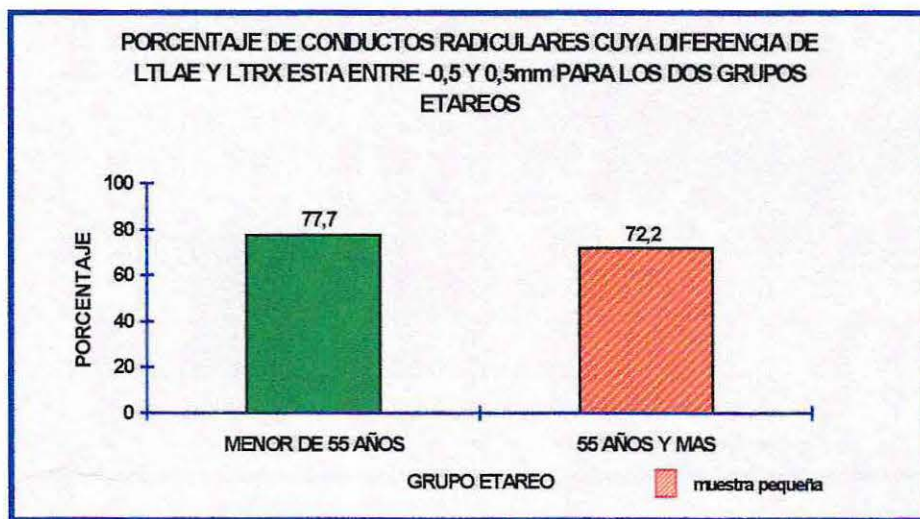
Al realizar el análisis estadístico para determinar si existían diferencias entre las técnicas de medición (Anexo D), nos encontramos con que tanto para el sexo femenino como para el masculino, los métodos de medición aplicados a los conductos radiculares eran iguales.

TABLA III

NUMERO Y PORCENTAJE DE CONDUCTOS RADICULARES CUYA DIFERENCIA DE LTLAE Y LTRX ESTA ENTRE -0,5 Y 0,5 mm SEGUN GRUPOS ETAREOS

GRUPO ANALIZADO	Nº DE CONDUCTOS (A)	Nº (B)	% (B*100/A)
MENORES DE 55 AÑOS	99	77	77,7
55 AÑOS Y MÁS	18	13	72,2

GRAFICO 2



Podemos observar en el Gráfico 2, y en la Tabla III que se analizó a un grupo más numeroso de pacientes menores de 55 años, sin embargo, ambos grupos etáreos obtuvieron un porcentaje similar de mediciones consideradas iguales, siendo levemente mayor en el grupo de los menores de 55 años con un 77,7%.

Para determinar si existían diferencias entre las técnicas de medición, se aplicaron test estadísticos (Anexo D) dándonos como resultado que ambos métodos eran iguales tanto para el grupo de menores de 55 años como para el grupo de 55 años y más.

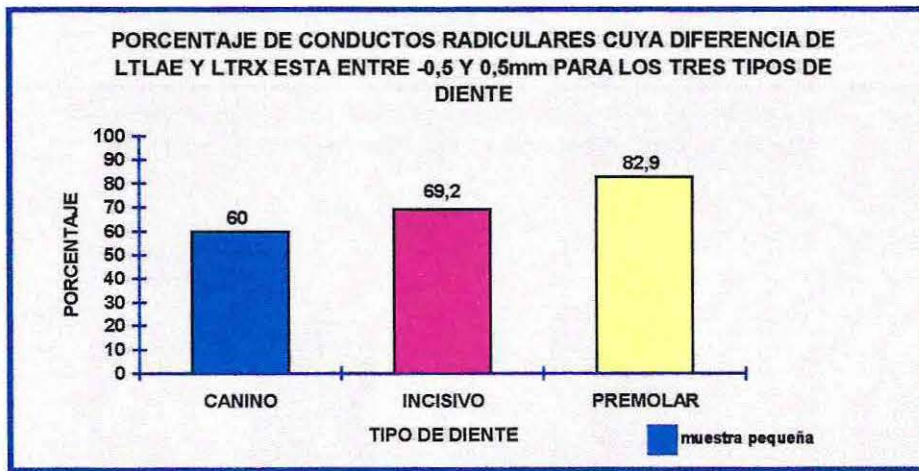
Es importante mencionar que es muy pequeña la muestra del grupo de 55 años y más, por lo que el test es considerado poco confiable.

TABLA IV

NUMERO Y PORCENTAJE DE CONDUCTOS RADICULARES CUYA DIFERENCIA DE LTLAE Y LTRX ESTA ENTRE -0,5 Y 0,5mm SEGUN GRUPO DE DIENTES

GRUPO ANALIZADO	Nº DE CONDUCTOS (A)	Nº (B)	% (B*100/A)
DIENTE CANINO	15	9	60,0
DIENTE INCISIVO	26	18	69,2
DIENTE PREMOLAR	76	63	82,9

GRAFICO 3



En la Tabla IV y el Gráfico 3, se observa que en el grupo de premolares hubo un gran número de LTLAE iguales a la LTRx (82,9%) disminuyendo notablemente en el grupo de incisivos y aún más en el grupo de los caninos, siendo en ambos casos inferiores al 70%.

Al determinar si existían diferencias entre las técnicas de medición con los test estadísticos (Anexo D) se obtuvieron los siguientes resultados:

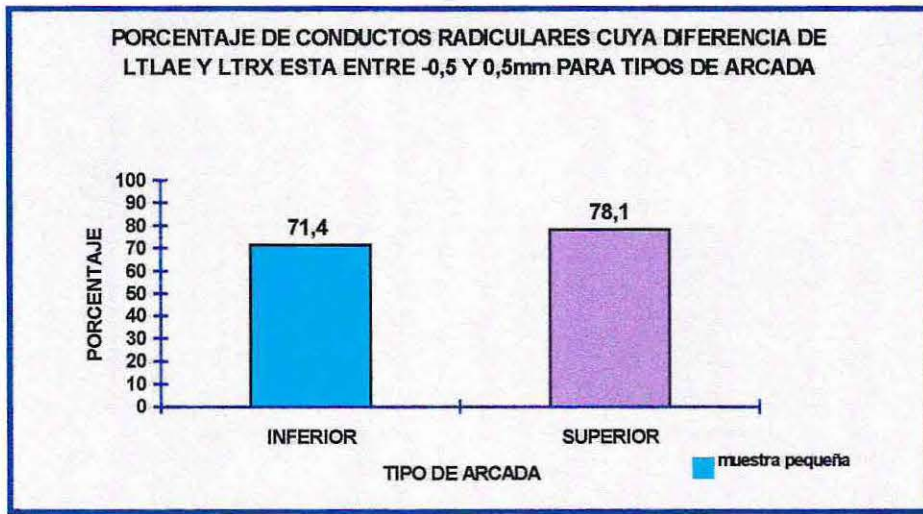
- Para el grupo de incisivos y premolares, los métodos de medición aplicados a los conductos radiculares para obtener la longitud de trabajo eran iguales.
- Para el grupo de caninos, los métodos de medición aplicados fueron distintos. Sin embargo, es importante destacar que el número de observaciones tiene gran importancia en el nivel de significancia estadística que entregan los test, es decir que, en el caso del grupo de los caninos la muestra es muy pequeña, lo que hace que el test sea poco confiable.

TABLA V

NUMERO Y PORCENTAJE DE CONDUCTOS RADICULARES CUYA DIFERENCIA DE LTLAE Y LTRX ESTA ENTRE -0,5 Y 0,5mm SEGUN ARCADA DENTARIA

GRUPO ANALIZADO	Nº DE CONDUCTOS (A)	Nº (B)	% (B*100/A)
ARCADA INFERIOR	21	15	71,4
ARCADA SUPERIOR	96	75	78,1

GRAFICO 4



La Tabla V y Gráfico 4 nos proporciona la siguiente información: tanto en la arcada inferior como en la superior se obtuvieron altos porcentajes (superior al 70%) respecto a las LTLAE y LTRx considerados iguales o con una diferencia de $\pm 0,5$ mm. Sin embargo, al aplicar los test estadísticos (Anexo D) para determinar si existen diferencias entre los distintos métodos de medición utilizados, nos encontramos con que para la arcada inferior los métodos fueron iguales, en cambio para la arcada superior los métodos de medición fueron distintos.

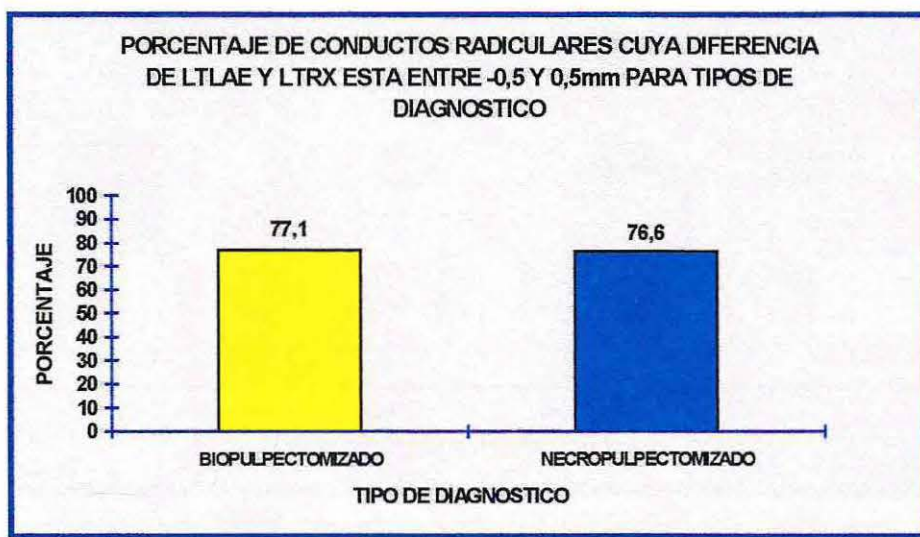
Es importante considerar que para la arcada inferior se trabajó con un número de muestras muy pequeño, por lo que el test es poco confiable.

TABLA VI

NUMERO Y PORCENTAJE DE CONDUCTOS RADICULARES CUYA DIFERENCIA DE LTLAE Y LTRX ESTA ENTRE -0,5 Y 0,5mm SEGUN DIAGNOSTICO

GRUPO ANALIZADO	Nº DE CONDUCTOS (A)	Nº (B)	% (B*100/A)
DIAG. BIOPULPECTOMIZADO	70	54	77,1
DIAG. NECROPULPECTOMIZADO	47	36	76,6

GRAFICO 5



Según la Tabla VI y el Gráfico 5 no hubo gran diferencia cuando se trataba de un diagnóstico de un diente biopulpectomizado o necropulpectomizado. Ambos presentaron un alto porcentaje de LTLAE iguales a las determinadas por la radiografía, siendo levemente mayor en los dientes biopulpectomizados con un 77,1%.

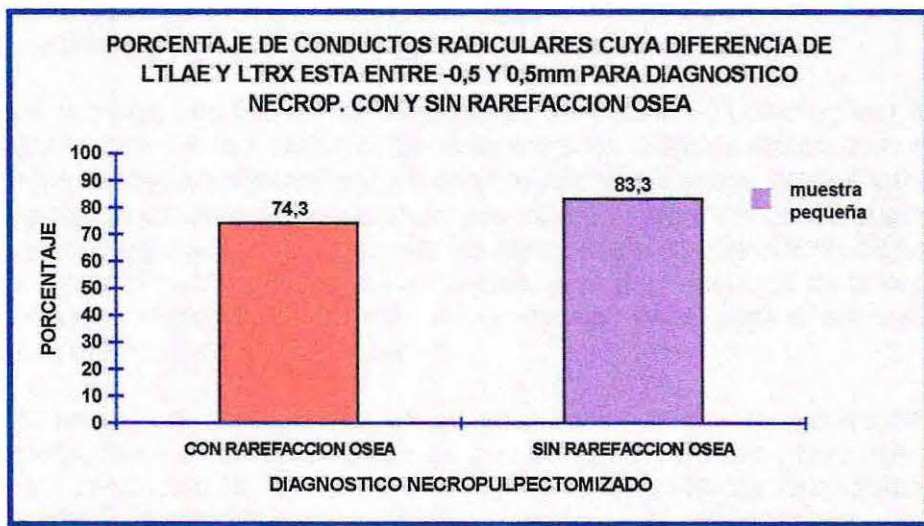
Al realizar los test estadísticos para determinar si existían diferencias entre las técnicas de medición (Anexo D) nos encontramos con que tanto para los dientes biopulpectomizados como para los necropulpectomizados, los métodos de medición aplicados eran iguales.

TABLA VII

NUMERO Y PORCENTAJE DE CONDUCTOS RADICULARES CON DIAGNOSTICO NECROPULPECTOMIZADO CUYA DIFERENCIA DE LTLAE Y LTRX ESTA ENTRE -0,5 Y 0,5mm SEGUN ESTADO PERIAPICAL

GRUPO ANALIZADO	Nº DE CONDUCTOS (A)	Nº (B)	% (B*100/A)
DIAG. NECROP. CON RAREF. OSEA	35	26	74,3
DIAG. NECROP. SIN RAREF. OSEA	12	10	83,3

GRAFICO 6



Podemos observar de la Tabla VII y el Gráfico 6 que un gran porcentaje de las LTLAE fueron iguales a las LTRx para ambos grupos estudiados, siendo mayor en aquellos conductos necropulpectomizados cuyo estado periapical se encontraba sin rarefacción ósea (83,3%). Sin embargo, cuando se aplicaron los test estadísticos para determinar si existían diferencias entre los distintos métodos de medición (Anexo D) se obtuvieron los siguientes resultados:

- Los métodos de medición aplicados a los conductos necropulpectomizados con rarefacción ósea eran iguales.
- Los métodos de medición aplicados a los conductos necropulpectomizados sin rarefacción ósea eran distintos. Hay que considerar que en este caso la muestra era demasiado pequeña y el número de observaciones tiene gran importancia en el nivel de significancia estadística que entregan los test.

DISCUSION

Es importante mencionar, antes de comentar los resultados, que no ha sido posible comparar este trabajo de investigación con los consultados para el desarrollo de los aspectos teóricos. Esto, debido a que la mayoría de las investigaciones realizadas respecto a este tema pretenden determinar la precisión de el o los aparatos electrónicos en la localización de la constricción apical o del foramen, utilizando generalmente para este propósito la extracción del diente.

La finalidad de este Seminario de Tesis es comparar este aparato electrónico con el método más utilizado por los Odontólogos, la técnica radiográfica convencional directa para determinar la longitud de trabajo.

Se han analizado diferentes variables para determinar si los dos métodos de medición utilizados podían ser considerados iguales. En términos generales, al analizar los 117 conductos en estudio se obtuvo como resultado que ambos métodos de medición eran iguales, sin embargo, es necesario señalar que al analizar algunas de las variables cualitativas independientemente, aún teniendo altos porcentajes considerados iguales o con una diferencia de $\pm 0,5\text{mm}$ entre LTLAE y LTRx, al aplicar los test estadísticos obtenemos que estos métodos de medición no son iguales. Esto se debe a que primero se realizó una comparación entre LTLAE y LTRx aceptando una diferencia de $\pm 0,5\text{mm}$ para ser considerados iguales.

Para que esta comparación fuera estadísticamente aceptable, se debió aplicar test estadísticos para determinar si realmente existían diferencias entre los distintos métodos de medición. Estos test eliminan los casos con diferencia 0, es decir, eliminan los casos iguales y trabajan sólo con los datos que tienen diferencias, analizando sus valores reales sin considerar el margen de $\pm 0,5\text{mm}$. Así, se obtuvo que estadísticamente los métodos de medición fueron iguales para todas las variables, excepto para el grupo de los caninos, para los conductos de la arcada superior, y para los conductos necropulpectomizados sin rarefacción ósea, pero si aceptamos un margen de $\pm 0,5\text{mm}$ se podría decir que son iguales.

Es importante considerar también que, en aquellos casos en que el número de observaciones es muy pequeño, tales como en el grupo de pacientes de 55 años y más, en el grupo de los caninos, en los conductos de la arcada inferior, y en los conductos necropulpectomizados sin rarefacción ósea, los test son poco confiables y sería conveniente obtener una muestra más grande para probar si realmente hay diferencias entre los métodos de medición.

Finalmente, se debe señalar que al comparar las muestras pertenecientes a la misma variable, no se encontraron resultados con una diferencia significativa entre las LT determinadas por los dos métodos de medición.

Aludiendo a los estudios realizados por diferentes autores ya mencionados en el marco teórico, se hubiera esperado una diferencia aún mayor entre los conductos analizados en los distintos grupos etáreos, esto debido a que en pacientes de 55 años y más, la constricción apical pudiera estar alejada hasta en más de 3mm del ápice radicular (por la aposición de dentina secundaria dentro del conducto), la que sería determinada por el **Root-ZX^{MR}**, mientras que con la radiografía se determina la LT a 1mm del ápice.

Sin embargo, hay que recordar que al tener una pequeña cantidad de datos de pacientes de 55 años y más, hace que la comparación entre los grupos etáreos sea poco significativa. Además la aposición es variable al estar condicionada por múltiples factores.

Respecto a este punto, se podría decir también que tal vez no se obtuvieron mayores porcentajes de igualdades entre LTLAE y LTRx, debido a que para determinar esta última, se toma como referencia que la constricción apical se encuentra a 1mm del ápice, pudiendo ubicarse más arriba.

CONCLUSIONES

Después de realizar la comparación de un instrumento de tercera generación como lo es el *Root-ZX^{MR}* con la técnica convencional radiográfica para determinar longitudes de trabajo, podemos concluir que:

- ◆ Para el uso del Localizador Apical Electrónico (*Root-ZX^{MR}*) se hace imprescindible la formación teórica y la instrucción práctica previo a la fase experimental.
- ◆ Aunque no es una variable en estudio, es importante decir que el *Root-ZX^{MR}* permite trabajar con una significativa rapidez en comparación con la técnica radiográfica convencional. Además, es una técnica relativamente sencilla y la habilidad del operador mejora con su uso continuado.
- ◆ Las longitudes de trabajo determinadas por el *Root-ZX^{MR}* y las determinadas con las radiografías, resultaron ser iguales o con una diferencia de $\pm 0,5\text{mm}$ en el 76,9% de todos los conductos analizados, lo que se considera favorable. Así, podemos decir que no es necesario tomar una radiografía de determinación cuando se trabaja con el *Root-ZX^{MR}*, sin embargo, es importante tener la radiografía de estudio.

Los LAE son elementos complementarios útiles para la terapia endodóntica, pero es importante entender que no reemplazan a la radiografía completamente.

- ◆ Al observar las diferentes variables cualitativas podemos decir que, en general, se obtuvo un elevado número y porcentaje de conductos radiculares cuyas longitudes de trabajo determinadas por el LAE y por la radiografía, fueron iguales o con una diferencia de $\pm 0,5\text{mm}$, observándose el porcentaje más pequeño en el grupo de los caninos con un 60%, y el porcentaje mayor en el grupo de conductos necropulpectomizados sin rarefacción ósea con un 83,3%. No se aprecian diferencias significativas de los porcentajes entre los datos pertenecientes a la misma variable.
- ◆ De los resultados obtenidos al realizar los test estadísticos para determinar si existían diferencias entre los métodos de medición (*Root-ZX^{MR}* y radiografía), se concluye que ambos métodos aplicados a todos los conductos radiculares son iguales.

Al aplicar estos mismos test, pero ahora en cada una de las variables cualitativas independientemente, se puede decir que los métodos de medición utilizados son estadísticamente iguales para todas las variables, excepto en el grupo de los caninos, en el grupo de conductos de la arcada superior y en conductos necropulpectomizados sin rarefacción ósea, puesto que entran en juego otros factores a considerar ya detallados en la discusión. Sin embargo, se observó al comparar los promedios que su diferencia siempre fue mínima y como se aceptó una diferencia de $\pm 0,5\text{mm}$ entre LTLAE y LTRx, se podría decir que estos métodos son iguales para todas las variables.

- ◆ Al realizar la comparación de los promedios obtenidos de las longitudes de trabajo determinadas por el LAE y las longitudes de trabajo determinadas por la radiografía (Anexo D) se observó que estos fueron siempre mayores en las LTRx. De esto se podría concluir que utilizando el *Root-ZX^{MR}* es poco probable que se obtengan medidas mayores a las de la

radiografía, por lo tanto, no se obtendrían longitudes de trabajo erróneas que pudieran hacernos sobreinstrumentar el conducto.

- ◆ Finalmente, de todo lo anterior se desprende que la técnica utilizada por el **Root-ZX^{MR}** es una buena alternativa para determinar la longitud de trabajo, tomando en cuenta ciertas consideraciones y precauciones.
- ◆ Las conclusiones obtenidas en este estudio se refieren específicamente a la población estudiada, dado que cada una de las unidades experimentales (conductos radiculares) no fueron seleccionadas por un método aleatorio.

SUGERENCIAS

Finalizada esta investigación y analizados los datos obtenidos, me atrevo a sugerir realizar nuevos estudios con el objeto de efectuar una comparación más exacta entre los métodos de medición utilizados para obtener la longitud de trabajo. Para este fin, sería necesario utilizar dientes con indicación de extracción, para posteriormente poder obtener las medidas reales y realizar los cortes que fuese necesario para ubicar con mayor precisión la constricción apical y así poder compararlas con las medidas obtenidas radiográficamente y con el localizador apical electrónico.

Otro estudio interesante y posible de realizar se refiere a otra utilidad de los localizadores apicales electrónicos, tal como la localización de perforaciones radiculares.

También sería conveniente realizar una comparación entre distintos LAE de última generación, a fin de verificar si su comportamiento es similar o no.



RESUMEN

En la búsqueda de técnicas e instrumentos cada vez más eficaces para el tratamiento de los conductos radiculares, los localizadores apicales electrónicos (LAE) han aparecido con la finalidad de optimizar la obtención de la longitud de trabajo.

El uso de estos aparatos está dirigido a asegurar un correcto punto de término para el relleno radicular más que a eliminar la necesidad de la radiografía completamente.

El **Root-ZX^{MR}** (J. Morita, MFG. Corp.; Tustin, CA. USA) ha sido introducido recientemente como un aparato de última generación, capaz de trabajar con precisión aún en presencia de hipoclorito de sodio, sangre, agua, anestesia local y tejidos pulpares.

Se utilizó el **Root-ZX^{MR}** para localizar la constricción apical de 117 conductos radiculares pertenecientes a 97 pacientes de los alumnos de 4º y 5º Año de la Cátedra de Endodoncia, Facultad de Odontología, Universidad de Valparaíso, cuyas edades fluctuaban entre 18 y 69 años. Las medidas obtenidas fueron luego comparadas con las longitudes de trabajo determinadas por la radiografía, dando como resultado que un 76,9% de todas las mediciones realizadas eran iguales, aceptando $\pm 0,5\text{mm}$ como rango de error tolerable.

Se analizaron todos los conductos y luego se dividieron en variables como: sexo, grupo etéreo, grupo de dientes, arcada, diagnóstico, y estado periapical.

Estadísticamente, los dos métodos de medición utilizados resultaron ser iguales para todos los conductos analizados.

BIBLIOGRAFIA

1. Walton, R.E.; Torabinejad, M. (1991): "Endodoncia. Principios y práctica clínica", México, Editorial Interamericana S.A., pág. 204-208.
2. Seltzer, S. (1979): "Endodoncia. Consideraciones biológicas en los procedimientos endodónticos", Argentina. Editorial Mundi S.A.I.C. y F., pág. 10-28.
3. Grossman, L.I. (1981): "Práctica Endodóntica", 9ª Edición, Argentina. Editorial Mundi S.A.I.C y F., pág. 239-241 y 218-225.
4. Harty, F.J. (1993): "Endodoncia en la práctica clínica", 2ª Edición, México D.F. Editorial El Manual Moderno, S.A., pág. 27-32 y 110-111.
5. Kuttler, Y. (1955): "Microscopic investigation of root apexes", (Abstract). J. Am Dent Assoc., vol. 50: 544.
6. Weine, F.S. (1991): "Terapéutica en Endodoncia", España. Editorial Salvat, pág. 300-311.
7. Burch, J.; Hulen, S. (1970): "The relationship of the apical foramen to the anatomic apex of the tooth root". Oral Surg, 34:262.
8. Green, D. (1960): "Stereomicroscopic study of 700 root apices of maxillary and mandibular posterior teeth". Oral usrg., vol. 13: 728-733.
9. Tronstad, L. (1993): "Endodoncia Clínica", España. Editorial Masson-Salvat, pág. 182-184.
10. Mc Donald, N.J. (1992): "The Electronic Determination of working length". Dental Clinics of North America, vol. 36, num 2: 293-307.
11. Stein, T.J.; Corcoran, J.F. (1992): "Radiographic working length revisited". Oral Surg – Oral Med – Oral Pathol., vol. 74, num.6: 796-800.
12. Leonardo, M.R.; Leal, J.M.; Simoes Filho, A.P. (1983): "Tratamiento de los conductos radiculares". Argentina. Editorial Médica Paramericana, pág. 214-220.
13. Ingle, J.I.; Beveridge, E. (1982): "Endodoncia", 2ª Edición, México D.F. Editorial Interamericana, pág. 176-181.
14. Sunada, I. (1962): "New method for measuring the length of the root canal". J. Dent Res, vol. 41: 375-387.
15. Inoue, N. (1973): "An audiometric method for determining the length of root canals", J Am Dent Assoc., vol 39: 630-636.
16. Bramante, C.V.; Berbert, A. (1974): "A critical evaluation of some methods of determining tooth length". Oral Surg., vol. 37: 463-473.

17. O'Neill, L.J. (1974): "A clinical evaluation of electronic root canal measurement". *Oral Surg.*, vol 38: 469-475.
18. Blanck, L.W.; Tenca, J.I.; Pelleu, G.B. (1975): "Reability of electronic measuring devices in endodontic therapy". *Journal of Endodontics*, vol. 1: 141-146.
19. Seidberg, B.H.; Alibrandi, B.V.; Fine, H.; Logve, B. (1975): "Clinical investigation of measuring working lengths of root canals with an electronic device and with digital-tactile sense" (Abstract). *J Am Dent Assoc.*, vol. 90: 379-387.
20. Fuss, Z.; Assooline, L.S.; Kaufman, A.Y. (1996): "Determination of location of root perforations by electronic apex locators". *Oral Surg- Oral Med – Oral Pathol – Oral Radiol- Endod.*, vol. 83, num 3: 324-329.
21. Pratten, D.H.; McDonald, N.J. (1996): "Comparison of radiographic and electronic working lengths". *Journal of Endodontics*, vol. 22, num. 4: 173-176.
22. Arora, Rk.; Gulabivala, K. (1995): "An in vivo evaluation of the Endex and RCM Mark II electronic apex locators in root canals with different contents". *Oral Surg. - Oral Med - Oral Pathol – Oral Radiol – Endod.*, vol. 79, num 4: 497-503.
23. Hembrough, J.H.; Weine, F.S.; Pisano, J.V.; Eskoz, N. (1993): "Accuracy of an electronic apex locator: a clinical evaluation in maxillary molars". *Journal of Endodontics*, vol. 19, num. 5: 242-246.
24. Frank, A.L.; Torabinejad, M. (1993): "An in vivo evaluation of Endex electronic apex locator". *Journal of Endodontics*, vol. 19, num 4: 177-179.
25. Fouad, A.F.; Rivera, E.M.; Krell, K.V. (1993): "Accuracy of the Endex with variations in canal irrigants and foramen size". *Journal of Endodontics*, vol. 19, num 2: 63-67.
26. Wu, Y.N.; Shi, J.N.; Huang, L.Z.; Xu, Y.Y. (1992): "Variables affecting electronic root canal measurement". *Int-Endod-J.*, vol. 25, num. 2: 88-92.
27. McDonald, N.J.; Hovland, E.J. (1990): "An evaluation of the apex locator, Endocater". *Journal of Endodontics*, vol. 16: 5-8.
28. Manual de Instrucciones y múltiples folletos explicativos y publicitarios del ROOT-ZX^{MR}.
29. Lasala, A. (1992): "Endodoncia", 4ª Edición, España. Editorial Masson-Salvat, págs. 3-20 y 314-320.
30. Stock, C.J.R.; Kishor, G.; Walker, R.T.; Goodman, J.R. (1996): "Atlas en color y texto de Endodoncia", 2ª Edición, España. Editorial Hosby/Doyma Libros, S.A., pág. 101-106.
31. Beach, C.W.; Bramwell, J.D.; Hutter, J.W. (1996): "Use of an electronic apex locator on a cardiac pacemaker patient". *Journal of Endodontics*, vol 22, num. 4: 182-184.
32. Berman, I.H.; Fleichman, S.B. (1984): "Evaluation of the Neosono D apex locator", *Journal of Endodontics*, vol. 10: 164-167.

33. Christie, W.H.; Peikoff, M.D.; Hawrish, C.E. (1993): "Clinical observations on a newly designed electronic apex locator". J-Can-Dent-Assoc., vol. 59, num. 9: 765-772.
34. Cohen, S.; Burns, R.C., (1979): "Endodoncia. Los caminos de la pulpa". 5ª Edición, Argentina. Editorial Inter-Médica, págs. 123-126 y 347-348.
35. Czerw, R.J.; Fulkerson, M.S.; Donnelly, J.C. (1994): "An in vitro test of a simplified model to demonstrate the operation of electronic root canal measuring devices". Journal of Endodontics, vol. 20, num 12: 605-606.
36. Czerw, R.J.; Fulkerson, M.S., Donnelly, J.C.; Walmann, J.O. (1995): "In vitro evaluation of the accuracy of several electronic apex locators". Journal of Endodontics, vol. 21, num 11: 572-575.
37. Felipe, M.C.S.; Soares, I.J. (1994): "In vitro evaluation of an audiometric device in locating the apical foramen of teeth". Endod.Dent Traumatol; 10: 220-222.
38. Fouad, A.F.; Krell, K.V.; McKendry, D.J.; Koobusch, G.F.; Olson, R.A. (1990): "Clinical evaluation of five electronic root canal length measuring instruments". Journal of Endodontics, vol. 16, num 9: 446-449.
39. Hosegawa, K.; Litsuka, M.; Nihei, M.; Ohashi, M. (1985): "A new method and apparatus for measuring the root canal length". J. Dent Res. vol. 64: 563-568.
40. Huang, H. (1987): "An experimental study of the principle of electronic root canal measurement". Journal of Endodontics, vol. 13: 60-64.
41. Katz, A.; Tamse, A.; Kaufman, A.Y. (1991): "Tooth length determination: a review". Oral Surg – Oral Med – Oral Pathol., vol 72, num. 2: 238-242.
42. Keller, M.E.; Braun, C.E.; Newton, C.W. (1991): "A clinical evaluation of the Endocater, an electronic apex locator", Journal of Endodontics, vol.17, num. 6: 271-274.
43. Kobayashi, C. (1995): "Electronic canal length measurement", Oral Surg – Oral Med – Oral Pathol – Oral Radiol-Endod., vol. 79, num 2: 226-231.
44. Kobayashi, C., Suda, H. (1994): "New electronic canal measuring device based on the ratio method". Journal of Endodontics, vol. 20, num. 3: 111-114.
45. Lauper, R.; Lutz, F.; Barbakow, F. (1996): "An in vivo comparison of gradient and absolute impedance electronic apex locators". Journal of Endodontics, vol. 22, num 5: 260-263.
46. Mayeda, D.L.; Simon, J.H.; Aimar, D.F.; Finley, K. (1993): "In vivo measurement accuracy in vital and necrotic canals with the Endex apex locator". Journal of Endodontics, vol. 19: 547-548.
47. Pallares, A. and Faus, V. (1994): "An in vivo comparative study of two apex locators". Journal of Endodontics, vol. 20, num 12: 576-579.

48. Shabahang, S.; Goon, W.; Gluskin, A. (1996): "An in vivo evaluation of Root-ZX Electronic Apex Locator". *Journal of Endodontics*, vol. 22, num. 11: 616-618.
49. Stein, T.J.; Corcoran, J.F.; Zillich, R.M. (1990): "Influence of the major and minor foramen diameters on apical electronic probe measurements". *Journal of Endodontics*, vol. 16, num 11: 520-522.
50. Takei, M.; Hosegawa, K.; Ohashi, M. (1983): "Basic studies on electronic method for measuring the root canal length". *J. Dent Res*; 62: 470-476.
51. Trope, M.; Rabie, G.; Tronstad, L. (1985): "Accuracy of an electronic apex locator under controlled clinical conditions". *Endod Dent. Traumatol.*, vol. 1: 142-145.
52. Ushiyama, J. (1983): "New principle and method for measuring the root canal length". *Journal of Endodontics*, vol. 9: 97-104.

ANEXO B

GLOSARIO

- ◆ LAROUSSE: Diccionario Ilustrado de las Ciencias (1987), España. Editorial Larousse.
 - Resistencia Eléctrica: obstrucción que opone un conductor al paso de la corriente eléctrica.
 - Impedancia Eléctrica: cociente de la tensión eficaz en un circuito dividida por la intensidad eficaz de la corriente alterna que pasa por el mismo. La impedancia es, respecto a las corrientes alternas, lo que la resistencia es a las corrientes continuas. Es una resistencia aparente que se mide en Ohms. Si se acoplan dos circuitos de impedancia diferente se produce en la conexión una reflexión de la corriente que disminuye la corriente total.
 - Frecuencia: número de ciclos o períodos por segundo de una corriente alterna.

- ◆ ENCICLOPEDIA SALVAT DE LA CIENCIA Y DE LA TECNOLOGIA. (1964), Primera Edición, Barcelona. Editorial Salvat.
 - Resistencia Eléctrica: oposición al paso de la corriente.
 - Impedancia Eléctrica: oposición total que un circuito presenta a la corriente alterna, la impedancia se mide en Ohms.
 - Frecuencia: velocidad con que la presión del sonido, el desplazamiento de una partícula u otras magnitudes que determinan una onda, varían desde sus valores de equilibrio con respecto al tiempo. La unidad más común de frecuencia es el ciclo por segundo.

ANEXO C
FOTOGRAFIAS

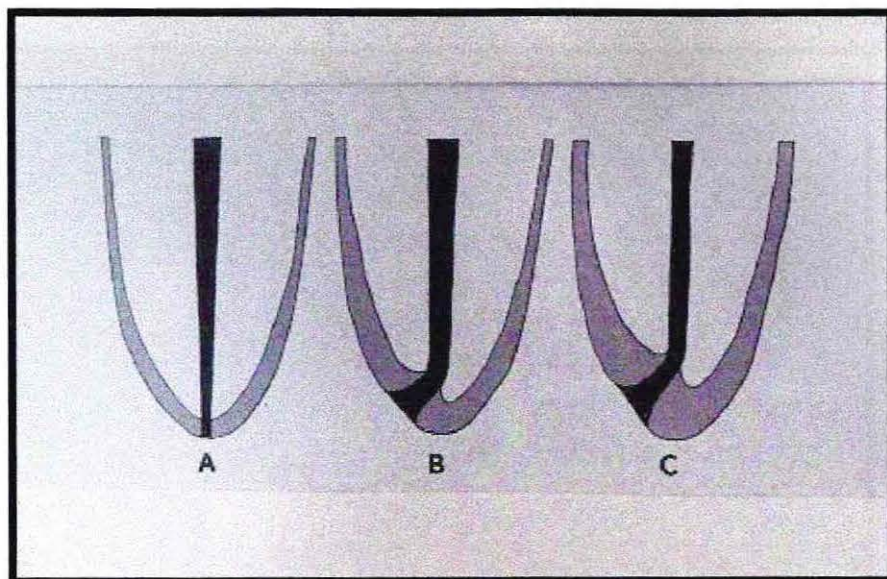


FOTO 1: ANATOMIA APICAL ²⁹

A: Concepto Erróneo

B: Apice promedio en individuos jóvenes

C: Apice promedio en individuos de 55 años o más. Obsérvese el mayor grosor del cemento.

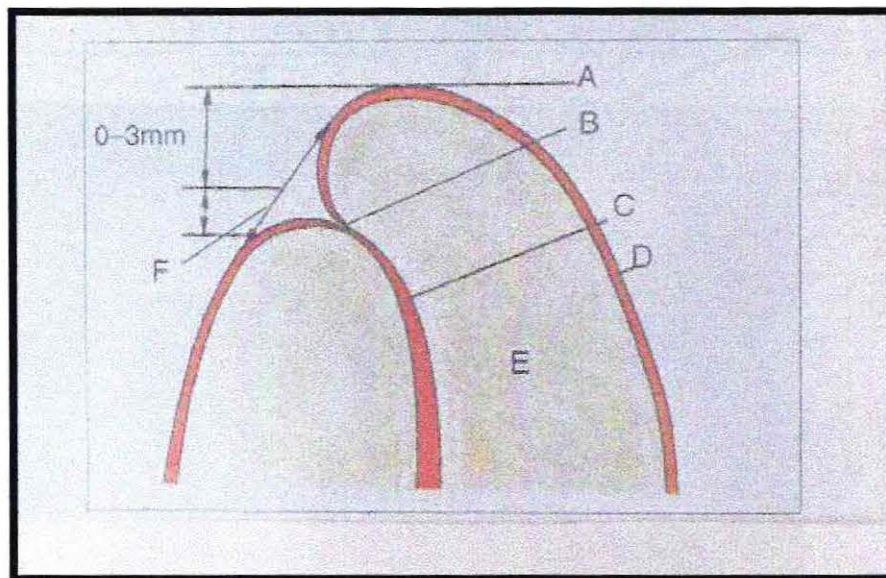


FOTO 2: RELACION ENTRE APICE – FORAMEN – CONSTRICCION APICAL ³⁰

A: Apice radicular

B: Constricción apical

C: Conducto radicular

D: Cemento

E: Dentina

F: Foramen Apical

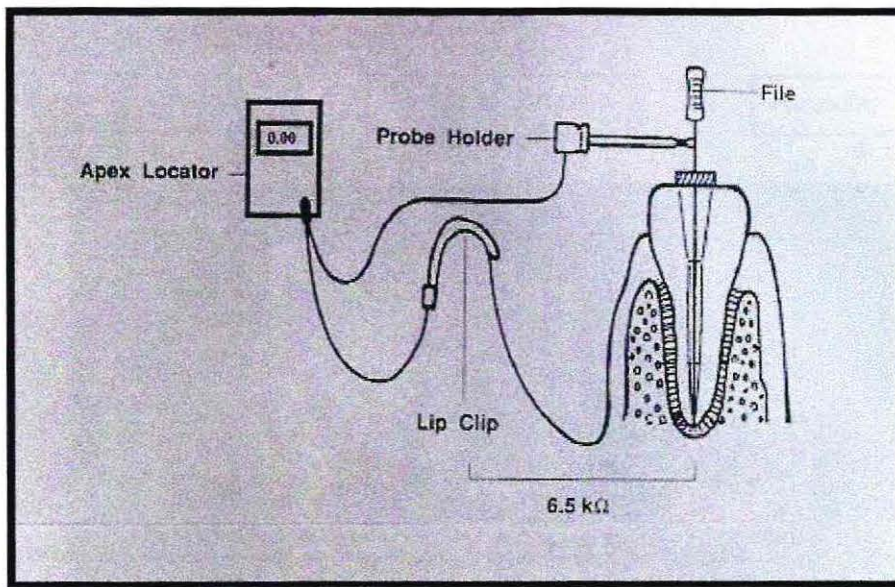


FOTO 3: PRINCIPIO DE OPERACION DE LOS LAE¹⁰

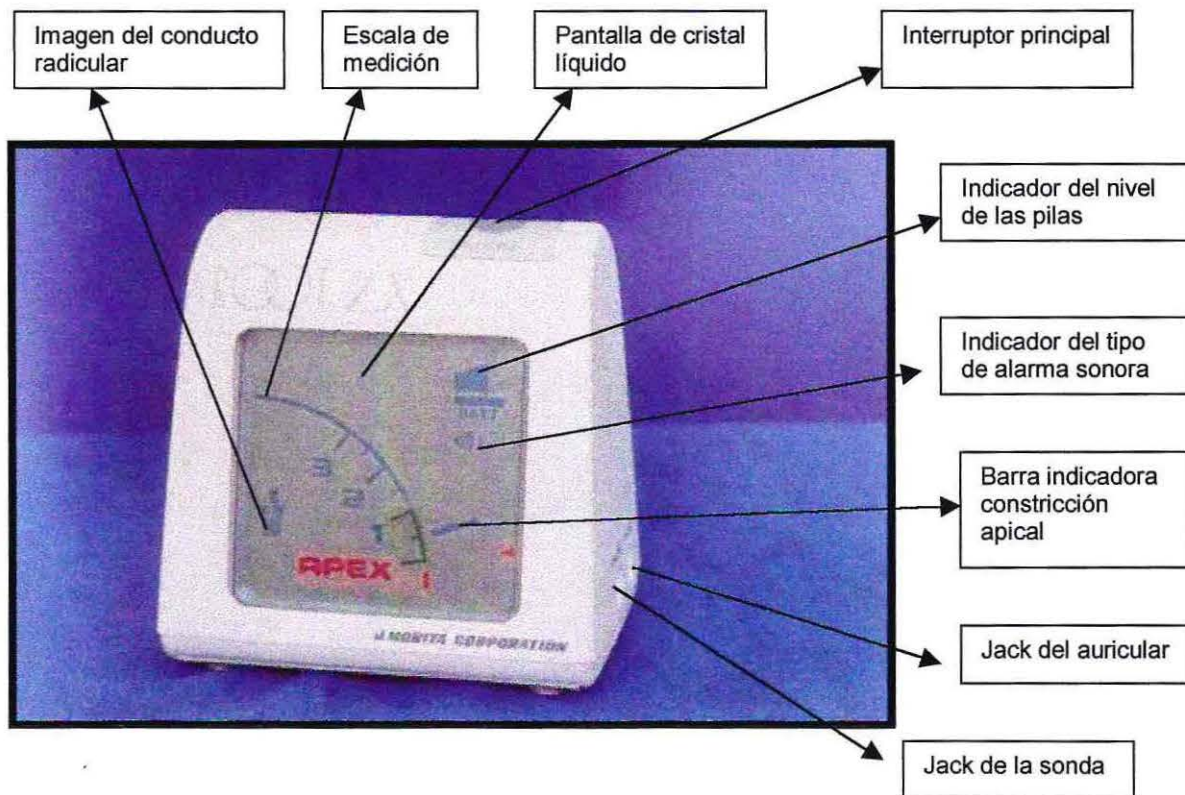


FOTO 4: PARTES DEL ROOT-ZX

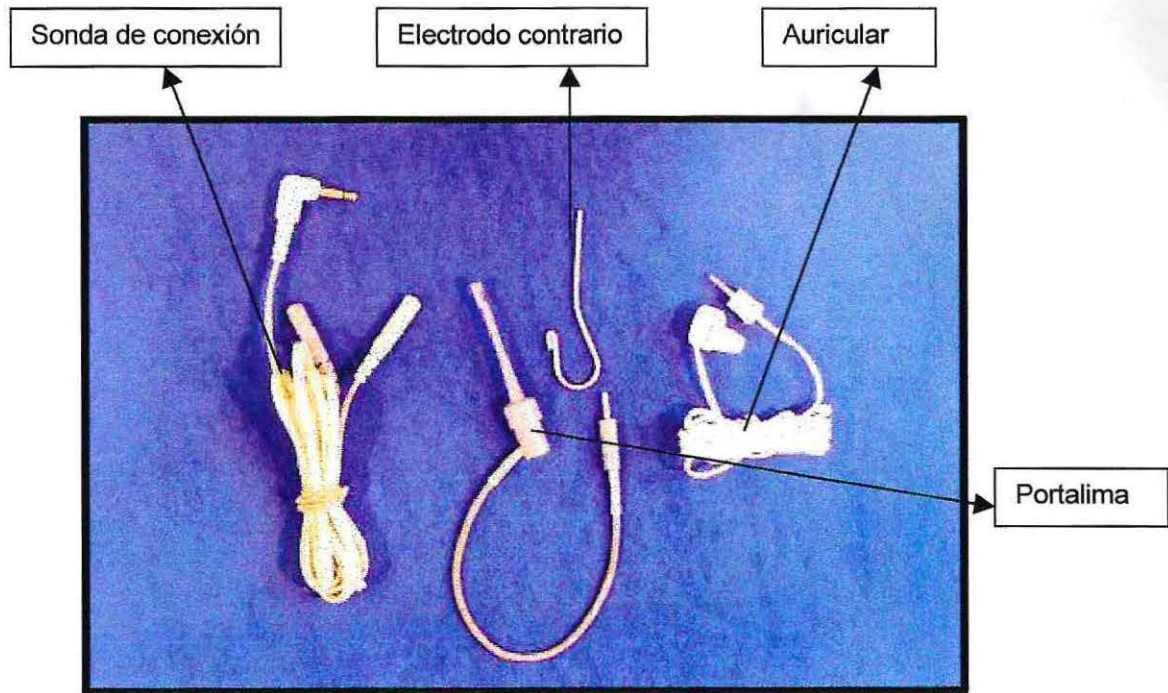


FOTO 5: ACCESORIOS DEL ROOT-ZX

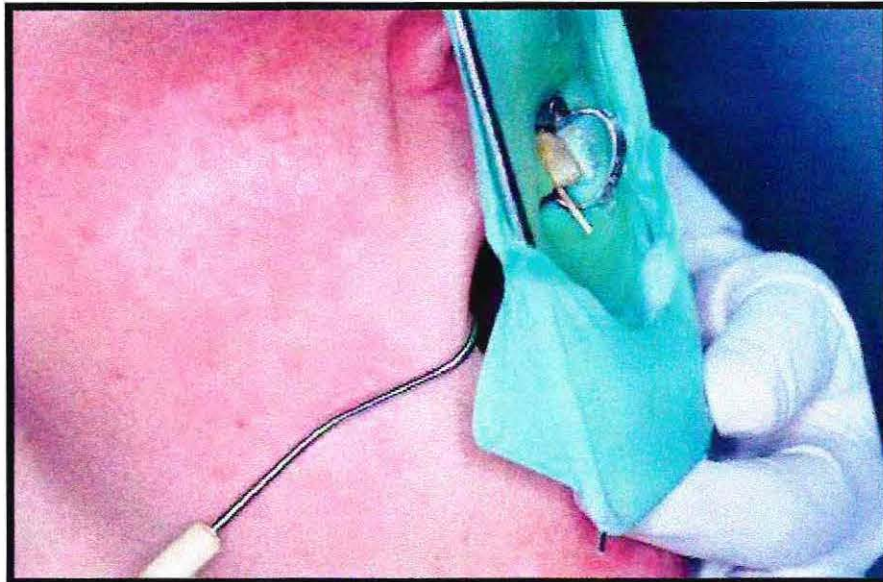


FOTO 6: ELECTRODO CONTRARIO EN BOCA

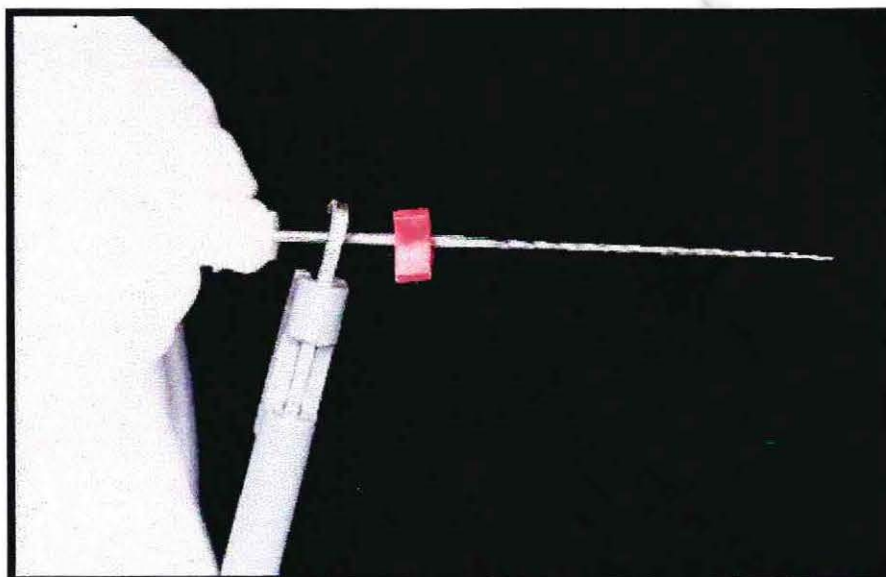


FOTO 7: SISTEMA DE SUJECION DEL PORTALIMA

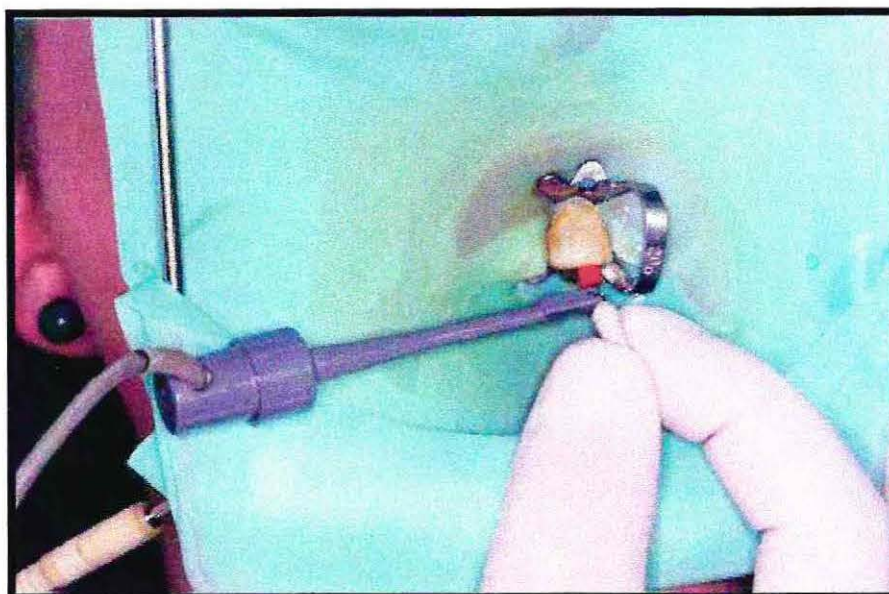


FOTO 8: LIMA EN EL CONDUCTO



FOTO 9: INDICACION QUE LA ALARMA AUDIBLE COMIENZA A SONAR

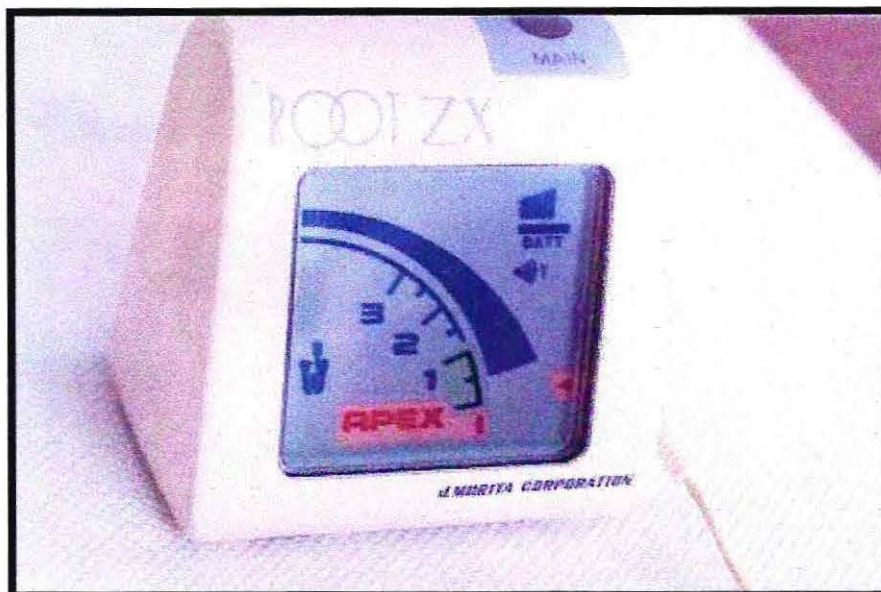


FOTO 10: INDICACION QUE SE HA ALCANZADO LA CONSTRICCIÓN APICAL

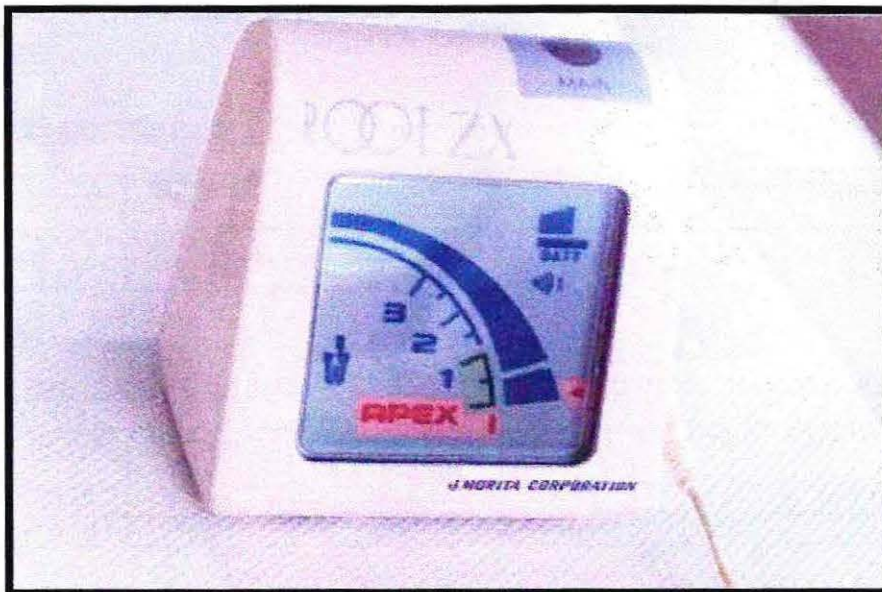


FOTO 11: INDICACION QUE SE HA ALCANZADO EL FORAMEN APICAL

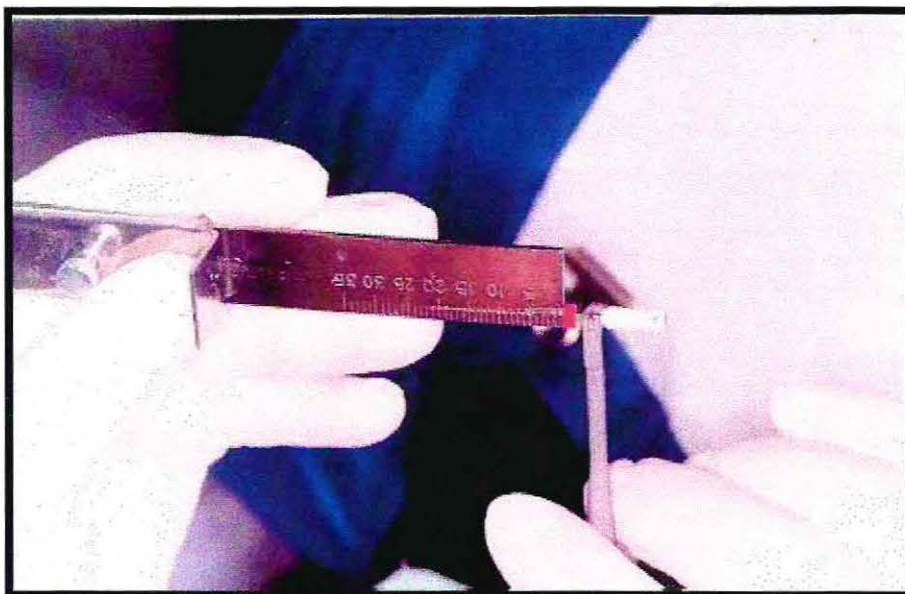


FOTO 12: MEDICION DE LA LONGITUD DEL INSTRUMENTO

ANEXO D

ANALISIS ESTADISTICO

MEDIDAS DESCRIPTIVAS DE LAS LONGITUDES DE TRABAJO DETERMINADAS CON EL LAE Y CON LA RADIOGRAFIA

1. TODOS LOS CONDUCTOS RADICULARES (Nº de Observaciones =117)

TECNICA DE MEDICION	MEDIA	VARIANZA	DESVIACION ESTANDAR	MINIMO	MAXIMO	MEDIANA	MODA
LTLAE	20,21	9,28	3,05	9,5	32	20,5	19,5
LTRX	20,37	9,34	3,06	10	32	20,5	19

2. CONDUCTOS RADICULARES DE PACIENTES DE SEXO FEMENINO (Nº de Observaciones =71)

TECNICA DE MEDICION	MEDIA	VARIANZA	DESVIACION ESTANDAR	MINIMO	MAXIMO	MEDIANA	MODA
LTLAE	20,17	6,9	2,63	9,5	25,5	20	18,5
LTRX	20,32	6,06	2,46	10	25	20	19

3. CONDUCTOS RADICULARES DE PACIENTES DE SEXO MASCULINO (Nº de Observaciones =46)

TECNICA DE MEDICION	MEDIA	VARIANZA	DESVIACION ESTANDAR	MINIMO	MAXIMO	MEDIANA	MODA
LTLAE	20,27	13,18	3,63	13	32	20,5	20,5
LTRX	20,45	14,63	3,82	12	32	20,5	19,5

4. CONDUCTOS RADICULARES DE PACIENTES MENORES DE 55 AÑOS (Nº de Observaciones = 99)

TECNICA DE MEDICION	MEDIA	VARIANZA	DESVIACION ESTANDAR	MINIMO	MAXIMO	MEDIANA	MODA
LTLAE	20,14	6,46	2,54	13	27,5	20	19,5
LTRX	20,3	6,59	2,57	12	30	20,5	22

5. CONDUCTOS RADICULARES DE PACIENTES DE 55 AÑOS Y MAS (Nº de Observaciones =18)

TECNICA DE MEDICION	MEDIA	VARIANZA	DESVIACION ESTANDAR	MINIMO	MAXIMO	MEDIANA	MODA
LTLAE	20,58	25,89	5,09	9,5	32	20,5	17,5
LTRX	20,73	25,56	5,06	10	32	20,5	19

6. CONDUCTOS RADICULARES DE CANINOS (Nº de Observaciones =15)

TECNICA DE MEDICION	MEDIA	VARIANZA	DESVIACION ESTANDAR	MINIMO	MAXIMO	MEDIANA	MODA
TLAE	23,6	16,22	4,03	15,5	32	24	22,5
TRX	24,17	16,25	4,03	16,5	32	25	25

7. CONDUCTOS RADICULARES DE INCISIVOS (Nº de Observaciones =26)

TECNICA DE MEDICION	MEDIA	VARIANZA	DESVIACION ESTANDAR	MINIMO	MAXIMO	MEDIANA	MODA
TLAE	20,17	9,56	3,09	9,5	24	21	22,5
TRX	20,34	8,18	2,86	10	24	21,25	22

8. CONDUCTOS RADICULARES DE PREMOLARES (Nº de Observaciones =76)

TECNICA DE MEDICION	MEDIA	VARIANZA	DESVIACION ESTANDAR	MINIMO	MAXIMO	MEDIANA	MODA
TLAE	19,55	5,4	2,32	13	24,5	19,5	19,5
TRX	19,63	5,23	2,29	12	24	19,75	19

9. CONDUCTOS RADICULARES DE LA ARCADA INFERIOR (Nº de Observaciones =21)

TECNICA DE MEDICION	MEDIA	VARIANZA	DESVIACION ESTANDAR	MINIMO	MAXIMO	MEDIANA	MODA
TLAE	20,57	7,46	2,73	13	24,5	20,5	17,5
TRX	20,58	8,66	2,94	12	25,5	20,5	19

10. CONDUCTOS RADICULARES DE LA ARCADA SUPERIOR (Nº de Observaciones =96)

TECNICA DE MEDICION	MEDIA	VARIANZA	DESVIACION ESTANDAR	MINIMO	MAXIMO	MEDIANA	MODA
TLAE	20,13	9,72	3,12	9,5	32	20	19,5
TRX	20,32	9,56	3,09	10	32	20,25	22

11. CONDUCTOS RADICULARES CON DIAGNOSTICO BIOPULPECTOMIZADO (Nº de Observaciones=70)

TECNICA DE MEDICION	MEDIA	VARIANZA	DESVIACION ESTANDAR	MINIMO	MAXIMO	MEDIANA	MODA
TLAE	20,21	10,51	3,24	9,5	27,5	20,5	20,5
TRX	20,41	10,77	3,28	10	30	20,5	20

12. CONDUCTOS RADICULARES CON DIAGNOSTICO NECROPULPECTOMIZADO (Nº de Observaciones =47)

TECNICA DE MEDICION	MEDIA	VARIANZA	DESVIACION ESTANDAR	MINIMO	MAXIMO	MEDIANA	MODA
LTLAE	20,21	7,63	2,76	13	32	20	19,5
LTRX	20,31	7,38	2,72	12	32	20	19

13. CONDUCTOS RADICULARES CON DIAGNOSTICO NECROPULPECTOMIZADO CON RAREFACCION OSEA
(Nº de Observaciones =35)

TECNICA DE MEDICION	MEDIA	VARIANZA	DESVIACION ESTANDAR	MINIMO	MAXIMO	MEDIANA	MODA
LTLAE	20,03	9,47	3,08	13	32	19,5	18,5
LTRX	20,07	9,38	3,06	12	32	20	19

14.- CONDUCTOS RADICULARES CON DIAGNOSTICO NECROPULPECTOMIZADO SIN RAREFACCION OSEA
(Nº de Observaciones =12)

TECNICA DE MEDICION	MEDIA	VARIANZA	DESVIACION ESTANDAR	MINIMO	MAXIMO	MEDIANA	MODA
LTLAE	20,75	2,21	1,48	18,5	22,5	20,5	22,5
LTRX	20,99	1,16	1,08	19,5	22,4	21	22

RESULTADOS DEL ANALISIS ESTADISTICO PARA DETERMINAR SI EXISTEN DIFERENCIAS ENTRE LAS TECNICAS DE MEDICION

1.- TODOS LOS CONDUCTOS RADICULARES

(I)

TECNICAS DE MEDICION: Longitud de trabajo del localizador apical electrónico (LTLAE) y Longitud de trabajo de la radiografía (LTRX)

a) TEST DE WILCONXON PARA MUESTAS PAREADAS

H₀ : LAS MEDIAS DE LAS TECNICAS DE MEDICION SON IGUALES v/s

H₁ : LAS MEDIAS DE LAS TECNICAS DE MEDICION SON DISTINTAS

Nº de Observaciones	T	Z	valor p	Resultado
117	1442,5	1,842967	0,07	No rechazo H ₀

b) TEST PARA DETERMINAR SI LAS VARIANZAS SON IGUALES

H₀ : NO EXISTE CORRELACION ENTRE LA SUMA Y LA DIFERENCIA v/s

H₁ : EXISTE CORRELACION ENTRE LA SUMA Y LA DIFERENCIA

Nº de Observaciones	r	T	α	t (115; 0,975)	Resultado
117	-0,01	-0,107	0,05	1,984	No rechazo H ₀

Conclusión : Los Métodos de Medición aplicados a los Conductos Radiculares son Iguales.

2.- CONDUCTOS RADICULARES DE PACIENTES DE SEXO FEMENINO

TECNICAS DE MEDICION: Longitud de trabajo del localizador apical electrónico (LTLAE) y Longitud de trabajo de la radiografía (LTRX)

a) TEST DE WILCONXON PARA MUESTAS PAREADAS

H₀ : LAS MEDIAS DE LAS TECNICAS DE MEDICION SON IGUALES v/s

H₁ : LAS MEDIAS DE LAS TECNICAS DE MEDICION SON DISTINTAS

Nº de Observaciones	T	Z	valor p	Resultado
71	503	1,298366	0,19	No rechazo H ₀

b) TEST PARA DETERMINAR SI LAS VARIANZAS SON IGUALES

H₀ : NO EXISTE CORRELACION ENTRE LA SUMA Y LA DIFERENCIA v/s

H₁ : EXISTE CORRELACION ENTRE LA SUMA Y LA DIFERENCIA

Nº de Observaciones	r	T	α	t (69; 0,975)	Resultado
71	0,21	1,784	0,05	1,994	No rechazo H ₀

Conclusión : los Métodos de Medición aplicados a los Conductos Radiculares son Iguales.

.- CONDUCTOS RADICULARES DE PACIENTES DE SEXO MASCULINO

TECNICAS DE MEDICION: Longitud de trabajo del localizador apical electrónico (LTLAE) y Longitud de trabajo de la radiografía (LTRX)

TEST DE WILCONXON PARA MUESTRAS PAREADAS

H₀ : LAS MEDIAS DE LAS TECNICAS DE MEDICION SON IGUALES v/s

H₁ : LAS MEDIAS DE LAS TECNICAS DE MEDICION SON DISTINTAS

Nº de Observaciones	T	Z	valor p	Resultado
46	250,5	1,296122	0,19	No rechazo H ₀

TEST PARA DETERMINAR SI LAS VARIANZAS SON IGUALES

H₀ : NO EXISTE CORRELACION ENTRE LA SUMA Y LA DIFERENCIA v/s

H₁ : EXISTE CORRELACION ENTRE LA SUMA Y LA DIFERENCIA

Nº de Observaciones	r	T	α	t (44; 0,975)	Resultado
46	-0,28	-1,934	0,05	2,014	No rechazo H ₀

Conclusión : los Métodos de Medición aplicados a los Conductos Radiculares son Iguales.

.- CONDUCTOS RADICULARES DE PACIENTES MENORES DE 55 AÑOS

TECNICAS DE MEDICION: Longitud de trabajo del localizador apical electrónico (LTLAE) y Longitud de trabajo de la radiografía (LTRX)

TEST DE WILCONXON PARA MUESTRAS PAREADAS

H₀ : LAS MEDIAS DE LAS TECNICAS DE MEDICION SON IGUALES v/s

H₁ : LAS MEDIAS DE LAS TECNICAS DE MEDICION SON DISTINTAS

Nº de Observaciones	T	Z	valor p	Resultado
99	1016,5	1,669479	0,095	No rechazo H ₀

TEST PARA DETERMINAR SI LAS VARIANZAS SON IGUALES

H₀ : NO EXISTE CORRELACION ENTRE LA SUMA Y LA DIFERENCIA v/s

H₁ : EXISTE CORRELACION ENTRE LA SUMA Y LA DIFERENCIA

Nº de Observaciones	r	T	α	t (97; 0,975)	Resultado
99	-0,03	-0,2956	0,05	1,984	No rechazo H ₀

Conclusión : los Métodos de Medición aplicados a los Conductos Radiculares son Iguales.

5.- CONDUCTOS RADICULARES DE PACIENTES DE 55 AÑOS Y MAS

TECNICAS DE MEDICION: Longitud de trabajo del localizador apical electrónico (LTLAE) y Longitud de trabajo de la radiografía (LTRX)

a) TEST DE WILCONXON PARA MUESTRAS PAREADAS

H₀ : LAS MEDIAS DE LAS TECNICAS DE MEDICION SON IGUALES v/s
H₁ : LAS MEDIAS DE LAS TECNICAS DE MEDICION SON DISTINTAS

Nº de Observaciones	T	Z	valor p	Resultado
18	40	0,784706	0,43	No rechazo H ₀

b) TEST PARA DETERMINAR SI LAS VARIANZAS SON IGUALES

H₀ : NO EXISTE CORRELACION ENTRE LA SUMA Y LA DIFERENCIA v/s
H₁ : EXISTE CORRELACION ENTRE LA SUMA Y LA DIFERENCIA

Nº de Observaciones	r	T	α	t (16; 0,975)	Resultado
18	0,04	0,1601	0,05	2,12	No rechazo H ₀

Conclusión : los Métodos de Medición aplicados a los Conductos Radiculares son Iguales.

6.- CONDUCTOS RADICULARES DE CANINOS

TECNICAS DE MEDICION: Longitud de trabajo del localizador apical electrónico (LTLAE) y Longitud de trabajo de la radiografía (LTRX)

a) TEST DE WILCONXON PARA MUESTRAS PAREADAS

H₀ : LAS MEDIAS DE LAS TECNICAS DE MEDICION SON IGUALES v/s
H₁ : LAS MEDIAS DE LAS TECNICAS DE MEDICION SON DISTINTAS

Nº de Observaciones	T	Z	valor p	Resultado
15	7	2,311682	0,02	Rechazo H ₀

b) TEST PARA DETERMINAR SI LAS VARIANZAS SON IGUALES

H₀ : NO EXISTE CORRELACION ENTRE LA SUMA Y LA DIFERENCIA v/s
H₁ : EXISTE CORRELACION ENTRE LA SUMA Y LA DIFERENCIA

Nº de Observaciones	r	T	α	t (13; 0,975)	Resultado
15	0	0	0,05	2,16	No rechazo H ₀

Conclusión : los Métodos de Medición aplicados a los Conductos Radiculares No son Iguales.

7.- CONDUCTOS RADICULARES DE INCISIVOS

TECNICAS DE MEDICION: Longitud de trabajo del localizador apical electrónico (LTLAE) y Longitud de trabajo de la radiografía (LTRX)

a) TEST DE WILCONXON PARA MUESTRAS PAREADAS

H₀: LAS MEDIAS DE LAS TECNICAS DE MEDICION SON IGUALES v/s
H₁: LAS MEDIAS DE LAS TECNICAS DE MEDICION SON DISTINTAS

Nº de Observaciones	T	Z	valor p	Resultado
26	80,5	0,583512	0,56	No rechazo H ₀

b) TEST PARA DETERMINAR SI LAS VARIANZAS SON IGUALES

H₀: NO EXISTE CORRELACION ENTRE LA SUMA Y LA DIFERENCIA v/s
H₁: EXISTE CORRELACION ENTRE LA SUMA Y LA DIFERENCIA

Nº de Observaciones	r	T	α	t (24; 0,975)	Resultado
26	0,27	1,3737	0,05	2,06	No rechazo H ₀

Conclusión : los Métodos de Medición aplicados a los Conductos Radiculares son Iguales.

8.- CONDUCTOS RADICULARES DE PREMOLARES

TECNICAS DE MEDICION: Longitud de trabajo del localizador apical electrónico (LTLAE) y Longitud de trabajo de la radiografía (LTRX)

a) TEST DE WILCONXON PARA MUESTRAS PAREADAS

H₀: LAS MEDIAS DE LAS TECNICAS DE MEDICION SON IGUALES v/s
H₁: LAS MEDIAS DE LAS TECNICAS DE MEDICION SON DISTINTAS

Nº de Observaciones	T	Z	valor p	Resultado
76	696,5	0,827944	0,40	No rechazo H ₀

b) TEST PARA DETERMINAR SI LAS VARIANZAS SON IGUALES

H₀: NO EXISTE CORRELACION ENTRE LA SUMA Y LA DIFERENCIA v/s
H₁: EXISTE CORRELACION ENTRE LA SUMA Y LA DIFERENCIA

Nº de Observaciones	r	T	α	t (74; 0,975)	Resultado
76	0,05	0,4306	0,05	1,994	No rechazo H ₀

Conclusión : los Métodos de Medición aplicados a los Conductos Radiculares son Iguales.

9.- CONDUCTOS RADICULARES DE LA ARCADA INFERIOR

TECNICAS DE MEDICION: Longitud de trabajo del localizador apical electrónico (LTLAE) y Longitud de trabajo de la radiografía (LTRX)

a) TEST DE WILCONXON PARA MUESTRAS PAREADAS

H₀ : LAS MEDIAS DE LAS TECNICAS DE MEDICION SON IGUALES v/s
H₁ : LAS MEDIAS DE LAS TECNICAS DE MEDICION SON DISTINTAS

Nº de Observaciones	T	Z	valor p	Resultado
21	55,5	0,255583	0,79	No rechazo H ₀

b) TEST PARA DETERMINAR SI LAS VARIANZAS SON IGUALES

H₀ : NO EXISTE CORRELACION ENTRE LA SUMA Y LA DIFERENCIA v/s
H₁ : EXISTE CORRELACION ENTRE LA SUMA Y LA DIFERENCIA

Nº de Observaciones	r	T	α	t (19; 0,975)	Resultado
21	-0,29	-1,32	0,05	2,09	No rechazo H ₀

Conclusión : los Métodos de Medición aplicados a los Conductos Radiculares son Iguales.

10.- CONDUCTOS RADICULARES DE LA ARCADA SUPERIOR

TECNICAS DE MEDICION: Longitud de trabajo del localizador apical electrónico (LTLAE) y Longitud de trabajo de la radiografía (LTRX)

a) TEST DE WILCONXON PARA MUESTRAS PAREADAS

H₀ : LAS MEDIAS DE LAS TECNICAS DE MEDICION SON IGUALES v/s
H₁ : LAS MEDIAS DE LAS TECNICAS DE MEDICION SON DISTINTAS

Nº de Observaciones	T	Z	valor p	Resultado
96	894,5	2,197392	0,028	Rechazo H ₀

b) TEST PARA DETERMINAR SI LAS VARIANZAS SON IGUALES

H₀ : NO EXISTE CORRELACION ENTRE LA SUMA Y LA DIFERENCIA v/s
H₁ : EXISTE CORRELACION ENTRE LA SUMA Y LA DIFERENCIA

Nº de Observaciones	r	T	α	t (94; 0,975)	Resultado
96	0,03	0,2909	0,05	1,984	No rechazo H ₀

Conclusión : los Métodos de Medición aplicados a los Conductos Radiculares No son Iguales.

11.- CONDUCTOS RADICULARES CON DIAGNOSTICO BIOPULPECTOMIZADO

TECNICAS DE MEDICION: Longitud de trabajo del localizador apical electrónico (LTLAE) y Longitud de trabajo de la radiografía (LTRX)

a) TEST DE WILCONXON PARA MUESTRAS PAREADAS

H₀: LAS MEDIAS DE LAS TECNICAS DE MEDICION SON IGUALES v/s
H₁: LAS MEDIAS DE LAS TECNICAS DE MEDICION SON DISTINTAS

Nº de Observaciones	T	Z	valor p	Resultado
70	398,5	1,943615	0,052 (*)	No rechazo H ₀

(*) No se rechaza H₀ porque se considera un nivel de confianza de 95% y más.

b) TEST PARA DETERMINAR SI LAS VARIANZAS SON IGUALES

H₀: NO EXISTE CORRELACION ENTRE LA SUMA Y LA DIFERENCIA v/s
H₁: EXISTE CORRELACION ENTRE LA SUMA Y LA DIFERENCIA

Nº de Observaciones	r	T	α	t (68; 0,975)	Resultado
70	-0,05	-0,4128	0,05	1,994	No rechazo H ₀

Conclusión : los Métodos de Medición aplicados a los Conductos Radiculares son Iguales.

12.- CONDUCTOS RADICULARES CON DIAGNOSTICO NECROPULPECTOMIZADO

TECNICAS DE MEDICION: Longitud de trabajo del localizador apical electrónico (LTLAE) y Longitud de trabajo de la radiografía (LTRX)

a) TEST DE WILCONXON PARA MUESTRAS PAREADAS

H₀: LAS MEDIAS DE LAS TECNICAS DE MEDICION SON IGUALES v/s
H₁: LAS MEDIAS DE LAS TECNICAS DE MEDICION SON DISTINTAS

Nº de Observaciones	T	Z	valor p	Resultado
47	329	0,601844	0,547282	No rechazo H ₀

b) TEST PARA DETERMINAR SI LAS VARIANZAS SON IGUALES

H₀: NO EXISTE CORRELACION ENTRE LA SUMA Y LA DIFERENCIA v/s
H₁: EXISTE CORRELACION ENTRE LA SUMA Y LA DIFERENCIA

Nº de Observaciones	r	T	α	t (45; 0,975)	Resultado
47	0,07	0,4707	0,05	2,014	No rechazo H ₀

Conclusión : los Métodos de Medición aplicados a los Conductos Radiculares son Iguales.

13.- CONDUCTOS RADICULARES CON DIAGNOSTICO NECROPULPECTOMIZADO CON RAREFACCION OSEA

TECNICAS DE MEDICION: Longitud de trabajo del localizador apical electrónico (LTLAE) y Longitud de trabajo de la radiografía (LTRX)

a) TEST DE WILCONXON PARA MUESTRAS PAREADAS

H₀: LAS MEDIAS DE LAS TECNICAS DE MEDICION SON IGUALES v/s
H₁: LAS MEDIAS DE LAS TECNICAS DE MEDICION SON DISTINTAS

Nº de Observaciones	T	Z	valor p	Resultado
35	183	0,144150	0,88	No rechazo H ₀

b) TEST PARA DETERMINAR SI LAS VARIANZAS SON IGUALES

H₀: NO EXISTE CORRELACION ENTRE LA SUMA Y LA DIFERENCIA v/s
H₁: EXISTE CORRELACION ENTRE LA SUMA Y LA DIFERENCIA

Nº de Observaciones	r	T	α	t (33; 0,975)	Resultado
35	0,02	0,1149	0,05	2,042	No rechazo H ₀

Conclusión : los Métodos de Medición aplicados a los Conductos Radiculares son Iguales.

14.- CONDUCTOS RADICULARES CON DIAGNOSTICO NECROPULPECTOMIZADO SIN RAREFACCION OSEA

TECNICAS DE MEDICION: Longitud de trabajo del localizador apical electrónico (LTLAE) y Longitud de trabajo de la radiografía (LTRX)

a) TEST DE WILCONXON PARA MUESTRAS PAREADAS

H₀: LAS MEDIAS DE LAS TECNICAS DE MEDICION SON IGUALES v/s
H₁: LAS MEDIAS DE LAS TECNICAS DE MEDICION SON DISTINTAS

Nº de Observaciones	T	Z	valor p	Resultado
12	22	0,978019	0,33	No rechazo H ₀

b) TEST PARA DETERMINAR SI LAS VARIANZAS SON IGUALES

H₀: NO EXISTE CORRELACION ENTRE LA SUMA Y LA DIFERENCIA v/s
H₁: EXISTE CORRELACION ENTRE LA SUMA Y LA DIFERENCIA

Nº de Observaciones	r	T	α	t (10; 0,975)	Resultado
12	0,64	2,6339	0,05	2,228	Rechazo H ₀

Conclusión : los Métodos de Medición aplicados a los Conductos Radiculares No son Iguales.

PRUEBAS ESTADISTICAS UTILIZADAS PARA DETERMINAR SI EXISTEN DIFERENCIAS ENTRE LOS METODOS DE MEDICION

Sea $(X_1, Y_1), \dots, (X_n, Y_n)$ una muestra aleatoria de una Distribución Normal Bivariable, donde X representa las mediciones por un método determinado sobre el Conducto Radicular e Y representa las mediciones por un segundo método sobre el mismo Conducto Radicular.

1. TEST DE WILCONXON PARA MUESTRAS PAREADAS

a) HIPOTESIS DE ESTUDIO

$H_0: \mu_X - \mu_Y = 0$ v/s $H_1: \mu_X - \mu_Y \neq 0$, es decir:

H_0 : LAS MEDIAS DE LAS TECNICAS DE MEDICION SON IGUALES v/s

H_1 : LAS MEDIAS DE LAS TECNICAS DE MEDICION SON DISTINTAS

b) ESTADISTICO DE PRUEBA

$$z = \frac{T - [n(n+1)/4]}{[n(n+1)(2n+1)/24]^{1/2}}$$

donde T corresponde a la menor de las sumas de rangos asignados a las diferencias positivas y negativas.

c) REGION CRITICA

SE RECHAZA H_0 Si $z \geq z_{\alpha/2}$ o $z \leq -z_{\alpha/2}$ (Los valores de z se obtienen por tabla Normal).

2. TEST PARA DETERMINAR SI LAS VARIANZAS SON IGUALES

Sean $S_i = X_i + Y_i$ y $D_i = X_i - Y_i$, $i = 1, \dots, n$, se distribuyen Normal Bivariado

$H_0: \sigma_x^2 = \sigma_y^2$ (las varianzas de las técnicas de medición son iguales), es equivalente a $\rho_{S,D} = 0$ (no existe correlación entre la suma y la diferencia)

Por lo tanto, se aplicará una prueba para determinar si la correlación (ρ) entre la suma de las mediciones de los 2 métodos (**S**) y la resta de los dos métodos (**D**) es igual a cero.

a) HIPOTESIS DE ESTUDIO

$H_0: \rho_{S,D} = 0$ v/s $H_1: \rho_{S,D} \neq 0$, es decir:

H_0 : NO EXISTE CORRELACION ENTRE LA SUMA Y LA DIFERENCIA v/s

H_1 : EXISTE CORRELACION ENTRE LA SUMA Y LA DIFERENCIA

b) ESTADISTICO DE PRUEBA

$$T = \frac{r[n-2]^{1/2}}{[1-r^2]^{1/2}}$$

donde r , es el coeficiente de correlación de Pearson para las dos variables.

c) REGION CRITICA

SE RECHAZA H_0 SI $|T| \geq t(n-2, 1-\alpha/2)$ (Los valores de t se obtienen de la tabla t-Student).

3. CONCLUSIONES QUE SE PUEDEN OBTENER LUEGO DE LA APLICACION DE CADA UNO DE LOS TEST ANTERIORES:

a) Si en los 2 procedimientos de prueba No se Rechaza H_0 , entonces se puede concluir que los Métodos de Medición aplicados a los Conductos Radiculares son Iguales.

b) Si en algunos de los procedimientos de prueba se Rechaza H_0 , entonces se concluye que existen evidencias suficientes para decir que los metodos son distintos.