



**UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTIAGO
DE GUAYAQUIL**

**Facultad de Ciencias Médicas
Carrera de Odontología**

**“ESTUDIO IN VIVO DEL LOCALIZADOR APICAL ELECTRONICO VS.
RADIOGRAFIA CONVENCIONAL EN LA DETERMINACION DE LA
LONGITUD DE TRABAJO EN DIENTES UNIBRADICULARES”**

TRABAJO DE GRADUACION

**PREVIA A LA OBTENCION DEL TITULO DE:
ODONTOLOGO**

Autor: Pamela Alejandra Naranjo Llerena

Director Académico: Dr. Cesar Mejía Gallegos

Guayaquil - Ecuador

2011 - 2012

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por bendecirme enormemente al permitirme tener una familia hermosa y un esposo maravilloso.

A mis padres, Johnny y Elena, por ser mi fortaleza en todo momento, enseñándome a ser mejor persona cada día.

A mis hermanas, por ser mis más grandes confidentes.

A mi esposo, Jorge, por apoyarme incondicionalmente en todo lo que me propongo y por impulsarme a luchar por mis sueños.

Y a todas aquellas personas que de una u otra forma, colaboraron o participaron tanto en la realización de esta tesis, así como en mi formación académica y profesional, en especial al Dr. César Mejía

y a la Dra. Patricia Astudillo, hago extensivo mi más sincero agradecimiento.

INDICE GENERAL

RESUMEN

INTRODUCCIÓN 6

PROPÓSITOS Y OBJETIVOS 7

CAPÍTULO I: ANATOMÍA INTERNA DEL DIENTE

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA CAVIDAD PULPAR..... 8

CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN DEL ÁPICE RADICULAR

2.1 DEFINICIÓN DE ÁPICE RADICULAR 22

2.2 ESTRUCTURAS QUE COMPONEN EL ÁPICE RADICULAR 24

CAPÍTULO III: DESCRIPCIÓN DE LA LONGITUD DE TRABAJO

3.1 DEFINICIÓN DE LONGITUD DE TRABAJO 32

3.2 PUNTOS DE REFERENCIA PARA EL CÁLCULO DE LA LONGITUD DE TRABAJO 34

3.3 FACTORES QUE INCIDEN EN LA CORRECTA ESTIMACIÓN DE LA LONGITUD DE TRABAJO 39

3.4 MÉTODOS PARA DETERMINAR LA LONGITUD DE TRABAJO 40

3.5 IMPORTANCIA DE LA LONGITUD DE TRABAJO 49

3.6 CONSECUENCIAS DE UNA LONGITUD DE TRABAJO INCORRECTA..... 50

3.7 LÍMITE APICAL PARA LA LONGITUD DE TRABAJO 54

CAPÍTULO IV: MÉTODO RADIOGRÁFICO

4.1 IMPORTANCIA DE LA RADIOGRAFÍA EN ENDODONCIA 56

4.2 LIMITACIONES DE LAS RADIOGRAFÍAS	57
4.3 PROTOCOLOS PARA LA MEDICIÓN RADIOGRÁFICA DE LA LONGITUD DE TRABAJO	60
4.4 MÉTODOS RADIOGRÁFICOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA LONGITUD DE TRABAJO	63
4.5 VARIACIONES DE LA LONGITUD DE TRABAJO DE ACUERDO AL ESTADO PATOLÓGICO PERIAPICAL	75
CAPÍTULO V: MÉTODO ELECTRÓNICO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA LONGITUD DE TRABAJO	
5.1 DEFINICIÓN DE LOCALIZADOR APICAL ELECTRÓNICO	77
5.2 PRINCIPIOS DE LOS LOCALIZADORES APICALES ELECTRÓNICOS	78
5.3 HISTORIA DE LOS LOCALIZADORES APICALES ELECTRÓNICOS.....	80
5.4 GENERACIONES DE LOS LOCALIZADORES APICALES ELECTRÓNICOS (LAE).....	80
5.5 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS LOCALIZADORES APICALES ELECTRÓNICOS	86
5.6 INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES DE LOS LOCALIZADORES APICALES ELECTRÓNICOS	88
5.7 CONDICIONES BÁSICAS PARA LA UTILIZACIÓN CORRECTA DE UN LOCALIZADOR APICAL ELECTRÓNICO.....	91
5.8 PASOS PARA LA UTILIZACIÓN DE UN LOCALIZADOR APICAL ELECTRÓNICO.....	92
MATERIALES Y MÉTODOS	96
PRESENTACIÓN DE LOS CASOS CLÍNICOS.....	98

Estudio in vivo del Localizador apical electrónico vs. Radiografía convencional en la determinación de la Longitud de Trabajo en dientes unirradiculares

RESULTADOS	131
CONCLUSIONES	132
RECOMENDACIONES	133
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	134
ANEXOS	

RESUMEN

La determinación de la longitud de trabajo de un conducto radicular juega un papel importante en el pronóstico de un tratamiento endodóntico ya que establece el límite donde terminará tanto la preparación como la obturación del canal radicular. A lo largo de la historia se han venido desarrollando diversos métodos para realizar la conductometría, tales como la sensación táctil, el uso de puntas de papel absorbente, etc. Sin embargo, los más usados en la actualidad, constituyen el método radiográfico y el método electrónico. El objetivo de este estudio clínico fue comparar la efectividad de estas dos alternativas en la determinación de la longitud de trabajo, aplicando en cada caso ambos métodos. Para el método radiográfico se aplicó el método propuesto por Ingle y se tomó las radiografías con el Endo-Ray/Endo Rinn (Dentsply Rinn), aplicando la técnica de paralelismo. En cuanto al método electrónico, se usó el localizador apical electrónico iPex, de marca NSK, tomando como rango aceptable cuando la pantalla del aparato indicaba entre 0,5 a 2mm, y se procedió a tomar una radiografía periapical para realizar la comparación. Al realizar el análisis estadístico, con prueba T pareada, no se encontró diferencias significativas entre estos dos métodos. No obstante, se observó que en dientes con raíces largas, como los caninos, el iPex dio longitudes de trabajo cortas.

Palabras clave: *longitud de trabajo, método radiográfico, localizador apical electrónico, límite apical.*

INTRODUCCIÓN

El éxito de la terapia endodóntica está sujeto a diversos factores, uno de los más importantes, es el poder realizar una adecuada preparación del conducto radicular sin invadir de manera alguna la región periapical. Esto puede ser logrado a través de una correcta conductometría, es decir, la determinación de la longitud de trabajo a la cual los instrumentos endodónticos van a penetrar, conformar y a la cual la sustancia irrigadora va a llegar. La importancia de una longitud de trabajo lo más acertada posible radica en que ésta establece hasta qué nivel llegarán tanto la preparación biomecánica, como la obturación del conducto radicular. Asimismo, evita posibles sobreobturaciones o subobturaciones que afectan tanto en la reparación como en el pronóstico del tratamiento endodóntico.

A través de la historia, han existido múltiples técnicas para realizar la conductometría, que van desde métodos que hacen uso de radiografías periapicales, hasta métodos en que se utilizan aparatos electrónicos. En el presente trabajo de tesis se explica cada uno de ellos y se realiza la comparación entre el método radiográfico convencional versus el método electrónico.

PROPÓSITOS Y OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Determinar la longitud de trabajo entre el método radiográfico y el método electrónico, en dientes unirradiculares.

OBJETIVO ESPECÍFICO

- Comparar la precisión en la determinación de la longitud de trabajo del método radiográfico versus el método electrónico.
- Evaluar el manejo y la efectividad de las lecturas dadas por el localizador apical electrónico.
- Determinar las ventajas y desventajas de cada método para la determinación de la longitud de trabajo.
- Observar las indicaciones y contraindicaciones de cada método.

CAPITULO I: ANATOMÍA INTERNA DEL DIENTE

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA CAVIDAD PULPAR

Para realizar con éxito todos los procedimientos, técnicas y maniobras comprendidas en cualquier tratamiento endodóntico es imprescindible conocer de manera detallada la anatomía interna del diente que vamos a tratar. Al mismo tiempo, debemos visualizar al diente en cuestión de manera tridimensional y debemos estar conscientes de sus variaciones anatómicas internas, ya que esto, determinará la forma en que debemos realizar tanto la apertura coronaria, como la localización de los conductos y la preparación biomecánica de los mismos ^(1, 2).

Cada pieza dentaria tiene una cavidad dentro de su núcleo central de dentina. A ésta cavidad se la conoce como cavidad pulpar y es el lugar donde se aloja el paquete vasculonervioso o pulpa dental (**Figura No. 1**). La cavidad pulpar se encuentra limitada

en la mayoría de su extensión por dentina, excepto cuando se aproxima al foramen apical, en la cual está recubierta por cemento^(1, 3, 4).

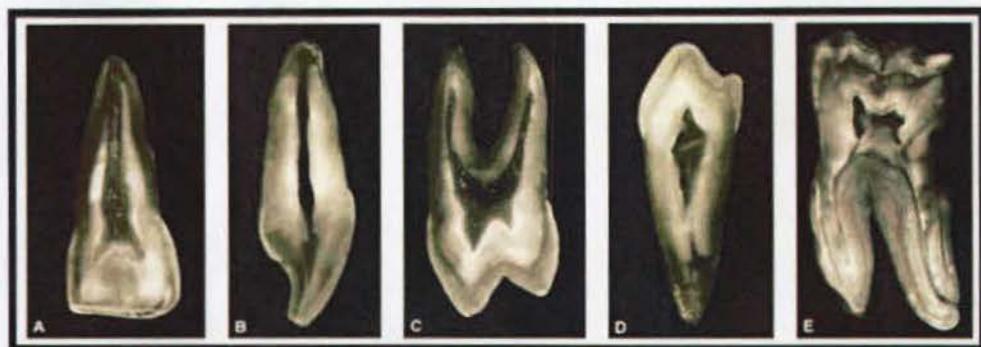


Fig. No. 1: Dientes seccionados mostrando las diferentes formas de la cavidad pulpar acorde a la superficie dentaria externa.

Fuente: Scheid C., Weiss G. **WOELFEL'S DENTAL ANATOMY: ITS RELEVANCE TO DENTISTRY.** Lippincott Williams & Wiling Publishers. 2011; 234 (8): 504.

La cavidad pulpar consta de dos componentes (**Figura No. 2**): una porción que se encuentra dentro de la corona, llamada cámara pulpar; y una porción que se extiende a lo largo de la raíz, llamada conducto o canal radicular^(1, 3, 4, 5).

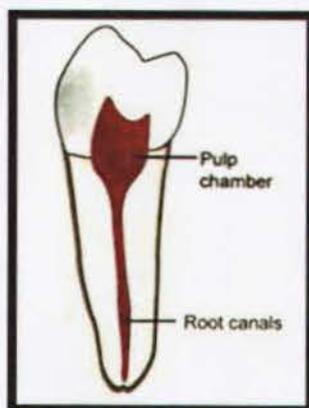


Fig. No. 2: Cavidad pulpar y su división en cámara pulpar y canal radicular.

Fuente: Garg N., Garg A. **TEXTBOOK OF ENDODONTICS.** JP Medical Ltd. Publisher. 2^o Edition 2010; 167 (13): 566.

Existen diversos factores que hacen que la cavidad pulpar vaya disminuyendo en su tamaño. **(Figura No. 3)** Algunos son: la formación de agujas y nódulos cálcicos, o por el depósito de dentina en las paredes. Otros factores que también repercuten en el tamaño de la cavidad pulpar son: las injurias químicas, físicas y bacterianas (caries), y el envejecimiento mismo de la persona. Como respuesta a estos irritantes, hay aposición de cemento y dentina secundaria ^(1, 5, 6)

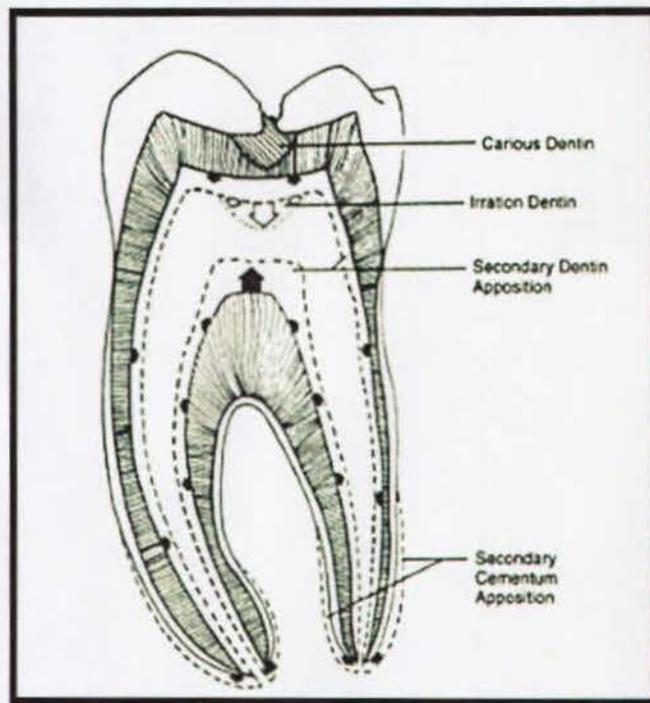


Fig. No. 3: Diagrama esquemático de un molar mandibular mostrando la aposición de tejido duro causada por el envejecimiento y/o por irritaciones. Las flechas negras indican la aposición fisiológica secundaria de cemento y dentina. Las flechas blancas indican la formación de dentina en respuesta a irritantes. La cavidad pulpar experimenta una continua reducción en tamaño y en volumen.

Fuente: Ingle J., Bakland L. **ENDODONTICS. VOLUME 1.** PMPH-USA Publisher.

5^o Edition 2002; 29 (2): 974.

1.1.1 CÁMARA PULPAR

La cámara pulpar es la parte coronaria de la cavidad pulpar. Presenta las siguientes características:

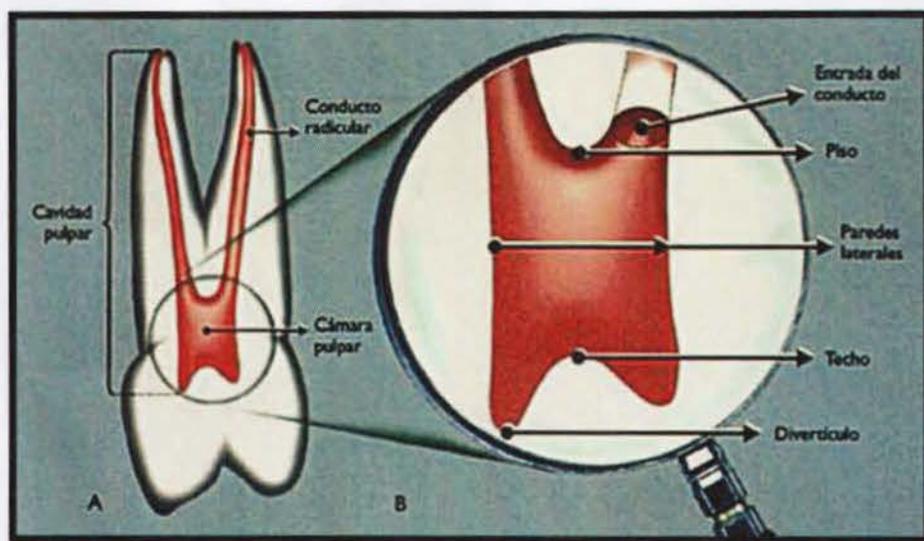
- Es única, generalmente voluminosa, y contiene a la pulpa coronal.
- Está ubicada en la parte central de la corona dentaria.
- Su forma acompaña aproximadamente la forma externa de la corona del diente.
- Su volumen depende de la forma de la corona del diente, de la edad del paciente y del grado de lesiones irritantes y/o restauraciones a las que se haya sometido.
- El volumen de la cámara pulpar en dientes adultos es considerablemente menor en comparación a la de los dientes jóvenes por la aposición fisiológica de dentina en las paredes de la cámara pulpar a medida que el paciente envejece.
- Está provista de 6 paredes, las cuales corresponden a las superficies más internas de la dentina: 1 pared oclusal/incisal, 1 pared cervical y por 4 paredes laterales circundantes.
- Posee unos divertículos o prolongaciones que se dirigen hacia las cúspides, llamados cuernos pulpares (1, 3, 7).

A continuación detallo las particularidades de cada pared de la cámara pulpar:

- Pared Oclusal.- también llamada techo cameral o pared incisal. Su forma es cóncava hacia el borde incisal o cara oclusal. Además, posee los cuernos pulpares o astas pulpares, que se dirigen hacia las puntas de las cúspides y se encuentran en igual cantidad con el número de cúspides.
- Pared Cervical.- también llamado piso o suelo cameral. Su forma es convexa y es opuesta al techo o pared incisal. En ésta pared se encuentra la entrada a los

conductos radiculares, en las piezas multirradiculares. Cabe recalcar que en dientes unirradiculares no existe ésta pared ya que la cámara pulpar se extiende con el conducto radicular. **(Figura No. 4)**

▪ Paredes Laterales Circundantes.- éstas corresponden a las caras del diente hacia donde están orientadas, siguen la anatomía externa del diente. Son 4 paredes laterales: vestibular, palatina/lingual, mesial y distal^(1, 2, 7).



**Fig. No. 4: Cavidad pulpar de un diente multirradicular (A)
Mayor aumento de la cámara pulpar (B).**

Fuente: Soares I., Goldberg F. **ENDODONCIA: TÉCNICAS Y FUNDAMENTOS.**
Edit. Médica Panamericana. 2002; 22 (4): 326

1.1.2 CONDUCTO RADICULAR

El conducto radicular es la porción radicular de la cavidad pulpar y contiene a la pulpa radicular. Su forma es cónica, con base mayor hacia la pared cervical/piso y con vértice hacia la porción apical. Acompaña la forma externa de la raíz. **(Figura No. 5)** Los conductos radiculares se comunican con la cámara pulpar a través de los orificios de los

conductos, los cuales se encuentran en el piso de la cámara pulpar; y la pulpa radicular se conecta con el exterior del diente a través de uno o varios orificios llamados foraminas apicales, que se localizan cerca o en el ápice radicular^(1, 7, 8).

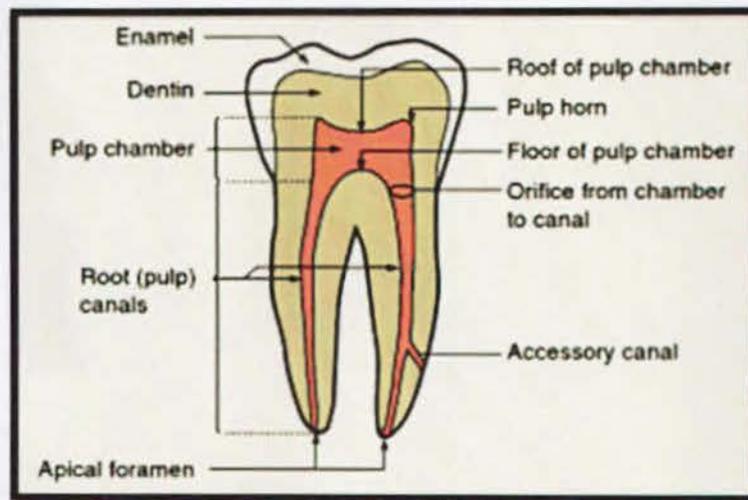


Fig. No. 5: Partes de una cavidad pulpar.

Fuente: Scheid C., Weiss G. **WOELFEL'S DENTAL ANATOMY: ITS RELEVANCE TO DENTISTRY.** Lippincott Williams & Wiling Publishers. 2011; 234 (8): 504.

1.1.2.1 CALIBRE DEL CONDUCTO RADICULAR

Existen dos tipos de calibre en los conductos radiculares: su calibre transversal y su calibre longitudinal.

- El calibre transversal está relacionado con la edad del paciente y no es constante. Así como la cámara pulpar experimenta una disminución en su volumen por la aposición de dentina, así mismo los conductos radiculares se van obliterando con el paso de la edad, de tal forma que la luz del mismo disminuye. Adicional a esto, estas estrecheces pueden darse solamente por zonas y no afectar a todo el conducto. Por otro lado, puede pasar lo inverso, es decir, encontrar ensanchamientos del conducto a causa de reabsorciones internas⁽⁷⁾.

- En cuanto al calibre longitudinal, vemos que el diámetro del conducto va disminuyendo progresivamente de mayor a menor desde el suelo cameral hasta llegar a la región apical. No obstante, hay 3 variaciones:
 - ✓ Paredes convergentes hacia el ápice
 - ✓ Paredes paralelas
 - ✓ Paredes divergentes

En casos en los que no ha terminado la formación de la raíz, en dientes jóvenes, se presenta un mayor diámetro del conducto en la región apical que en la cervical⁽⁷⁾.

1.1.2.2 FORMA DEL CONDUCTO RADICULAR

El conducto radicular puede tener diversas formas. Éstas dependen de la forma de la raíz del diente. **(Figura No. 6)** Así tenemos:

- Forma circular o redondeada
- Forma acintada o arriñonada
- Forma oval
- Forma de ocho o reloj de arena ^(7, 9).

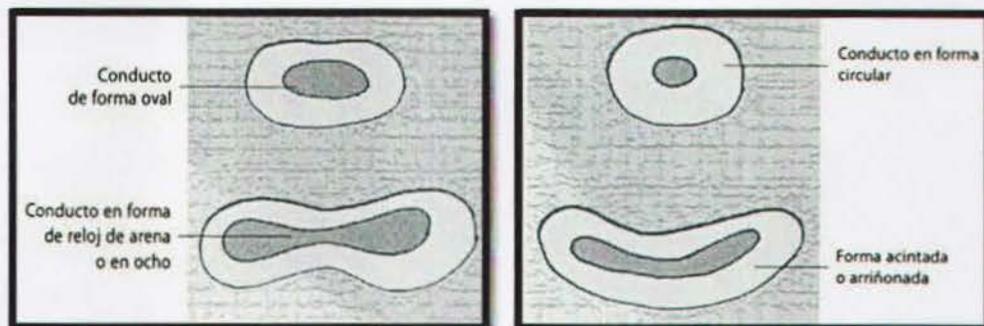


Fig. No. 6: Diferentes formas del conducto radicular.

Fuente: Zeledón R. **GUÍA PARA ENDODONCIA PRÁCTICA PRECLÍNICA.**

Edit. Universidad de Costa Rica. 2005; 7 (1): 40

1.1.2.3 DIRECCIÓN DEL CONDUCTO RADICULAR

Usualmente el canal radicular de cada raíz sigue el eje que ella le traza. **(Figura No. 7)** De este modo tenemos que los conductos radiculares pueden presentar las siguientes direcciones ^(7,9):

- Recta.- el conducto radicular sigue el eje longitudinal de la raíz.
- Curva o arciforme.- el conducto radicular sigue la curvatura no pronunciada de la raíz.
- Dilacerada o acodada.- el conducto radicular sigue la curvatura marcada, con angulación, que presenta la raíz.

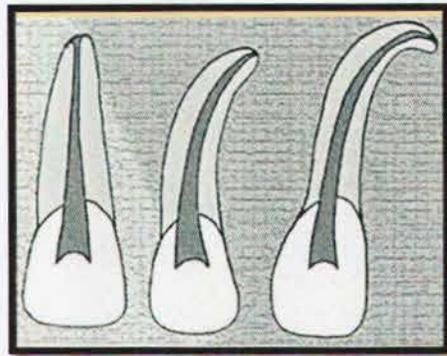


Fig. No. 7: Dirección que puede presentar un conducto radicular.

Fuente: Zeledón R. **GUÍA PARA ENDODONCIA PRÁCTICA PRECLÍNICA.**

Editorial Universidad de Costa Rica. 2005; 8 (1): 40

1.1.2.4 SISTEMA DE CONDUCTOS RADICULARES

La anatomía del Sistema de Conductos Radiculares ha sido estudiada por muchos científicos, como Wheeler, Perth, Hess, Weine, etc., quienes han corroborado que existen múltiples variaciones en la configuración de los conductos radiculares. Tanto así, que en muchas ocasiones, el número de conductos radiculares no coincide con el número de raíces ^(3,8).

A pesar de las combinaciones variadas de conductos radiculares que se pueden dar en las raíces dentarias, existen cuatro tipos de configuraciones (**Figura No. 8**) de conductos radiculares que Weine ha dado ^(3, 5, 8):

- **Tipo I.-** Conducto único se extiende desde la cámara pulpar hasta el ápice.
- **Tipo II.-** dos conductos radiculares separados se originan desde la cámara pulpar, luego se unen en uno solo cerca del ápice, y salen en un único foramen.
- **Tipo III.-** Se inician dos canales radiculares en la cámara pulpar, se mantienen separados; pero salen de la raíz como dos foraminas separadas.
- **Tipo IV.-** un conducto radicular deja la cámara pulpar; pero luego se divide en dos canales radiculares separados que salen de la raíz como dos foraminas independientes.

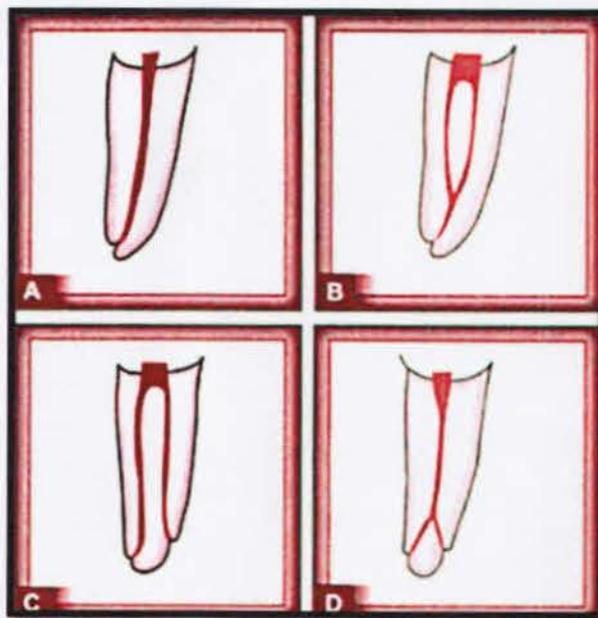


Fig. No. 8: Tipos de configuraciones de canales radiculares posibles en una raíz.

(A) Tipo I, (B) Tipo II, (C) Tipo III y (D) Tipo IV

Fuente: Garg N., Garg A. **REVIEW OF ENDODONTICS AND OPERATIVE DENTISTRY.** Jyapee Brothers Medical Publishers. 2008; 5 (2): 235.

Otra clasificación importante es la que Vertucci creó. En su clasificación, él destacó que en lugar de haber cuatro tipos de canales radiculares, hay ocho. (**Figura No. 9**) A continuación, una breve descripción^(3, 5, 8):

- **Tipo I.-** Un solo canal se extiende desde la cámara pulpar hasta el ápice.
- **Tipo II.-** Dos canales radiculares separados se originan a partir de la cámara pulpar, pero se anastomosan y forman uno solo cerca del ápice.
- **Tipo III.-** Un solo conducto radicular deja la cámara pulpar, y se divide en dos; luego éstos se unen, formando uno solo, saliendo de la raíz como un solo canal.
- **Tipo IV.-** Dos canales radiculares separados se extienden desde la cámara pulpar hasta el ápice. Cada uno tiene su salida independiente.
- **Tipo V.-** Un canal radicular deja la cámara pulpar y luego, al aproximarse al ápice, se divide en dos conductos separados. Cada canal tiene su salida.
- **Tipo VI.-** Dos conductos radiculares independientes se originan de la cámara pulpar, luego se unen en el cuerpo de la raíz, y se vuelven a dividir al acercarse al ápice, saliendo como dos canales.
- **Tipo VII.-** Un canal radicular deja la cámara pulpar, se divide en dos, pero se vuelve a unir en el cuerpo de la raíz. Posteriormente, se separa nuevamente en dos conductos radiculares.
- **Tipo VIII.-** Tres canales radiculares independientes se extienden desde la cámara pulpar hasta el ápice.

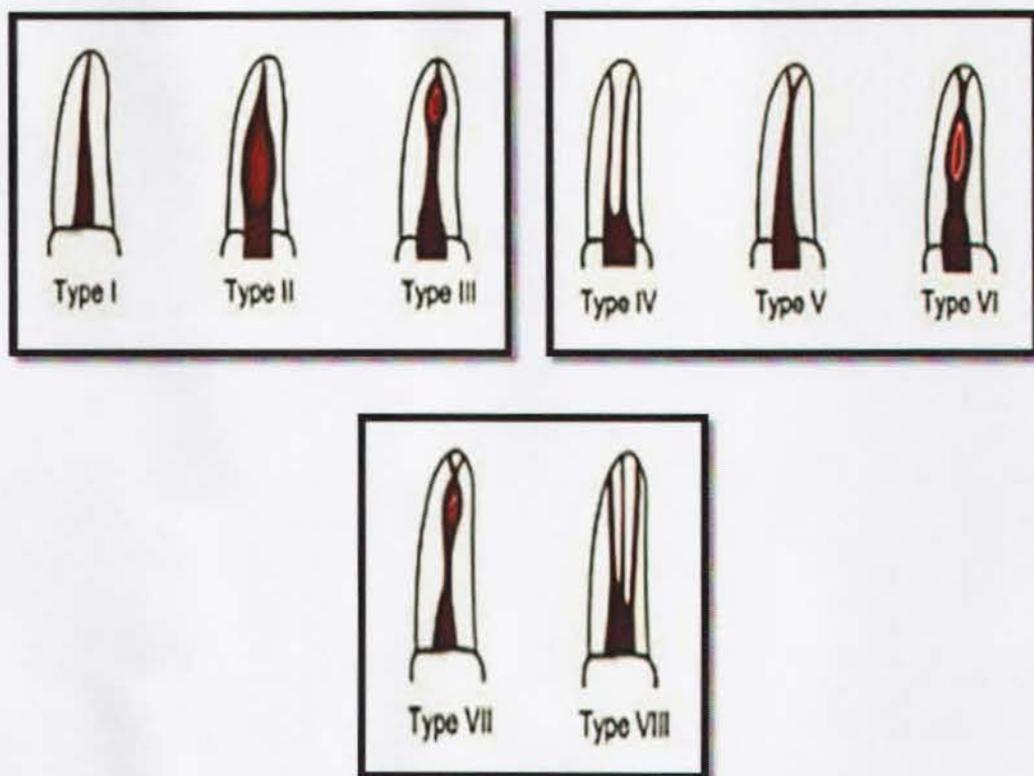


Fig. No. 9: Clasificación de Vertucci de la anatomía de los canales radiculares.

Fuente: Garg N., Garg A. **TEXTBOOK OF ENDODONTICS.**

JP Medical Ltd. Publisher. 2^o Edition. 2010; 170 (13): 566.

1.1.2.5 RAMIFICACIONES DEL SISTEMA DE CONDUCTOS RADICULARES

Existen diferentes estudios que han demostrado que un conducto radicular puede tener ramificaciones o canales accesorios. **(Figura No. 10)** Éstos son considerados de suma importancia debido a que establecen una vía de comunicación entre la pulpa y el periodonto. Por tanto, si no son detectados durante el tratamiento endodóntico, se convierten en factores causales del fracaso endodóntico, al ser un lugar propicio para el crecimiento bacteriano (1, 4, 6).

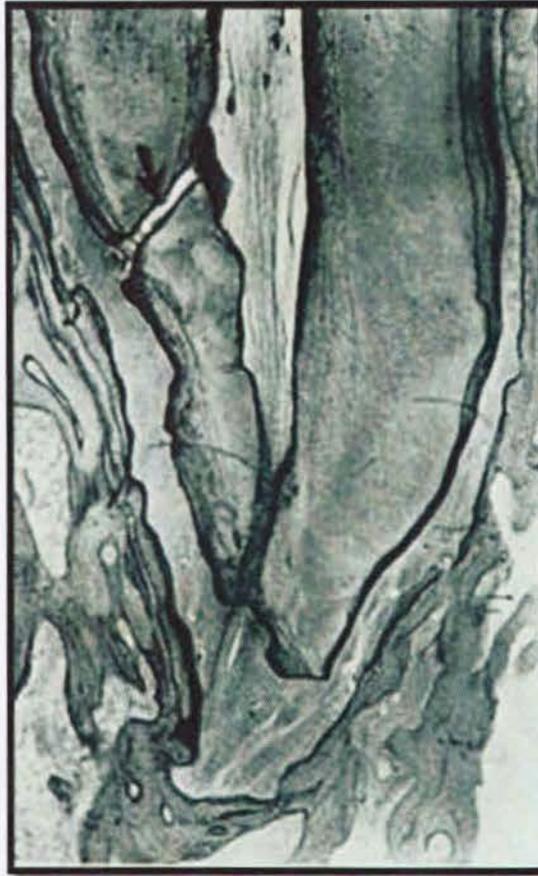


Fig. No. 10: Canal accesorio (la flecha negra señala al conducto accesorio).

Fuente: Ingle J., Bakland L. **ENDODONTICS. VOLUME 1.**

PMPH-USA Publisher. 5^o Edition 2002; 31 (2): 974.

Para poder realizar con éxito la terapia endodóntica debemos conocer de manera exhaustiva la anatomía del sistema de conductos radiculares. **(Figura No. 11)** A continuación, la nomenclatura de cada uno^(1, 4, 10):

- ❖ **Conducto principal:** es aquel que se origina en la cámara pulpar y que termina en el ápice radicular.

- ❖ **Conducto colateral:** es un conducto de menor diámetro, que se dirige de manera paralela al conducto principal.
- ❖ **Conducto lateral:** es un conducto que sale del conducto principal de manera perpendicular, a nivel del tercio cervical o medio, y termina en el ligamento periodontal.
- ❖ **Conducto recurrente:** nace del conducto principal, recorre parte de la dentina pero vuelve al conducto principal, sin tocar el ligamento periodontal.
- ❖ **Conducto secundario:** va desde el conducto principal, a nivel del tercio apical, y se dirige al periodonto lateral.
- ❖ **Conducto accesorio:** este conducto nace a partir del conducto secundario y termina en el ligamento periodontal en el tercio apical.
- ❖ **Conducto interradicular:** tiene su origen en el piso de la cámara pulpar y termina en la furca de las raíces de los dientes multirradiculares.
- ❖ **Conducto interconducto:** es aquel que une dos conductos entre sí.
- ❖ **Delta apical:** es considerada la terminación que más se presenta del canal radicular principal en tercio apical. En este caso, el conducto principal dio origen a múltiples canales que terminan en el ligamento periodontal. Aquí, hay varias foraminas, en lugar de un solo foramen apical.

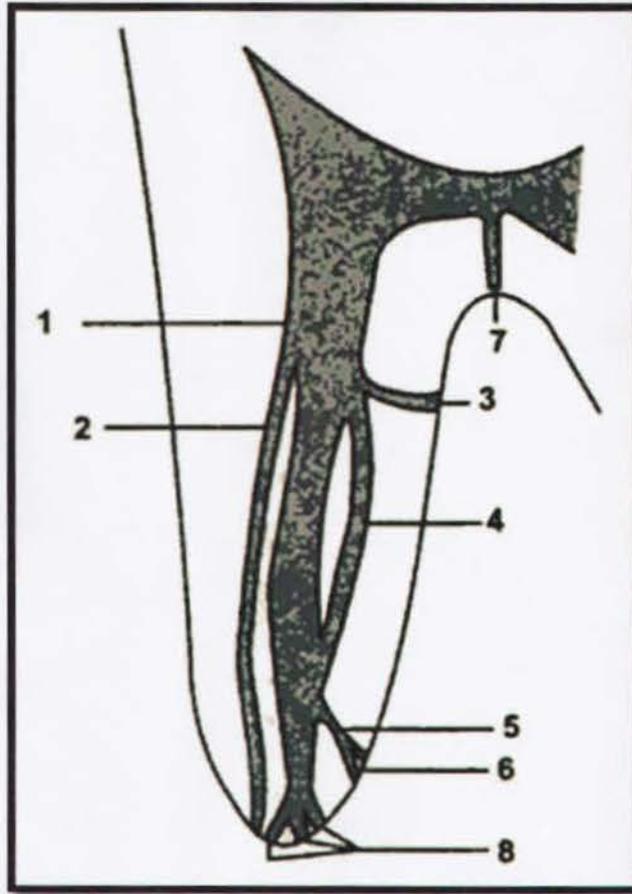


Fig. No. 11: Conducto radicular y sus ramificaciones. (1) conducto principal, (2) conducto colateral, (3) conducto lateral, (4) conducto recurrente, (5) conducto secundario, (6) conducto accesorio, (7) conducto interradicular y (8) delta apical.

Fuente: Tobón D. **MANUAL BÁSICO DE ENDODONCIA.** Corporación para Investigaciones Biológicas. 2003; 8 (2): 115.

CAPITULO II: CONSIDERACIONES ANATÓMICAS DEL ÁPICE RADICULAR

2.1 ÁPICE RADICULAR

Para poder entender correctamente todo cuanto se refiere a longitud de trabajo, es imprescindible conocer detalladamente la anatomía apical y ciertos conceptos, puesto que ésta región es nuestro campo de acción. Se dice que el ápice radicular comprende los últimos 2-3 mm de la raíz de un diente. El Manual Básico de Endodoncia (2003) define al ápice radicular como “la porción distal o terminal de la raíz dentaria donde se encuentra la principal unión entre la pulpa y el periodonto...” Dependiendo del diente y de la raíz, los ápices radiculares presentan distintas formas, entre éstas tenemos que hay ápices rectos y ápices romos (1, 4).

Existen otros conceptos anatómicos que debemos manejar para tener éxito en nuestra práctica endodóntica:

2.1.1 ÁPICE ANATÓMICO

El ápice anatómico constituye la terminación de la raíz, determinada morfológicamente. Es importante reconocer el término vértice radicular ya que se refiere a la punta de la raíz, sin considerar la salida del conducto radicular^(3, 5, 11, 12).

2.1.2 ÁPICE RADIOGRÁFICO

El ápice radiográfico (**Figura No. 12**) está definido como la punta anatómica de la raíz, pero solo es vista radiográficamente^(3, 5, 12).



Fig. No. 12: Flecha negra señala en la pieza dentaria 11 el ápice radiográfico.

Fuente: Dr. Juan Sagardía Pradera.

<http://endodonticspain.blogspot.com/2008/11/ltimos-casos.html>

2.2 ESTRUCTURAS QUE COMPONEN EL ÁPICE RADICULAR

Para poder calcular correctamente el límite de nuestro trabajo endodóntico, es necesario conocer a fondo las estructuras que componen el ápice radicular. Seguidamente, describo cada una de ellas:

2.2.1 CONDUCTO DENTINARIO Y CEMENTARIO

Kuttler (1955) determinó que el conducto radicular está compuesto por una porción larga de dentina, llamada Conducto Dentinario, y en una porción corta de cemento en forma de túnel, llamado Conducto Cementario. (Figura No. 13) Estos dos conductos se unen en sus vértices, ya que ambos tienen forma de cono (13, 14, 15).

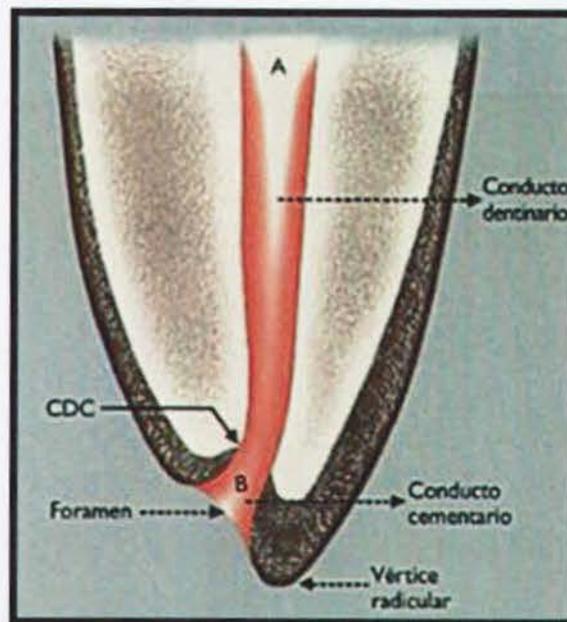


Fig. No. 13: Anatomía del ápice radicular.

Fuente: Soares I., Goldberg F. **ENDODONCIA: TÉCNICAS Y FUNDAMENTOS.**

Edit. Médica Panamericana. 2002; 24 (4): 326

El conducto cementario posee forma de reloj de arena, a manera de cono invertido, con su base dirigida hacia el ápice y su diámetro más estrecho dirigido hacia su unión con la dentina (13, 16).

2.2.2 UNIÓN CEMENTODENTINARIA

La Unión Cementodentinaria, conocida como Límite CDC, es el área donde el cemento y la dentina se encuentran, es decir, el punto de unión entre el conducto dentinario y el conducto cementario. **(Figura No. 14)** Se ha visto que la posición del límite CDC es variable. Puede estar ubicada entre 0,5 a 3mm corto del ápice anatómico. Muchos autores recomiendan a la unión CDC como el punto ideal donde debería terminar la instrumentación y obturación del conducto radicular debido a que es la parte más estrecha del conducto. Sin embargo, las tres razones por las que no se debería considerar al límite CDC como punto ideal para la obturación radicular, son: Primero, es visto como un hallazgo histológico, es decir, que no puede ser ubicado ni clínicamente ni radiográficamente. Segundo, su ubicación es muy variable. Tercero, Ponce y Fernández (2003) encontraron que la unión CDC puede estar 3mm más arriba en un lado del canal que en otra área (1, 3, 5, 13, 15, 17, 18, 19).

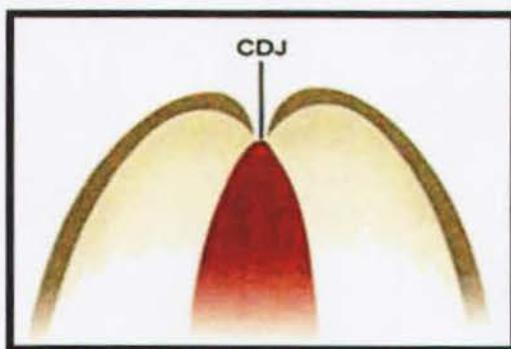


Fig. No. 14: Unión Cementodentinaria.

Fuente: Garg N., Garg A. **TEXTBOOK OF ENDODONTICS.** JP Medical Ltd. Publisher. 2^o Edition. 2010; 168 (13): 566.

2.2.3 CONSTRICCIÓN APICAL

La constricción apical, también conocida como diámetro menor (**Figura No. 15**), está definida por Kuttler (1955) como “la porción más estrecha del conducto radicular, que suele localizarse en la dentina, justo antes de las primeras capas del cemento dentario”. Ricucci y Langeland (1998) aconsejan que la instrumentación y obturación sea a nivel de ésta porque constituye el área del canal radicular que ofrece las mejores condiciones de reparación debido a que existe el menor diámetro de riego sanguíneo, dando un mejor pronóstico para el diente tratado (13, 19, 20).

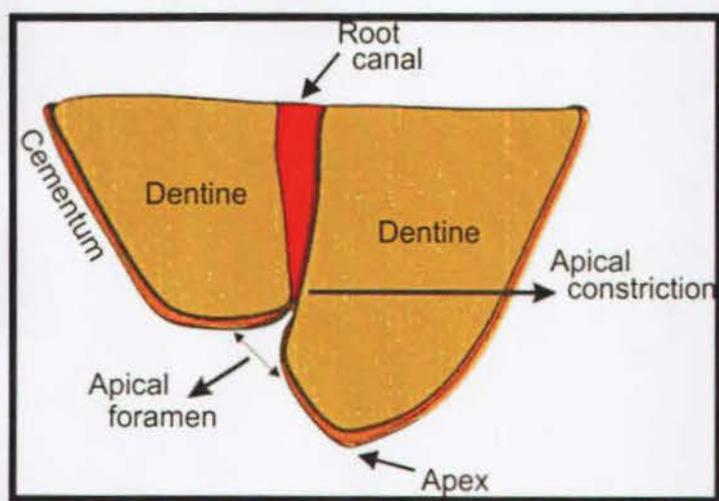


Figura No. 15: Constricción Apical

Fuente: Rambo et al. **BIOMEDICAL ENGINEERING ONLINE** 2010 9:46

<http://www.biomedical-engineering-online.com/content/9/1/46/figure/F1>

A pesar de que muchos autores han considerado que la constricción apical y el límite CDC son una misma estructura, esto es visto como algo erróneo ya que estas dos estructuras no siempre coinciden. Por ejemplo, en dientes de personas con edad avanzada, la posición de la constricción apical puede estar alterada por la aposición de cemento; y la unión CDC es tan irregular que en una pared del canal radicular puede estar a una altura diferente que a la opuesta. Adicionalmente, la constricción apical

muchas veces no está presente o no se puede identificar fácilmente. En cuanto a su posición, esta es variable. Puede estar de 0,5 a 1mm del diámetro mayor del diente^(13, 21). La literatura endodóntica menciona que existen diversos tipos de constricción apical. En 1984, Dummer et al. destacaron 4 clases de constricción apical. (**Figura No. 16**) Ellos aconsejan que en el caso B se haga una preparación corta, mientras que en el caso D que se haga una sobrepreparación⁽²²⁾.

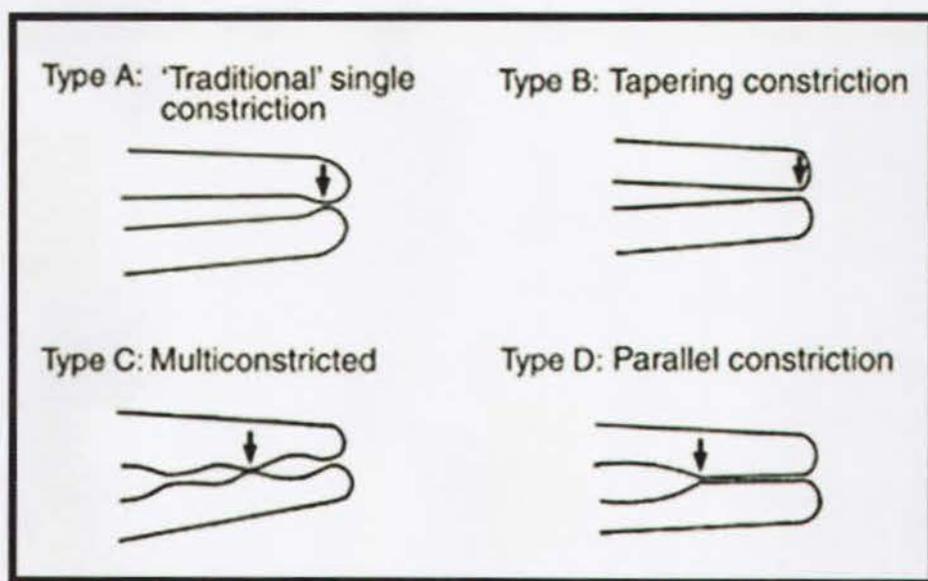


Figura No. 16: Topografía de la constricción apical

Fuente: Dummer PM, McGinn JH, Rees DG. **THE POSITION AND TOPOGRAPHY OF THE APICAL CANAL CONSTRICTION AND APICAL FORAMEN.** International Endodontic Journal. 1984; 17: 192-8

2.2.4 FORAMEN APICAL

El foramen apical es la región donde termina la pulpa radicular y comienza el ligamento periodontal, es decir, es la terminación o salida del conducto radicular principal. Se lo conoce también como diámetro mayor o foramen mayor ya que constituye la base del

conducto cementario. **(Figura No. 17)** El foramen apical constituye el agujero por donde entran y salen los vasos y nervios pulpaes (11, 12, 13, 23).

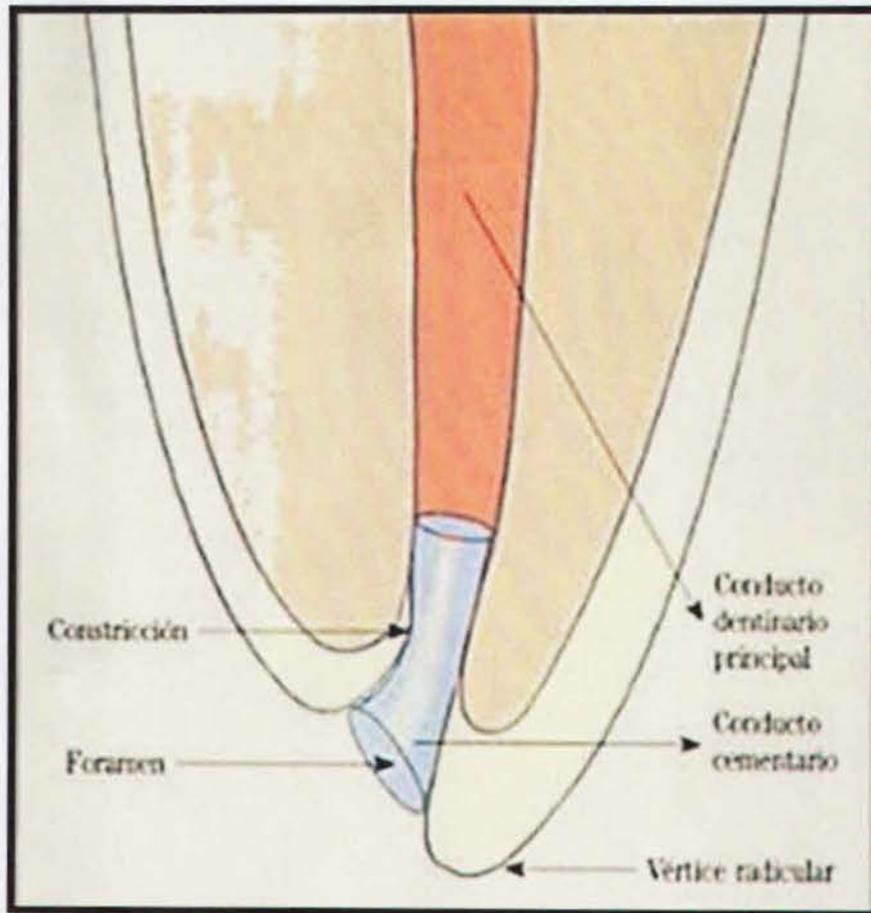


Figura No. 17: Foramen Apical

Fuente: Ferraris M., Campos A. **HISTOLOGÍA, EMBRIOLOGÍA E INGENIERÍA TISULAR BUCODENTAL.** Editorial Médica Panamericana.
3° Edición. 2009; 358 (14):468.

2.2.4.1 POSICIÓN DEL FORAMEN APICAL

Respecto a su posición, son muy pocas las veces en que la terminación del conducto radicular se da en el extremo de la raíz o vértice apical. Esto se debe al continuo depósito de cemento por los cambios de la edad. De acuerdo a Stein y Corcoran, en su estudio realizado en 1990, encontraron que a medida que el paciente aumenta de edad, incrementa la desviación del foramen apical. Es así que la mayoría de las veces la salida del conducto se dirige hacia la parte lateral de las paredes del vértice radicular. Kuttler (1955) menciona en su estudio que en el 68% de los casos de los dientes de pacientes jóvenes (18 a 25 años), el foramen se situaba al centro del vértice apical; en tanto que en pacientes mayores (a partir de los 55 años), **(Figura No. 18)** el foramen estaba situado en un 80% lateralmente^(12, 24, 25).

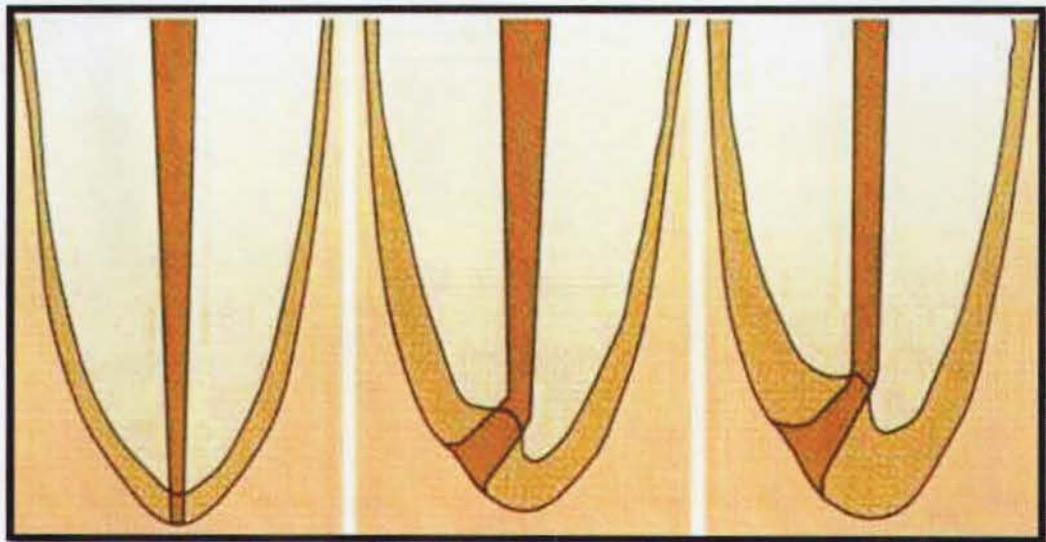


Figura No. 18: Topografía del foramen apical.

Fuente: Kuttler Y. **MICROSCOPIC INVESTIGATION OF ROOT APEXES.** Journal of American Dental Association. 1955; 50: 544.

Igualmente, se ha encontrado que la desviación del foramen mayor puede ser provocada por cambios patológicos, como la reabsorción externa de la raíz. Varios estudios (Kuttler 1955; Green 1956; Pineda & Kuttler 1972) han encontrado que el foramen apical puede estar situado lateralmente hasta 3mm de ápice anatómico, en el 50-98% de los casos. **(Figura No. 19)** Asimismo, se sabe que la forma del foramen apical puede ser asimétrica (Blaskovic et al. 1992) (4, 13, 26, 27).



Fig. No. 19: Anatomía del foramen apical. Flecha blanca muestra que el foramen mayor no está siempre localizado en el ápice anatómico del diente.

Fuente: Hoer D., Attin T. **THE ACCURACY OF ELECTRONIC WORKING LENGTH DETERMINATION.** International Endodontic Journal. 2004; 37: 125-131.

En cuanto a la distancia que hay entre el ápice anatómico y el foramen apical, vemos que esta varía según la ubicación del diente y la edad del paciente. Green, en sus estudios realizados en los años 1956 y 1960, reportó que la distancia entre el ápice anatómico y el foramen era de 0.3mm en dientes anteriores, y de 0.43mm en dientes posteriores. Kuttler, por otro lado encontró que esta distancia era de 0.48mm en dientes jóvenes y de 0.6mm en dientes seniles. Por último, en numerosos estudios (Kuttler 1955; Dummer et

al. 1984; Stein & Corcoran 1990) se ha visto que la distancia entre el foramen mayor y la constricción apical (diámetro menor) (**Figura No. 20**) es de 0.5mm en pacientes jóvenes, y de 0.8mm en pacientes de edad avanzada^(12, 13, 22, 25).

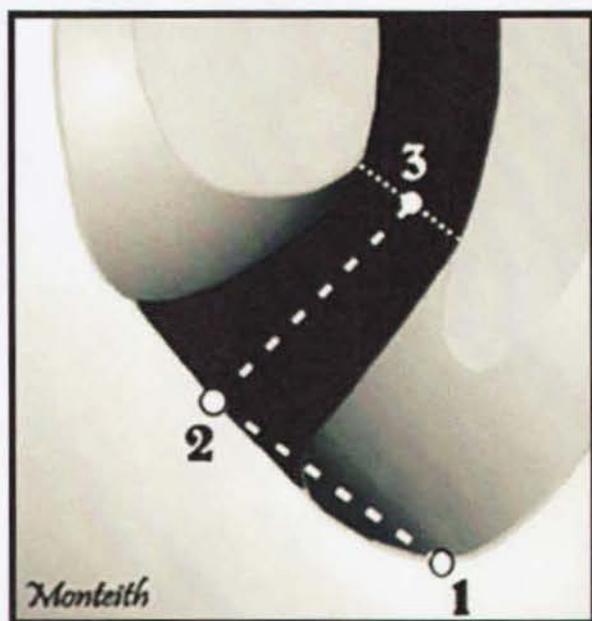


Figura No. 20: Anatomía del ápice radicular

Fuente: Gordon M., Chandler N. **ELECTRONIC APEX LOCATORS.**

International Endodontic Journal 2004; 37: 425-37.

CAPITULO III: DESCRIPCIÓN DE LA LONGITUD DE TRABAJO

3.1 DEFINICIÓN DE LA LONGITUD DE TRABAJO

De acuerdo al Glosario Contemporáneo de Terminología de Endodoncia de la Asociación Americana de Endodoncistas (1998), la longitud de trabajo está definida como “la distancia desde un punto de referencia coronario hasta el punto en que la preparación y obturación del conducto deberían terminar”. **(Figura No. 21)** Esta longitud es expresada en milímetros y es transferida a una lima endodóntica usando un tope de goma. Este proceso de determinación de la longitud de trabajo es conocido también como conductometría, odontometría o cavometría. A su vez, es importante destacar que la longitud de trabajo no debe ser confundida con la longitud real de la pieza dentaria, puesto que ésta se refiere a la distancia que va desde el borde oclusal/incisal hasta el ápice radicular anatómico. **(Figura No. 22)** Adicionalmente, la

longitud real de una pieza dentaria es únicamente determinada al realizar la extracción de la misma (17, 28, 29, 30, 31).

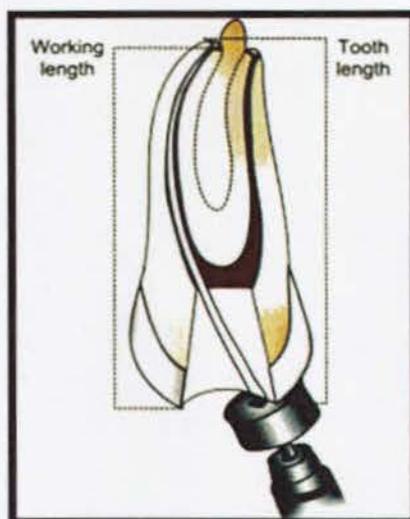


Fig. No. 21: Longitud de Trabajo

Fuente: Garg Nisha, Garg Amit. **TEXTBOOK OF ENDODONTICS.**
JP Medical Ltd. Publisher. 2º Edition 2010; 200 (15): 566.

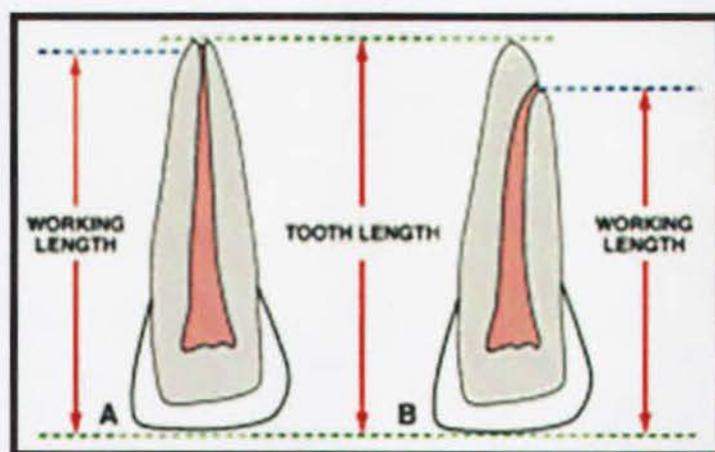


Fig. No. 22: Longitud de Trabajo (A) y Longitud Real dentaria (B).

Fuente: Ingle J., Bakland L., Baumgartner J. **INGLE'S ENDODONTICS 6.**
PMPH-USA Publisher. 6º Edition. 2008; 25 (1): 1555.

En la actualidad existen medidas aproximadas (**Tabla No. 1**), dadas por diferentes autores (Ash, Woefel, Diamond, Esponda, etc.), de la longitud promedio de cada diente, para darnos una especie de guía en la determinación de la longitud de trabajo (1, 32).

DIENTES SUPERIORES	LONGITUD PROMEDIO	DIENTES INFERIORES	LONGITUD PROMEDIO
11-21	23.5	31-41	21.5
12-22	22	32-42	23.5
13-23	27	33-43	27
14-24	22.5	34-44	22.5
15-25	22.5	35-45	22.5
16-26	20	36-46	21.5
17-27	18.5	37-47	20
18-28	17.5	38-48	18

Tabla No. 1: Medidas promedios de los dientes según Ash, expresada en mm.

Fuente: Ash, Major M. ANATOMÍA DENTAL, FISIOLÓGÍA Y OCLUSIÓN DE WHEELER. 6ª Edición. Nueva Editorial Interamericana. México. 1986.

3.2 PUNTOS DE REFERENCIA PARA EL CÁLCULO DE LA LONGITUD DE TRABAJO

Uno de los aspectos importantes que debemos tomar en cuenta al momento de querer determinar la longitud de trabajo de un conducto radicular son los Puntos de Referencia. Tenemos dos tipos (17, 33):

- ❖ Puntos de Referencia Coronal
- ❖ Punto de Referencia Apical

Los Puntos de Referencia Coronal son aquellos que están ubicados en la superficie incisal u oclusal. **(Figura No. 23)** En los dientes anteriores es el punto más alto del borde incisal; y en los dientes posteriores son las puntas de las cúspides, preferible la cúspide mesiovestibular, y/o los ángulos cavo-oclusales. Los Puntos de Referencia Coronal deben ser estables, reproducibles y de fácil visualización durante el procedimiento endodóntico ^(17, 20, 33).

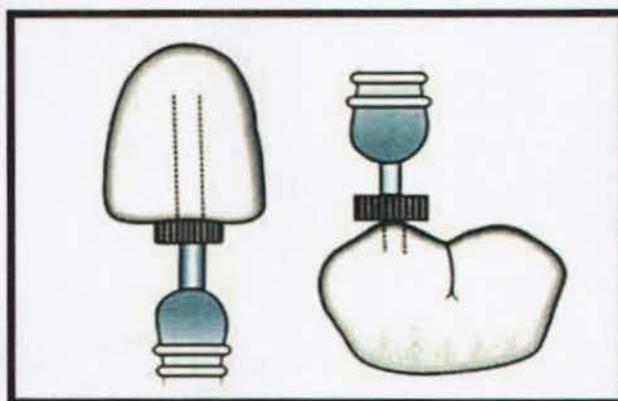


Fig. No. 23: Puntos de referencia.

En dientes anteriores (Borde incisal) y en dientes posteriores (Cúspide)

Fuente: Fuente: Garg N., Garg A. **TEXTBOOK OF ENDODONTICS.** JP Medical Ltd. Publisher. 2º Edition. 2010; 201 (15): 566.

En caso de dientes fracturados o con paredes de esmalte debilitadas, éstas deben ser reducidas hasta tener una superficie dentaria plana, **(Figura No. 24)** con buen soporte para que ésta pueda ser repetida entre cita y cita ^(17, 20, 33).

Como Punto de Referencia Apical **(Figura No. 25)** tenemos que es la zona más estrecha del conducto, donde la instrumentación y obturación deben terminar. Ésta zona es a nivel de la Constricción Apical, puesto que favorece la reparación de los tejidos periapicales y da el mejor pronóstico de tratamiento ^(17, 34).

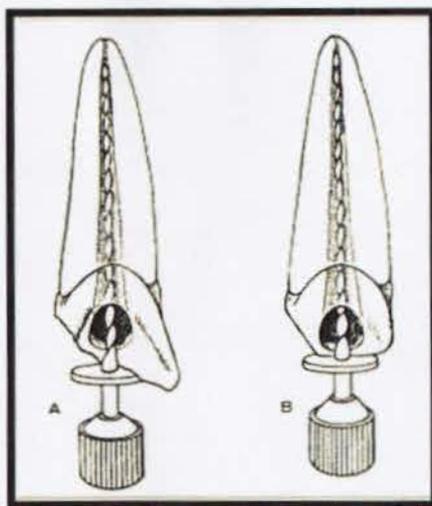


Fig. No. 24: (A) No deben usarse paredes de esmalte debilitadas o fracturadas como puntos de referencia para la medición de la longitud de trabajo. (B) Borde incisal debilitado reducido hasta encontrar estructura dentaria con buen soporte.

Fuente: Ingle J., Bakland L. **ENDODONTICS. VOLUME 1.** PMPH-USA Publisher.
5^o Edition 2002; 514 (10): 974.

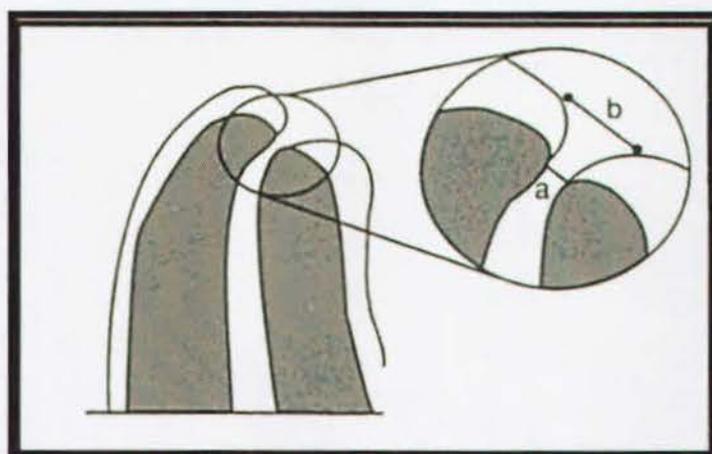


Fig. No. 25: (a) Constricción Apical-Punto de Referencia, (b) Foramen apical.

Fuente: Hegde J. **ENDODONTICS.** Elsevier India Publisher.

1^o Edition, 2008; 90 (7): 306.

3.2.1 ADITAMENTOS DE TOPE

Una vez que tenemos elegido un punto de referencia coronal, que sea visible y reproducible, debemos usar ciertos aditamentos que nos ayudarán a mantener nuestra longitud de trabajo durante la limpieza y conformación del canal radicular. Estos aditamentos, también llamados topes, vienen en distintas presentaciones y de diferentes materiales, como metal, silicona y plástico. **(Figura No. 26)** Es imprescindible que estos topes queden de manera perpendicular **(Figura No. 27 y Figura No. 28)** con respecto a la lima endodóntica ya que si quedan oblicuos, entonces la longitud de trabajo va a ser variable y no podrá mantenerse ^(17, 31, 33).

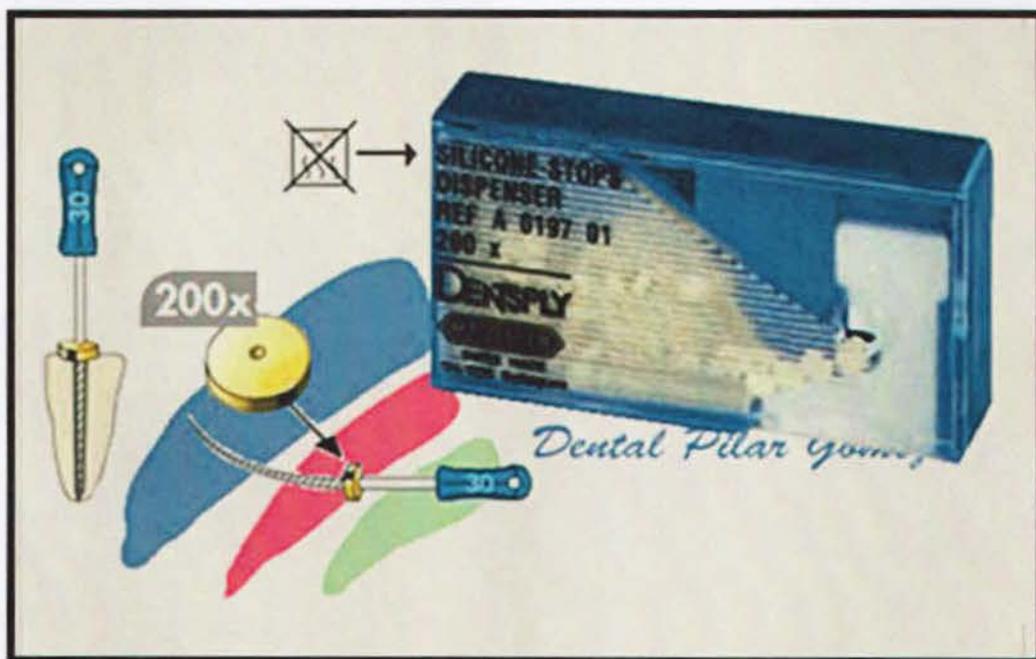


Fig. No. 26: Dispensador de topes de silicona.

Fuente: Dental Pilar Gómez

<http://www.dentalpilargomez.com/index.php/articulos/endodoncia/cajas-de-endodoncia-reglas-topes-esponjeros/topes-de-silicona.html>

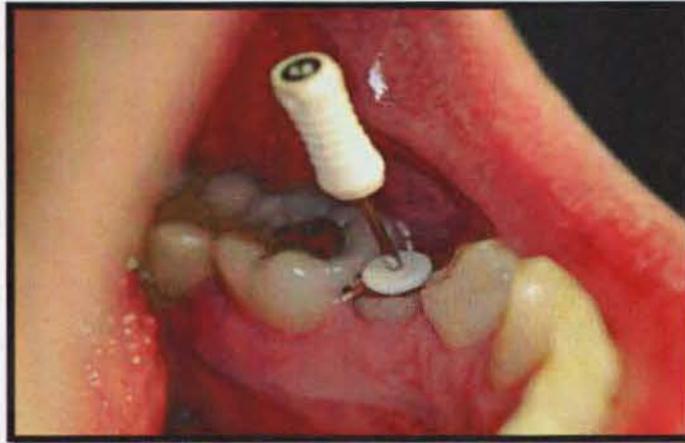


Fig. No. 27: Pieza número 35 con una lima endodóntica dentro del conducto.

Fuente: Dostálová T., Seydlová M. **DENTISTRY AND ORAL DISEASES.**

Grada Publishing, 1° Edition, 2010; 55 (8): 203.

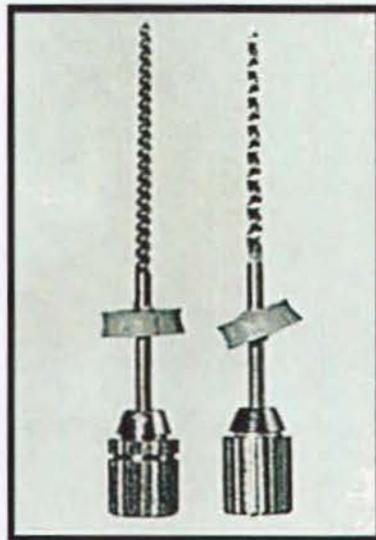


Fig. No. 28: (Izquierda) Tope de silicona colocado correctamente. (Derecha) Tope de silicona incorrecto ya que está oblicuo con respecto a la lima.

Fuente: Ingle J., Bakland L. **ENDODONTICS. VOLUME 1.** PMPH-USA Publisher.

5° Edition 2002; 513 (10): 974.

3.3 FACTORES QUE INCIDEN EN LA CORRECTA ESTIMACIÓN DE LA LONGITUD DE TRABAJO

Existen diversos factores que ejercen un papel importante en la correcta determinación de la longitud de trabajo. En primer lugar, destacamos el factor anatómico, ya que el sistema de conductos radiculares presenta una anatomía compleja y variable, la cual va desde la posición de la pieza dentaria en la arcada hasta la curvatura de los conductos radiculares (**Figura No.29**) y las posibles calcificaciones que puedan existir en los mismos. Si tenemos un conocimiento pobre de la anatomía del sistema de conductos y si no sabemos cómo realizar una exploración interna adecuada, esto nos llevará al fracaso endodóntico (35, 36, 37).

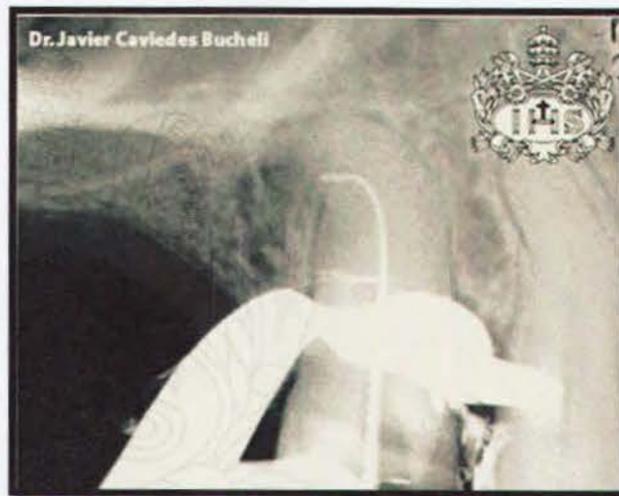


Fig. No. 29: Curva apical.

Fuente: Dr. Javier Caviendes Bucheli. **ÁPICE RADICULAR.**

http://www.javeriana.edu.co/academiapendodoncia/art_revison/i_a_revison.html

En segundo lugar, está el factor operatorio, el cual incluye accidentes iatrogénicos causados por el clínico, tales como: perforaciones, transportaciones, pérdida de longitud de trabajo y escalones. A la larga, estos accidentes influenciarán negativamente en la reparación y en el pronóstico del tratamiento^(36, 38).

En tercer lugar, tenemos al factor radiográfico. Generalmente la obtención de la longitud de trabajo es basada en la observación de varias radiografías, desafortunadamente, la distancia entre la constricción apical y el ápice radiográfico es muy variable⁽³⁹⁾.

Por último, tenemos la ubicación de la constricción apical y del foramen apical. En 1992, se encontró en un estudio (Mizutani et al.) que el foramen apical coincide con el ápice radicular en solo un 16.7% en incisivos centrales. Adicionalmente, el foramen está ubicado, en un 50-80% de los casos, una distancia de más de 3mm de manera lateral al ápice anatómico. De la misma forma, la constricción apical puede estar ubicada (verticalmente) de 0.82 a 1.01mm en relación al vértice radicular y en muchas ocasiones no coincide con el límite CDC. Vemos pues que existen diversas distancias halladas histológicamente, las cuales si son seguidas de manera incorrecta, pueden llevarnos a sobreobturaciones o subobturaciones^(36, 40, 41).

3.4 MÉTODOS PARA DETERMINAR LA LONGITUD DE TRABAJO

Debido a que no podemos visualizar de manera directa la terminación de los canales radiculares, a través del tiempo, se han venido desarrollando y aplicando diferentes técnicas para la determinación de la longitud de trabajo. A continuación, hago una descripción de cada método.

3.4.1 SENSIBILIDAD PERIODONTAL

Este método está basado en la respuesta del paciente al dolor. Aquí, el endodoncista se guía con la respuesta de parpadeo de ojos del paciente ya que esto significa que el paciente ha detectado el momento en que el extremo de la lima ha entrado en contacto con los tejidos periapicales. Hace muchos años que no se aplica esta técnica debido a que ha llevado a muchos errores en la estimación de la longitud de trabajo. Por un lado puede que la lima se vaya más allá del ápice e invada el tejido periodontal en casos de dientes con ápice inmaduro o en dientes necróticos con patología periapical, debido a la falta o poca reacción por parte del paciente, dando como resultado una sobreestimación de la longitud de trabajo. Por otro lado, en casos de dientes con conductos muy estrechos, la longitud de trabajo puede quedar corta debido a que el instrumento puede percibir un aumento en la resistencia a medida que se acerca a los últimos 2-3mm apicales. Asimismo, en dientes con pulpa vital o inflamada, el paciente puede sentir dolor severo a moderado aún si la lima está lejos del periápice. Esto sucede por la presión hidrostática que se da en el interior del conducto, a medida que la lima avanza en la pulpa inflamada (3, 17, 20, 33).

3.4.2 SENSACIÓN TÁCTIL

Ésta técnica depende de la sensibilidad y experiencia del clínico. Consiste en que el clínico puede detectar, con la punta de los dedos, cuándo el extremo de la lima entra en contacto con la constricción apical por el aumento de la resistencia a medida que la lima se acerca a los últimos 2 a 3mm del ápice. Ésta técnica es muy útil cuando se ha ensanchado las porciones más coronales del conducto radicular, es decir, cuando se elimina las interferencias de dentina del tercio cervical ya que de esta forma la lima solo presiona el área apical. Stabholz et al. (1995) encontraron en un estudio que el ensanchamiento del canal incrementaba la destreza para localizar la constricción apical en un 75%. No obstante, en un estudio realizado por Shanmugaraj et al. (2007), se

encontró que la determinación de la longitud de trabajo por medio de la sensación táctil dio solo un 33.3% de exactitud. Asimismo, en casos en que el diente presenta ápice inmaduro, si tiene curvaturas excesivas, calcificaciones pulpares o si el canal tiene varias constricciones a lo largo de todo el conducto, ésta técnica no es efectiva^(12, 17, 20, 42, 43, 44). Dos consideraciones anatómicas han hecho que este método sea tomado en cuenta al momento de determinar la longitud de trabajo: Primero, cuando un conducto radicular no está reabsorbido, éste suele hacerse más constreñido antes de su salida de la raíz; y segundo, el conducto radicular normalmente cambia su recorrido en los últimos 2-3mm. Sin embargo, en un estudio realizado en 1975, por Seldberg et al., encontraron que solo el 60%, de un grupo de endodoncistas con experiencia, pudieron ubicar la constricción apical por este método^(12, 45).

3.4.3 USO DE PUNTAS DE PAPEL

La técnica de la punta de papel es un método complementario para determinar la longitud de trabajo de un canal radicular en la que se verifica, a través de una punta de papel absorbente (**Figura No. 30**), si hay humedad o sangrado apical. Este método se lo realiza justo antes de la obturación, una vez que se ha instrumentado y secado el conducto radicular. Por esta razón, la técnica de la punta de papel debe ser usada sólo para confirmar la longitud de trabajo final de un conducto. Aquí, se introduce la punta de papel absorbente en el interior de un conducto radicular ya seco, con la longitud de trabajo inicial menos 1mm. Luego, se evalúa el extremo de la punta de papel si está seca o húmeda. (**Figura No. 31**) Si está seca, se avanza en incrementos de 0.25mm de longitud, hasta encontrar cierta humedad en el extremo de la punta de papel. Se repite esta secuencia hasta encontrar la medida máxima en que la punta de papel puede mantenerse en el interior del conducto y permanecer seca. Ésta medida se registra como la longitud de trabajo final. En caso de que la punta de papel salga húmeda o sangrando, esto quiere decir que pudo haber un desgarramiento del foramen apical o una perforación del

ápice, llevándonos a una preparación sobreextendida del canal. Esta técnica es muy útil en dientes con ápice inmaduro. Rosenberg (2003) afirma que a más de confirmar la longitud de trabajo final del conducto, las puntas de papel también nos dan información tridimensional de la parte apical del conducto (17, 45, 46, 47).

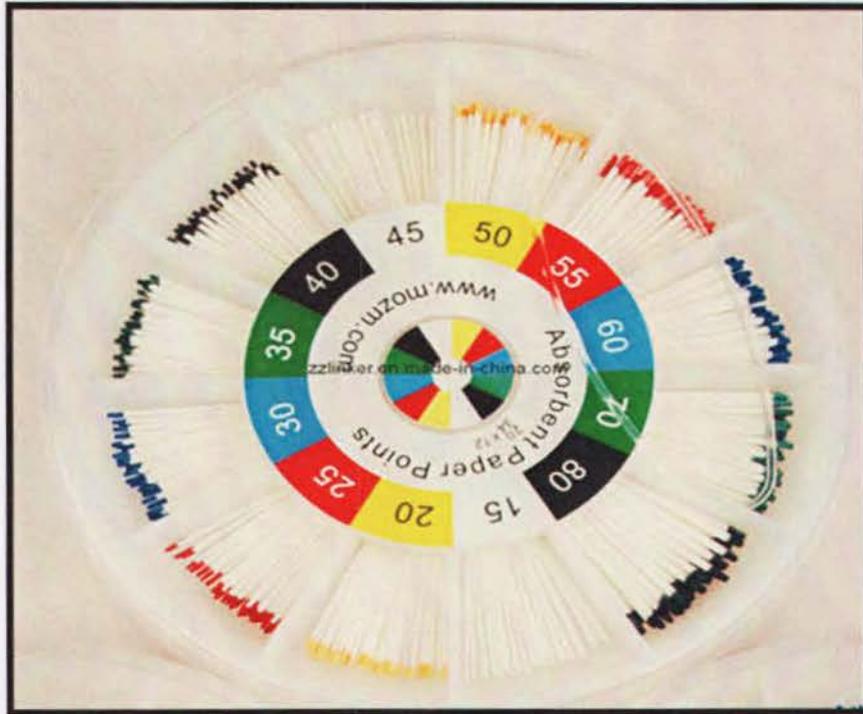


Fig. No. 30: Puntas de papel de primera y segunda serie.

Fuente: <http://zzlinker.en.made-in-china.com/product/HMhmCAvPnqWk/China-Absorbent-Paper-Points-Round-Box-CE-ISO-FDA.html>

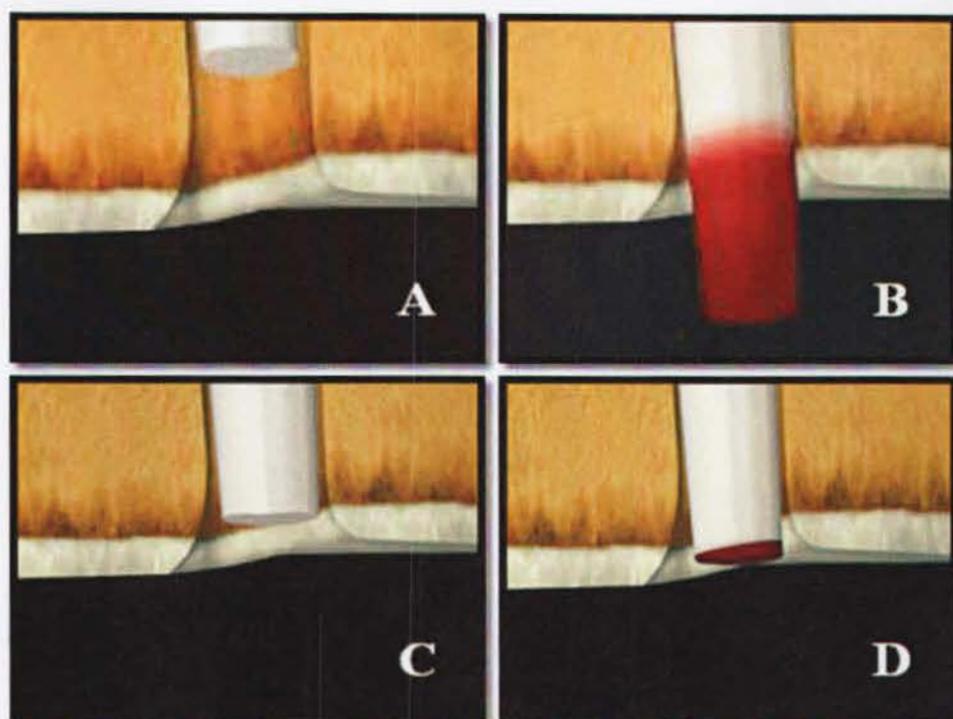


Fig. No. 31: Posición de la punta de papel con respecto al foramen apical. (A) Punta de papel muy lejos del foramen apical, por lo que permanece seca. (B) Punta de papel que ha perforado el foramen apical. (C) Punta de papel posicionada a nivel del foramen apical, confirmando la longitud de trabajo final del conducto. (D) Punta de papel que pasa apenas el foramen apical.

Fuente: Rosenberg D. **THE PAPER POINT TECHNIQUE, PART 1.**

Dent Today 2003; 22: 80-86.

3.4.4 RADIOGRAFÍA CONVENCIONAL

La radiografía convencional ha sido considerada por muchos años como el “estándar dorado” para realizar la conductometría debido a que es el método más usado en la práctica endodóntica por no sólo darnos información sobre la posición de la lima con respecto al ápice radiográfico, sino que también hace posible la visualización de los

conductos y sus respectivas curvaturas. No obstante, se encuentra sujeta a malinterpretaciones debido a la calidad de imagen que ofrece y a los posibles acortamientos o elongamientos de la misma durante la toma radiográfica. En este método, se toman radiografías periapicales del diente a tratar con una lima a una longitud provisoria, y con la ayuda de una regla milimétrica, **(Figura No. 32)** la longitud de trabajo correcta es calculada añadiendo o substrayendo la distancia entre la punta de la lima y la terminación apical ideal del conducto, de tal forma que la lima endodónica quede entre 0.5 a 1mm con respecto al ápice radiográfico **(Figura No. 33)**. Sin embargo, como la posición del foramen apical en la mayoría de los casos se desvía lateralmente del ápice anatómico, se acepta que la longitud de trabajo llegue a 2mm del ápice radiográfico (6, 24, 44).

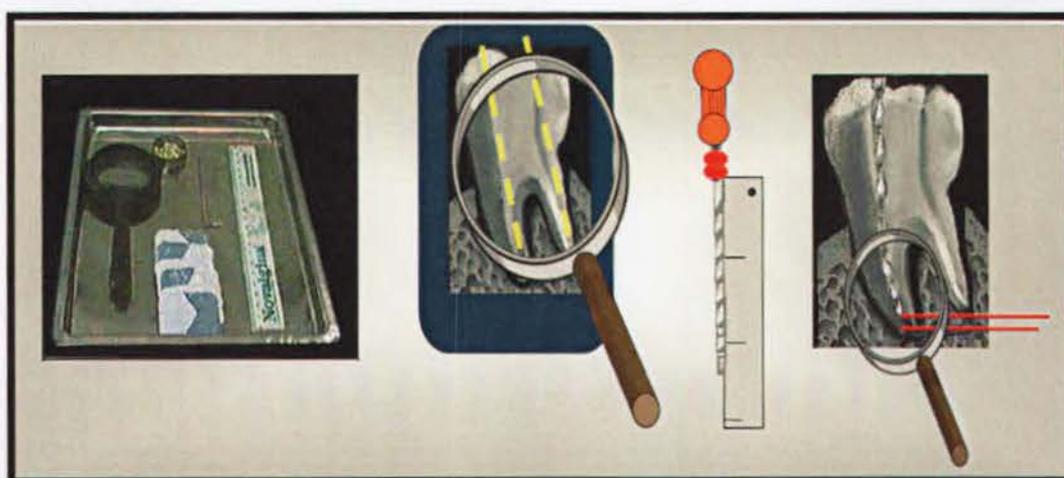


Figura No. 32: Odontometría convencional

Fuente: Machado B., Ricardo A., Machado M. **AVALIAÇÃO COMPARATIVA DA EFICIÊNCIA ODONTOMÉTRICA DA RADIOGRAFIA DIGITAL EM RELAÇÃO AO SISTEMA CONVENCIONAL.** 2002; 1-14.

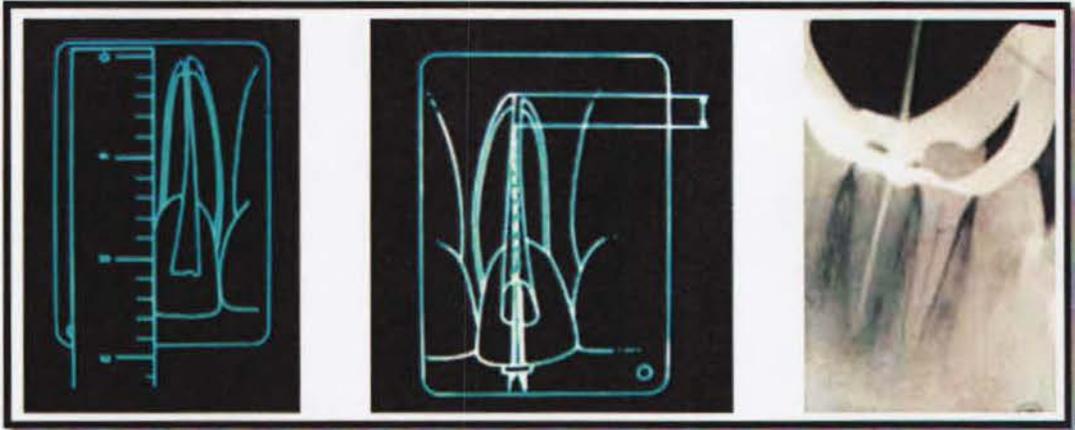


Figura No. 33: Método radiográfico

Fuente: Flores S. **MANUAL DE PRÁCTICAS ENDODONCIA CLÍNICA.**

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. 2004; 25 (5): 39.

Entre los inconvenientes de esta técnica, tenemos algunas: el riesgo de radiación para el paciente, no es posible localizar la constricción apical de manera radiográfica y existen posibilidades de distorsión de la imagen que pueden llevarnos a errores en la conductometría, debido a la técnica radiográfica aplicada^(3, 48).

3.4.5 RADIOVISIOGRAFÍA

Desde que Roentgen descubrió los Rayos X en 1895, se han venido desarrollando diversos avances. Trophy, introdujo en 1987, la radiología digital. Esta tecnología usa un chip, que se encuentra en el interior de un sensor intraoral, el cual produce una imagen digital inmediata en el monitor. Existen dos tipos de radiografía digital: la radiovisiografía y el sistema de radiografía digital basado en el almacenamiento de fósforo. La radiovisiografía (**Figura No. 34**) fue desarrollada por Mouyen; mientras que la radiografía digital basada en el almacenamiento de fósforo fue presentada por Fuji. Para obtener imágenes radiovisiográficas, se coloca un sensor intraoral de manera similar a la que manejamos una radiografía convencional, luego se orienta el cono del aparato generador de rayos X de la misma forma, y luego de la emisión de radiación, la

imagen aparecerá en el monitor del radiovisiógrafo. Estudios han mostrado que no hay diferencias estadísticamente significativas entre la radiovisiografía y la radiografía convencional. Sin embargo, se prefiere a la radiovisiografía por reducir en un 50% la dosis de la irradiación, por la posibilidad de editar y archivar la imagen radiográfica, por la velocidad de adquisición de la imagen y por no necesitar el proceso de revelado químico (3, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55).

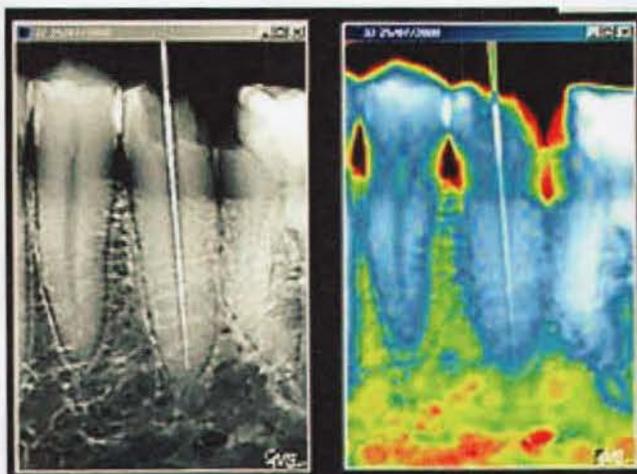


Fig. No. 34: Radiovisiógrafo SUNI

Fuente: <http://odontologia-py.blogspot.com/2009/03/radiovisiografo-suni.html>

En cuanto al sistema de radiografía digital basada en el almacenamiento de fósforo, este usa un sensor que trabaja con una placa de imagen plana que contiene gránulos de fosforo que fluorescen cuando son expuestos a la radiación. Esta placa luego de ser desinfectada, se coloca en un láser, que produce la imagen digital en 30 segundos (55).

3.4.6 XERORRADIOGRAFÍA

La xerorradiografía es una de las técnicas, que aunque no se aplica mucho por su desconocimiento, da imágenes nítidas, en las que se realzan los bordes. Se basa en la utilización de una placa fotorreceptora rígida de aluminio en lugar de la película

radiográfica, la cual posee carga eléctrica y va en el interior de un cartucho estanco de plástico, que introducimos en la boca del paciente y se expone a los rayos X. Esta luego se revela en solo 25 segundos y queda como resultado una imagen seca permanente. Cabe recalcar que estas placas son reutilizables⁽⁵³⁾.

3.4.7 LOCALIZACIÓN ELECTRÓNICA

Gracias a los avances de la ciencia, podemos contar con nuevas alternativas para realizar la determinación de la longitud de trabajo. Los localizadores apicales electrónicos son dispositivos que han ganado popularidad debido a que supera muchos de los problemas que se pueden dar en el método radiográfico. Muchos estudios han demostrado que estos dispositivos electrónicos ofrecen altos porcentajes de precisión en sus lecturas (Fouad et al. 1990; Shabahang et al. 1996; Ebrahim et al. 2006; Shanmugaraj ET AL. 2007; Vatkar et al. 2008; Shahi et al. 2011). Uno de los localizadores apicales más confiables es el Root ZX (**Figura No. 35**). El método electrónico fue introducido por Custer en 1918. Los localizadores apicales electrónicos pueden detectar cuándo la punta de la lima alcanza el foramen apical, basados en principios eléctricos^(33, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62).

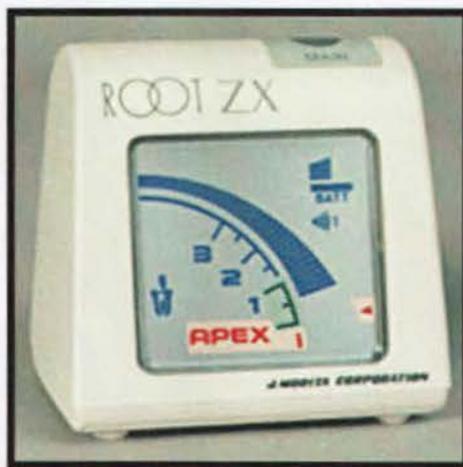


Figura No. 35: Root ZX

Fuente: <http://www.advanced-endodontics.com/doctors.html>

3.5 IMPORTANCIA DE LA LONGITUD DE TRABAJO EN ENDODONCIA

Como ya se mencionó anteriormente, la determinación de la longitud de trabajo es uno de los pasos cruciales para alcanzar el éxito en la terapia endodóntica. Gordon (2004), en su artículo llamado “Electronic Apex Locator” establece que la conductometría constituye un paso esencial en el tratamiento de conductos de una pieza dentaria debido a que si se realiza un cálculo erróneo de ésta medida, tendríamos resultados y consecuencias desfavorables, tales como: perforaciones apicales, sobreobturaciones, subobturaciones e incluso instrumentaciones ineficientes las cuales llevarían a un cuadro de dolor postoperatorio aumentado, el cual a la larga, contribuiría en el fracaso endodóntico (12, 63)

A continuación, enumero las razones por las cuales es importante obtener una longitud de trabajo lo más acertada posible (3, 5, 17, 44):

- La longitud de trabajo establece hasta qué nivel (profundidad) debemos introducir los instrumentos en el interior del conducto y hasta dónde llegarán a actuar tanto la sustancia irrigadora como el quelante.
- Si la longitud de trabajo no es calculada correctamente, esto impedirá la completa remoción de tejido pulpar, microorganismos y tejido necrótico (si lo hubiere) dentro del conducto.
- Una longitud de trabajo correcta determinará la extensión de la preparación biomecánica y limitará el proceso de obturación del conducto.
- Es uno de los factores cruciales en el éxito del tratamiento.

- Determina el grado de dolor y de molestias postoperatorias que el paciente sentirá.

3.6 CONSECUENCIAS DE UNA LONGITUD DE TRABAJO INCORRECTA

Si la longitud de trabajo no ha sido calculada correctamente o si no ha sido mantenida a lo largo del procedimiento endodóntico, esto puede llevar a varios escenarios, que influenciarán en el fracaso del tratamiento. Así pues, el fracaso en la determinación de la longitud de trabajo nos lleva a cualquiera de las siguientes situaciones:

3.6.1 LONGITUD DE TRABAJO CORTA

Cuando nos quedamos cortos, al momento de determinar la longitud a la cual trabajaremos con nuestros instrumentos endodónticos, tendremos las siguientes consecuencias (3, 6, 32):

- Limpieza incompleta e instrumentación pobre del conducto radicular
- Obturación corta y parcial del canal radicular (**Figura No. 36**)
- Formación de un escalón (**Figura No. 37**) puesto que si se instrumenta a una longitud de trabajo corta, esto no dejará que la lima pase adecuadamente a través del conducto.
- Sellado apical incompleto
- Fuga o percolación en el sector apical hacia el “espacio muerto”, es decir; el espacio que no fue obturado, lo cual favorece al crecimiento bacteriano. Como

resultado, esto conlleva a una reparación pobre y a la formación de una lesión periapical.

- El paciente refiere una molestia persistente debido a la presencia de remanentes pulpares.



Fig. No. 36: Obturación corta

Fuente: C.D Fidel Saldaña

<http://www.cosmetologiadental.com/esp/idt/9/casos-clinicos--endodoncia/3-2/>

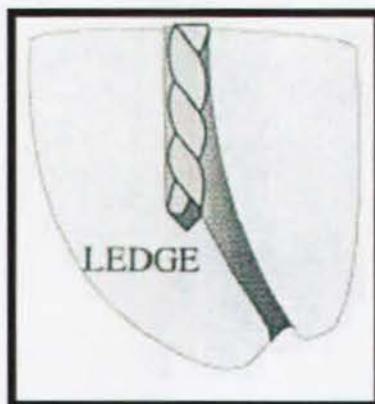


Fig. No. 37: Formación de un escalón

Fuente: Dr. Crumpton. **PREPARATION OF THE ROOT CANAL SYSTEM.**

<http://www.tupeloendo.com/pdfs/Selected-Literature/Instrumentation.pdf>

3.6.2 LONGITUD DE TRABAJO SOBREEXTENDIDA

Cuando nos hemos sobrepasado en nuestra longitud de trabajo, sucederá lo siguiente^(3, 6, 17, 32):

- Una sobreinstrumentación, la cual provoca perforación a través de la constricción apical (**Figura No. 38**).
- Formación de un zip apical debido a la sobreinstrumentación del foramen apical.
- Transportación de bacterias desde el interior del conducto hacia los tejidos periapicales.
- Aumento en la incidencia de dolor postoperatorio, referido por el paciente.
- Sobreobturación del conducto radicular (**Figura No. 39**).
- El período de reparación se hace más prolongado.
- Mayor índice de fracaso de la terapia endodóntica debido a la regeneración incompleta de cemento, ligamento periodontal y de hueso alveolar.

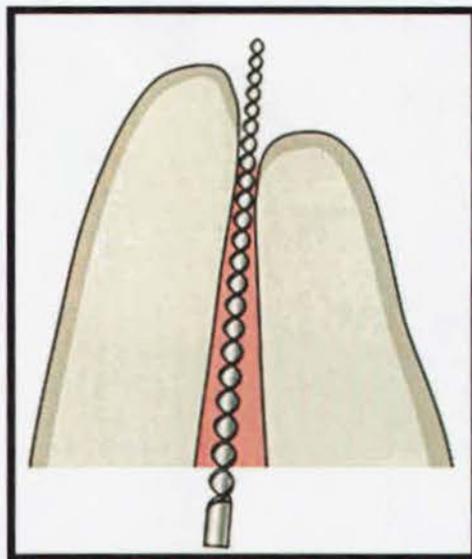


Fig. No. 38: Perforación apical

Fuente: Ingle J., Bakland L., Baumgartner J. **INGLE'S ENDODONTICS 6**, PMPH-USA

Publisher. 6° Edition. 2008; Chapter 1: 23-29: 1555.



Fig. No. 39: Sobreobtención

Fuente: <http://www.sanlorfs.com/book/sobreobt01.htm>

3.6.3 PÉRDIDA DE LA LONGITUD DE TRABAJO

Cuando no podemos mantener la longitud de trabajo, esto hará que nuestro tratamiento de conductos sea ineficiente. A continuación, describo las causas que nos llevan a perder la longitud de trabajo (3, 6, 32):

- La acumulación de restos pulpaes y barrillo dentinario en los 2/3 apicales del canal radicular.
- Irrigación inadecuada
- Bloqueo del canal
- No secuencia de las limas en la instrumentación. Esto provoca la formación de un escalón.
- Fracaso en conservar la patenticidad apical.

3.7 LÍMITE APICAL PARA LA LONGITUD DE TRABAJO

Como se ha visto, la longitud de trabajo marca hasta dónde se debe extender la limpieza, conformación y obturación del o los conductos radiculares. Varios estudios (Groove 1928, Grove 1930, Kuttler 1955, Dummer et al. 1984, y Gordon 2004) han llegado a la conclusión de que la preparación biomecánica de un conducto debe llegar a nivel de la Constricción Apical o Foramen Menor (**Figura No. 40**). Este punto anatómico constituye la parte más estrecha del conducto radicular, con el menor diámetro de flujo sanguíneo. Pasando esta constricción apical, el canal radicular se hace más amplio y aumenta el riego sanguíneo. La existencia de este flujo sanguíneo interviene en el proceso de inflamación y reparación. Por lo tanto, la constricción apical constituye el límite ideal para el menor grado de injuria y que ofrece las mejores condiciones de reparación del tejido periapical (7, 19, 20, 44).

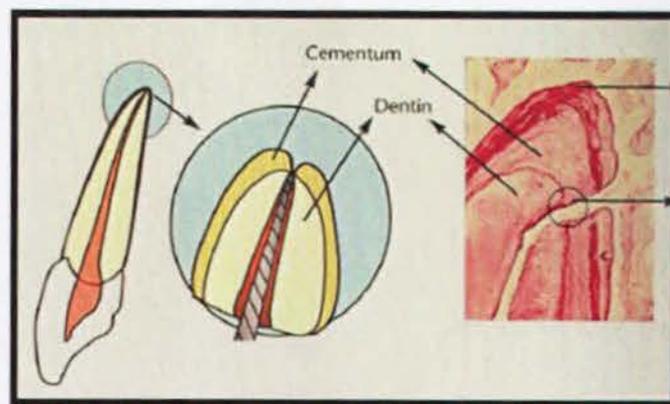


Figura No. 40: La constricción apical se encuentra aproximadamente a 0.5-1mm del ápice radiográfico.

Fuente: Ramos P. **MANUAL DE ENDODONCIA**. Capítulo 3. 2011; 43.

<http://es.scribd.com/doc/50594834/5/Paso-5-Preparacion-del-conducto-radicular>

Desafortunadamente, debido a la gran complejidad y variabilidad de la anatomía del tercio apical, el proceso de conductometría se vuelve un procedimiento desafiante. Si bien es cierto, aunque existen casos en los que podemos encontrar situaciones ideales en las que la constricción apical está bien definida; también podemos enfrentarnos con situaciones en las que el conducto radicular o no presenta constricción apical alguna, o la presenta pero es ligera (**Figura No. 41**). Asimismo, la literatura endodóntica menciona que no podemos ubicar la misma por el método radiográfico. Por tales razones, se recomienda que el límite para la obturación esté entre 0.5 a 2mm del ápice radiográfico ya que se vio en un estudio (Sjogren et al. 1990) que siguiendo esta recomendación, hubo un 94% de éxito en las terapias endodónticas realizadas (55, 65, 66).

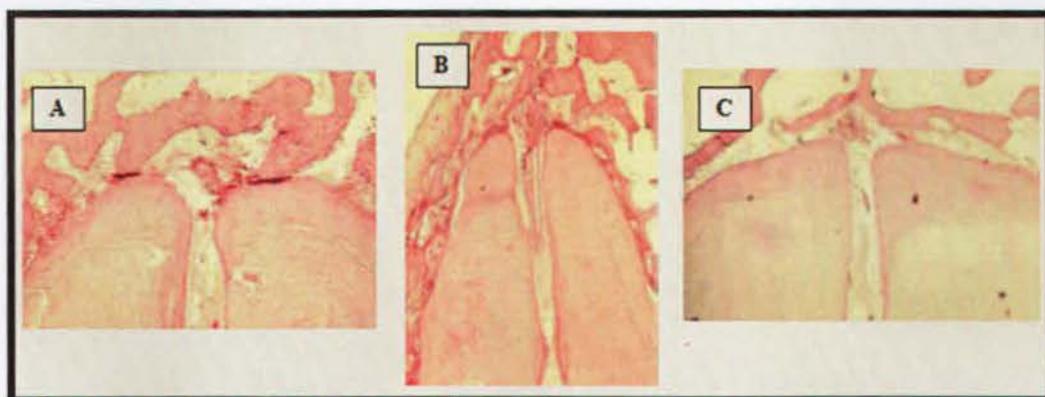


Figura No. 41: Situaciones que pueden presentarse con respecto a la constricción apical. (A) Constricción apical bien definida. (B) Ausencia de constricción apical. (C) Constricción apical ligera.

Fuente: Johnson W. **COLOR ATLAS OF ENDODONTICS**. W.B Saunders Company.Publisher. 2002; Chapter 3; 51-52.

CAPITULO IV: MÉTODO RADIOGRÁFICO

4.1 IMPORTANCIA DE LA RADIOGRAFÍA EN ENDODONCIA

A partir del descubrimiento de los Rayos X por Roentgen en 1895, las radiografías se han convertido en una herramienta indispensable para la Endodoncia por ayudar en el diagnóstico de alteraciones que puedan afectar a las piezas dentarias o a sus tejidos circundantes. Sin embargo, no se debe considerar únicamente a las radiografías para llegar a un diagnóstico. El uso de las radiografías durante un tratamiento de conductos nos permite tener una visualización de las estructuras del diente que estamos tratando y nos permite llevar un control postoperatorio del tratamiento. Entre las aplicaciones que tiene la radiología en la Endodoncia, tenemos^(7, 51):

1. Funciona como un método complementario para diagnosticar la presencia o ausencia de patologías de los tejidos duros del diente y de sus tejidos periapicales.

2. Nos da información acerca de la posición, tamaño, forma, calibre y dirección de las raíces y de sus conductos, así como también nos permite visualizar conductos accesorios.
3. Nos ayuda al momento de realizar la conductometría, para determinar a qué nivel se realizará la preparación biomecánica del conducto radicular y su posterior obturación.
4. Nos permite localizar la pulpa que se ha calcificado en el tercio coronal.
5. Nos ayuda a ubicar una raíz en cirugía radicular.
6. Nos facilita la visualización de cuerpos extraños metálicos en el interior del conducto.
7. Nos permite visualizar la eliminación de fragmentos de diente o de exceso de material de obturación antes de realizar las suturas en la cirugía periapical.
8. Nos permite establecer la posición de las estructuras en sentido vestibulolingual.
9. Nos ayuda a evaluar la posición y adaptación del cono maestro.
10. Nos permite valorar la calidad de la obturación final del canal radicular.
11. Nos permite tener un control del éxito o fracaso del tratamiento endodóntico.

4.2 LIMITACIONES DE LAS RADIOGRAFÍAS

A pesar de que el método radiográfico ha sido el más usado a través de los años, existen ciertas limitaciones que hacen que éste procedimiento no sea el más confiable para la determinación de la longitud de trabajo. Algunas de las desventajas del método radiográfico son (7, 51, 67, 68, 69, 70, 71):

- ❖ Nos da una imagen de sólo dos dimensiones, en sentido mesiodistal, acerca de un objeto tridimensional.

- ❖ La inclinación del diente puede afectar la calidad de la imagen radiográfica.
- ❖ La imagen radiográfica nos puede conducir a errores en la determinación de la longitud de trabajo. Un estudio realizado por Williams et al. en el 2006, encontró que cuando la lima se encontraba corta con respecto al ápice radiográfico, en realidad estaba más cerca del foramen apical que lo que aparecía radiográficamente (**Figura No. 42**), y cuando la lima estaba larga con respecto al ápice radiográfico, en realidad estaba aún más cerca al ápice de lo que se veía radiográficamente (**Figura No. 43**). Adicionalmente, ElAyouti et al. (2001) reportaron que el método radiográfico lleva a una sobreinstrumentación en premolares en un 51% y en molares en 22%.

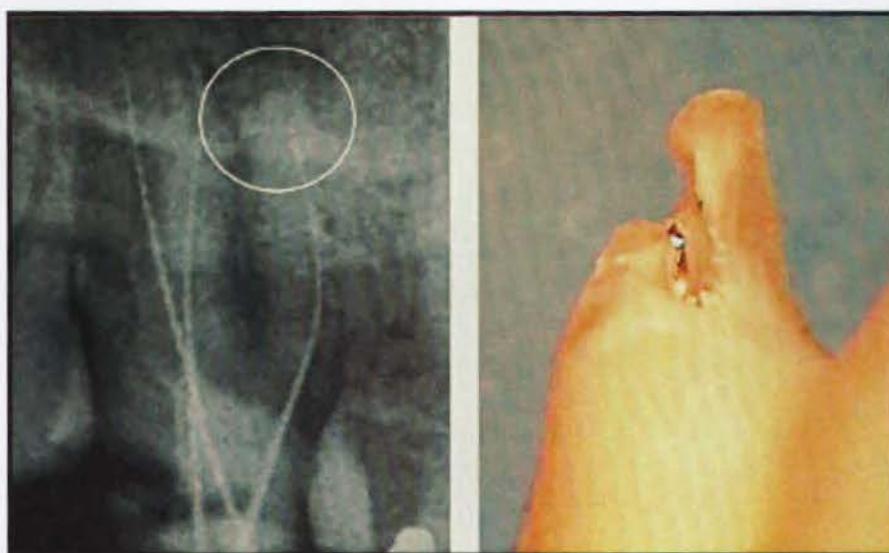


Figura No. 42: La fotografía del diente extraído demuestra que la lima estaba más cerca del ápice de lo que realmente mostraba la radiografía.

Fuente: Williams C., Joyce A., Roberts S. A COMPARISON BETWEEN IN VIVO RADIOGRAPHIC WORKING LENGTH DETERMINATION AND MEASUREMENT AFTER EXTRACTION. *Journal of Endodontics*. Volume 32, Number 7. 2006; 624-627.

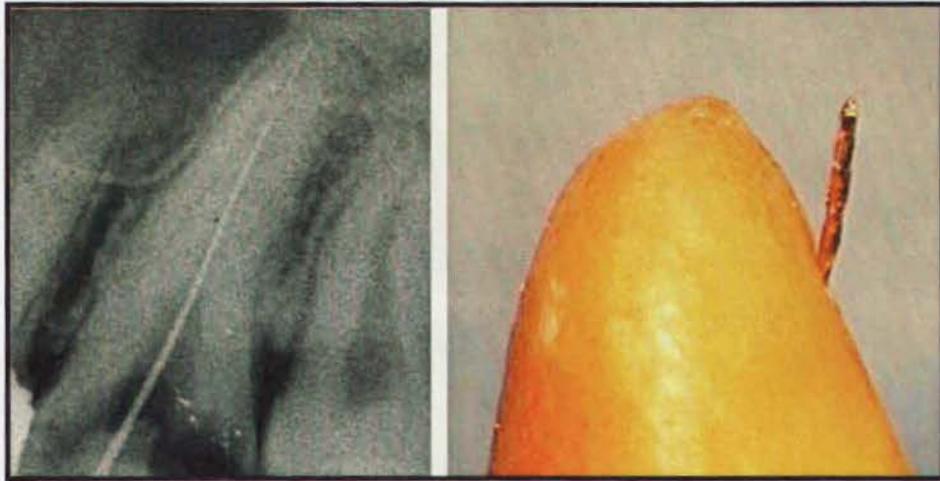


Figura No. 43: Fotografía del diente extraído muestra a la lima más allá del foramen apical a pesar de que la radiografía una longitud de trabajo “correcta”.

Fuente: Williams C., Joyce A., Roberts S. **A COMPARISON BETWEEN IN VIVO RADIOGRAPHIC WORKING LENGTH DETERMINATION AND MEASUREMENT AFTER EXTRACTION.** *Journal of Endodontics.* Volume 32, Number 7. 2006; 624-627.

- ❖ Se ha visto que no se puede identificar la constricción apical por medio del método radiográfico.
- ❖ La superposición de otras estructuras anatómicas, como el arco cigomático, el seno maxilar o las raíces de los dientes adyacentes, sobre el área apical del diente a tratar, hacen que la determinación de la longitud de trabajo sea difícil.
- ❖ Constituye un riesgo para el paciente y para el personal de trabajo debido a la radiación ionizante con la que trabaja.
- ❖ De acuerdo a la angulación que apliquemos sobre el tubo de rayos X, pueden haber distorsiones de la imagen, como: elongación y acortamiento. Estudios (Forsberg, 1987) han demostrado que al aplicar la técnica radiográfica de paralelismo, donde se posiciona la película radiográfica en sentido paralelo al eje longitudinal del diente, se minimizan las posibilidades de distorsión

geométrica de la imagen que se pueden encontrar en la técnica de bisectriz del ángulo.

4.3 PROTOCOLOS PARA LA MEDICIÓN RADIOGRÁFICA DE LA LONGITUD DE TRABAJO

Luego de efectuar un adecuado acceso al sistema de canales radiculares, es necesario que se haga la exploración de los mismos. Esto, nos dará información importante acerca de la anatomía interna del diente a tratar, como del número, calibre y dirección de los conductos radiculares, y del acceso al tercio apical. Antes de realizar la conductometría, la longitud total del conducto debe ser explorada con limas precurvadas, para que ésta avance a lo largo del canal radicular, siga las curvaturas y direcciones del mismo. En el caso de que el conducto radicular presente obstrucciones (**Figura No. 44**), se debe rotar la punta de la lima para que ésta pueda avanzar a lo largo del canal^(1, 72).

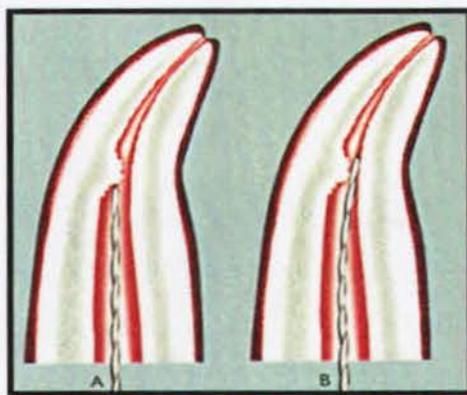


Figura No. 44: (A) Instrumento sin curvar. (B) Instrumento precurvado.

Fuente: Soares I., Goldberg F. **ENDODONCIA: TÉCNICAS Y FUNDAMENTOS.**

Edit. Médica Panamericana. 2002; 80 (7): 326

Es imprescindible también que la lima que escojamos sea de calibre compatible con el del canal radicular. En conductos amplios, se deberá usar limas de calibre #20. Esto, evitará que la lima se salga del conducto. Asimismo, se aconseja que la lima sea de sección triangular para que pueda avanzar mejor a través del conducto⁽¹⁾.

4.3.1 LONGITUD DE TRABAJO PARA LA EXPLORACIÓN

La longitud de trabajo para la exploración nos servirá como guía al momento de querer realizar la conductometría. Por medio de esta, examinamos nuestro campo de acción y nos sirve como pauta para determinar la longitud real del diente a tratar. Para poder calcularla, necesitamos dos datos⁽¹⁾:

- ✓ Longitud aparente del diente
- ✓ Longitud media del diente

4.3.2 LONGITUD APARENTE DEL DIENTE

También conocida como LAD (**Figura No. 45**), está definida como la longitud radiográfica del diente, medida desde su borde de referencia coronal hasta el vértice radiográfico^(1, 17).



Figura No. 45: (A) Longitud aparente del diente (LAD).

Fuente: Scheibel P, Micheletti K, Ramos A. **EXTERNAL APICAL ROOT RESORPTION AFTER SIX AND 12 MONTHS OF NON-EXTRACTION ORTHODONTIC TREATMENT.** Dentistry. 2011; 1: 102.

4.3.3 LONGITUD MEDIA DEL DIENTE

Consiste en una medida promedio del diente (LMD), que va desde el borde incisal o punta de la cúspide del diente hasta el ápice anatómico. Existen diferentes autores (Ash, Diamond, Esponda, Pucci, etc.) que han realizado estudios sobre la LMD y han elaborado tablas (**Tabla No. 2**), las cuales nos ayudan a tener una idea aproximada de la longitud del diente (1, 73).

Diente								
Arco	IC	IL	C	1° PM	2° PM	1° M	2° M	3° M
Superior	22	22	27	21	22	21	21	19
Inferior	21	22	25	21	21	21	21	19

En los molares superiores la raíz palatina tiene generalmente 1 a 2 mm más que la media presentada en el cuadro.

Tabla No. 2: Longitud media de cada diente.

Fuente: Soares I., Goldberg F. ENDODONCIA: TÉCNICAS Y FUNDAMENTOS.

Edit. Médica Panamericana. 2002; 80 (7): 326

4.3.4 CÁLCULO DE LA LONGITUD DE TRABAJO PARA LA EXPLORACIÓN

La longitud de trabajo para la exploración se calcula aplicando la siguiente fórmula(1):

$$LTEX = \frac{LAD + LMD}{2} - 3mm$$

También se puede aplicar la siguiente fórmula. Sin embargo, se aconseja utilizarla en caso de que el clínico tenga experiencia y la radiografía no tenga distorsiones(1).

$$LTEX = LAD - 3mm$$

Una vez que se ha calculado la longitud de trabajo para la exploración, traspasamos esa medida, con la ayuda de una regla milimetrada, a la lima (**Figura No. 46**) y la introducimos en el canal radicular (1).

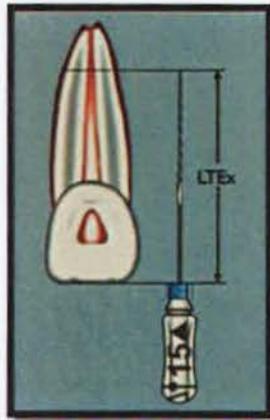


Figura No. 46: (A) Instrumento sin curvar. (B) Instrumento precurvado.

Fuente: Soares I., Goldberg F. **ENDODONCIA: TÉCNICAS Y FUNDAMENTOS.**

Edit. Médica Panamericana. 2002; 80 (7): 326

4.4 MÉTODOS RADIOGRÁFICOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA LONGITUD DE TRABAJO

En la actualidad existen diversos métodos radiográficos disponibles para la estimación de la conductometría. Aunque algunos de estos métodos estén en desuso, es conveniente que se haga explícito en qué consiste cada uno de ellos:

4.4.1 MÉTODO DE BEST

Fue creado en 1960 por Best. En este método, se fija a la superficie labial de la raíz dentaria, un perno de acero con una longitud de 10mm, por medio de cera. El perno debe quedar en sentido paralelo al eje longitudinal de la raíz. Después de posicionar el pin, se toma una radiografía (**Figura No. 47**), la cual es llevada a un medidor, llamado calibrador BW (**Figura No. 48**), que indicaría la longitud del diente. Cabe recalcar que

ésta técnica ha dado longitudes dentarias mayores a las reales, por lo que no ha tenido mucha acogida⁽¹⁷⁾.



Fig. No. 47: Método de Best.

Fuente: http://media.axon.es/pdf/81694_2.pdf

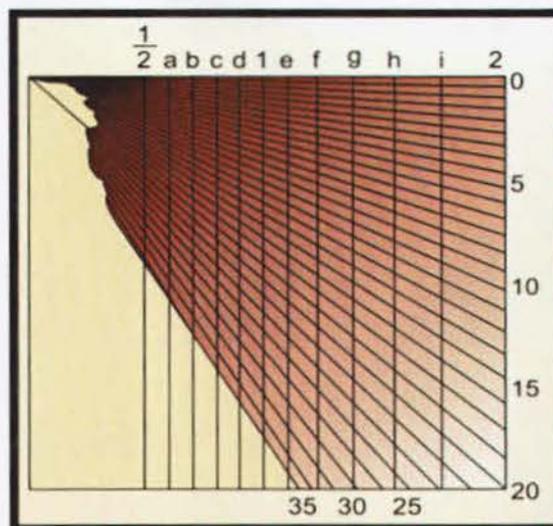


Fig. No. 48: Calibrador BW.

Fuente: Cortesía de Star Dental Manufacturing Co INC Philadelphia, 39, P4, EUA

4.4.2 MÉTODO DE KUTTLER

Kuttler estableció que la terminación de la preparación del conducto radicular debe ser a nivel del diámetro menor o constricción apical, siempre tomando en cuenta las siguientes medidas ⁽³⁾:

- La distancia promedio entre la constricción apical (diámetro menor) y el foramen apical (diámetro mayor) es de 0.524mm, en pacientes jóvenes.
- La distancia promedio entre la constricción apical y el foramen apical es de 0.66mm, en pacientes de edad avanzada.

Luego, se realizan los siguientes pasos:

- a. Se localiza tanto el diámetro mayor, como el diámetro menor en la radiografía preoperatoria.
- b. A partir de la radiografía preoperatoria, se estima la longitud de las raíces.
- c. Se hace una estimación del ancho del canal en la radiografía. Esto nos ayudará en la selección del grosor de la lima. Así pues, si el canal es estrecho, usamos la lima 10 o 15. Si el canal tiene un ancho promedio, usamos una lima de calibre 20 o 25. Por último, si el canal es amplio, usamos una lima de calibre 30 o 35.
- d. Luego, introducimos la lima que escogimos, en el interior del conducto con la longitud de trabajo estimada y tomamos una segunda radiografía.
- e. Si vemos que en la radiografía, la lima quedó muy corta o muy larga por más de 1mm a partir de la constricción apical, reajustamos la lima y tomamos otra radiografía.
- f. Si la lima se encuentra a nivel de la constricción apical, le restamos a la medida que tenemos unos 0.5mm en caso de que el paciente sea joven, o restamos 0.67mm en caso de que el paciente sea de edad avanzada.

Esta técnica no es muy usada debido a que es muy complicada. Asimismo, existen diversos científicos que afirman que es imposible ubicar la constricción apical por medio de una radiografía ⁽¹⁹⁾.

4.4.3 SISTEMA DE REJILLA PARA RAYOS X

En 1963, Everett y Fixott crearon este sistema. Aquí, una rejilla de alambre de cobre esmaltado, compuesta de líneas de 1mm separadas entre sí a manera de cuadrícula. Esta rejilla va marcada cada 5mm (**Figura No. 49**) con la finalidad de hacer más fácil el cálculo de la longitud de trabajo de los conductos; y va pegada con cinta a la radiografía, para así quedar posicionada entre el diente y la misma. De este modo, el patrón del sistema aparece en la película radiográfica. No obstante, este método no se recomienda porque si durante la exposición a la radiación, la radiografía se dobla, da resultados incorrectos. Otra desventaja de este sistema es que por tener metal, se superpone en estructuras anatómicas. Para resolver este problema, en el 2008, Krithika et al. diseñaron un sistema de rejillas no metálico que posee además flexibilidad^(3, 17, 32).

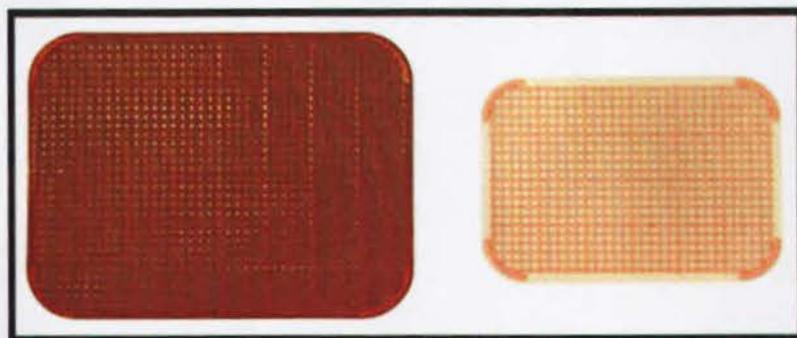


Fig. No. 49: Sistema de rejilla para rayos X

Fuente: http://medidenta.us/product_info.php?products_id=101

4.4.4 MÉTODO DE BRAMANTE

En 1974, Bramante, creó un método para realizar la odontometría, es decir, calcular la longitud del diente. Para esto, usaba sondas de acero inoxidable de diferentes longitudes y calibres. A estas sondas se les doblaba uno de los extremos, en ángulo recto. Luego, el doblez era insertado parcialmente en resina acrílica, de tal forma que su superficie interna estuviera al ras con la superficie de la resina, la cual a su vez, debe estar en

contacto con la superficie dentaria. Posteriormente, se introduce la sonda en el canal radicular de tal modo que la resina toque el borde incisal o punta cuspídea del diente, siempre cuidando que el segmento doblado de la sonda esté paralelo con respecto al diámetro mesio-distal de la corona dentaria, consecuentemente, haciendo posible la visualización de esto en una radiografía. **(Figura No. 50)** Entonces, se toma una radiografía del diente. Podemos calcular la longitud del diente de dos formas distintas ⁽¹⁷⁾:

- ❖ Midiendo la distancia radiográfica del segmento de sonda (A-B), midiendo la distancia radiográfica del diente del segmento (A-C), y luego midiendo la longitud real de la sonda. A continuación, nombro los puntos referenciales:
 - (A) Ángulo interno de intersección entre el borde incisal y el segmento radicular de la sonda.
 - (B) Extremo apical de la sonda.
 - (C) Ápice del diente.

Luego de tomar en cuenta estos datos, aplicamos la siguiente fórmula

$$CRD = \frac{CRS \times CAD}{CAS}$$

Longitud real del diente – CRD

Longitud real de la sonda – CRS

Longitud aparente del diente – CAD

Longitud radiográfica de la sonda – CAS

- ❖ Midiendo la distancia que hay entre los extremos apicales radiográficos del diente y de la sonda. Esta medida se disminuye o se aumenta para obtener la longitud correcta del diente ⁽¹⁷⁾.

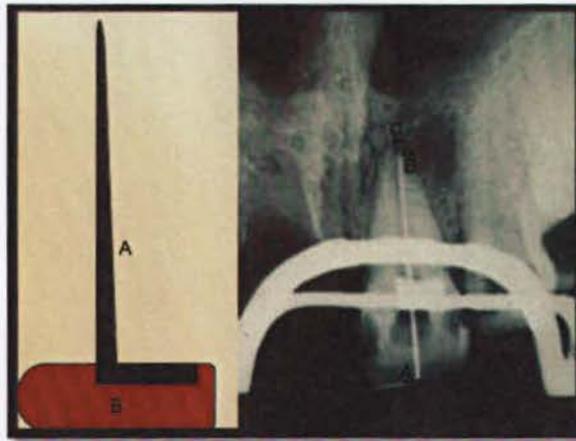


Figura No. 50: Método de Bramante

Fuente: http://media.axon.es/pdf/81694_2.pdf

4.4.5 MÉTODO DE GROSSMAN

El método de Grossman está basado en una fórmula matemática que ayuda a determinar la longitud real del diente. Aquí, por medio de varias radiografías, se estima la longitud de trabajo del diente. Se siguen los siguientes pasos^(3, 17, 32):

- 1) Se introduce en el interior del conducto radicular, una lima K (de calibre compatible con el del conducto), con una longitud de trabajo inicial.
- 2) A través de la toma de una radiografía, se compara el nivel en el que entró la lima con la posición de la lima en el interior del conducto radicular. La longitud de trabajo debe estar de 0.5 a 1mm de la longitud del canal radicular debido a que la longitud real del diente es 1.2mm menor de la longitud radiográfica del diente.
- 3) Si la lima K está más de 1mm corta o sobrepasada del ápice radiográfico, se deberá realizar los ajustes necesarios, sumando y restando, para obtener una longitud de trabajo aceptable.
- 4) Se toma una radiografía para verificar la longitud de trabajo.

5) Se aplica la siguiente fórmula para determinar la longitud real del diente:

$$\text{LRD} = \frac{\text{LRI} \times \text{LAD}}{\text{LAI}}$$

Este método no es muy usado debido a que presenta ciertos inconvenientes, tales como: variaciones en las angulaciones de las radiografías e inexactitud en el cálculo en el caso de raíces con curvaturas (3).

4.4.6 MÉTODO DE BREGMAN

Al igual que el método de Grossman, el método de Bregman está basado en la aplicación de una fórmula matemática para la determinación de la longitud de trabajo. Sin embargo, la literatura endodóntica menciona dos versiones de éste método. A continuación, explico cada versión (1, 17):

❖ Kohli (2009) describe que el método de Bregman radica en el uso de sondas planas de 25mm de longitud (**Figura No. 51**). Cada una de estas tiene una hoja de acero fijada con resina acrílica como tope, en las cuales se deja un extremo libre de 10mm para la colocación en el conducto radicular. Esta sonda es ubicada en el interior de la pieza dentaria hasta que el extremo metálico entre en contacto con el borde incisal o cúspide del diente. Luego de esto, se toma una radiografía. Posteriormente, en la imagen radiográfica, se mide (17):

- ✓ Longitud aparente del diente (L.A.D)
- ✓ Longitud real del instrumento (L.R.I)
- ✓ Longitud aparente del instrumento (L.A.I)

Por último, se calcula la Longitud real del diente (L.R.D), aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{LRD} = \frac{\text{LAD} \times \text{LRI}}{\text{LAI}}$$

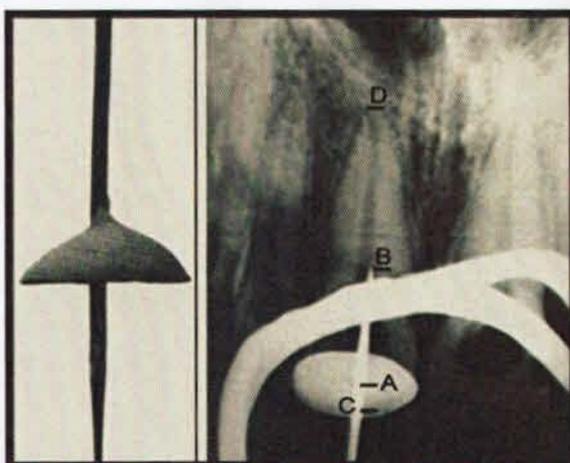


Figura No. 51: Sonda de Bregman

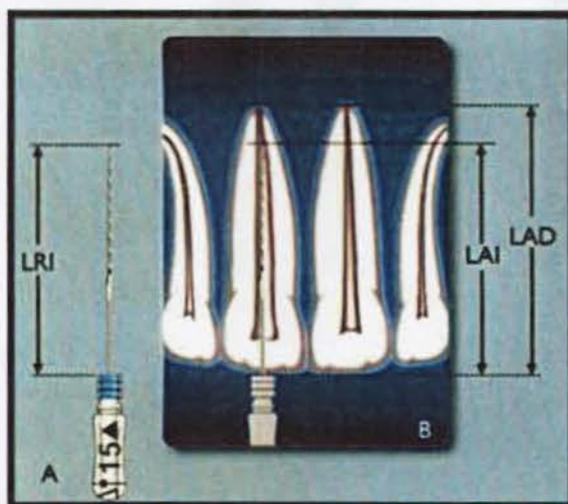
Fuente: http://media.axon.es/pdf/81694_2.pdf

- ❖ De acuerdo a Soares y Goldberg (2002), el método de Bregman consiste en que a partir de una radiografía periapical en la que se encuentre la lima endodóntica en el interior del conducto del diente a tratar, con la longitud de trabajo para la exploración, se mide con una regla milimetrada lo siguiente (**Figura No. 52**):

- L.A.D.- Longitud aparente del diente
- L.A.I.- Longitud aparente del instrumento

Una vez que tenemos estos datos, medimos directamente la longitud a la que insertamos la lima en el interior del canal radicular. A esta medida se la conoce como Longitud real del instrumento (L.R.I). Con todos estos datos aplicamos la fórmula matemática (Soares 2002):

$$LRD = \frac{LRI \times LAD}{LAI}$$



**Figura No. 52: Odontometría por el método de Bregman.
Instrumento explorador (A). Radiografía periapical (B).**

Fuente: Soares I., Goldberg F. **ENDODONCIA: TÉCNICAS Y FUNDAMENTOS.**

Edit. Médica Panamericana. 2002; 82 (7): 326

4.4.7 MÉTODO DE INGLE

La literatura endodóntica presenta a este método radiográfico como uno de los más usados por su confiabilidad y sencillez en su aplicación. Se dice que ha dado resultados favorables en la práctica endodóntica, especialmente a nivel universitario. En 1974, Bramante comparó este método con otros tres, y llegó a la conclusión de que el método propuesto por Ingle resultó “mejor que los otros” (6, 30, 41, 62, 72).

A continuación, explico los pasos a seguir:

1. Se toma una radiografía periapical preoperatoria del diente que va a recibir tratamiento. Es preferible que durante todo este proceso se aplique la técnica de paralelismo para minimizar la posibilidad de distorsión de la imagen.

2. Medimos en la radiografía, con una regla milimetrada endodóntica, desde el borde de referencia coronal hasta el ápice radiográfico, es decir, medimos la longitud aparente del diente (LAD).
3. A esta medida (LAD) le restamos 1mm, como “margen de seguridad”, para compensar la posible amplificación de la imagen radiográfica. Esta nueva medida es considerada como Longitud de Trabajo Tentativa; la cual transferimos a la lima con la ayuda de una regla endodóntica, ajustándola con un tope de silicona.
4. Después de un acceso e irrigación adecuados, introducimos la lima en el interior del conducto radicular, de tal forma que el tope de silicona alcance el borde de referencia coronal.
5. Tomamos una radiografía periapical de control.
6. En la radiografía de control, medimos la distancia entre la punta del instrumento (lima) y el vértice radiográfico. A partir de esto, se pueden presentar tres situaciones (**Figura No. 53**):
 - A. El extremo de la lima ha quedado muy corto del ápice radiográfico. En este caso, se mide la distancia que hay entre la punta de la lima y el ápice radiográfico, y se suma esta cifra a la longitud de trabajo tentativa. De esta forma, tenemos la longitud real del diente (LRD).
 - B. Si el extremo de la lima se encuentra al ras con el ápice radiográfico, en este caso, la longitud de la lima nos muestra la longitud real del diente.
 - C. Si por error la lima ha sobrepasado el ápice radiográfico, se resta la diferencia entre la longitud de trabajo tentativa y el segmento que hay entre la punta de la lima y el vértice radiográfico. Así, tendremos la longitud real del diente.

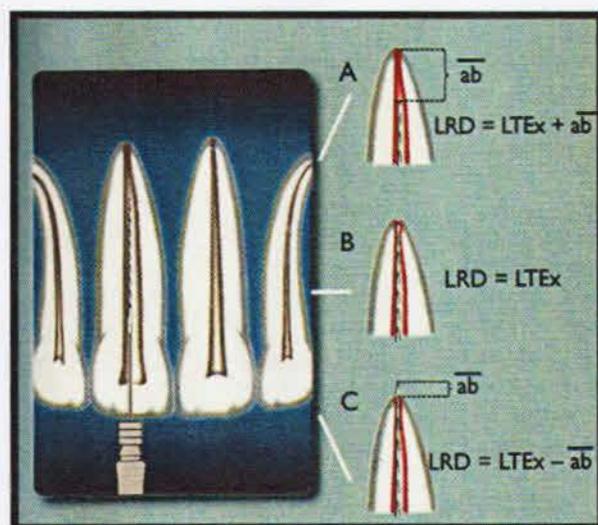


Figura No. 53: Situaciones que pueden observarse en la radiografía durante la determinación de la longitud real del diente por el método de Ingle.

Fuente: Soares I., Goldberg F. **ENDODONCIA: TÉCNICAS Y FUNDAMENTOS.**

Edit. Médica Panamericana. 2002; 83 (7): 326

7. A partir de este valor (LRD), restamos 1mm debido a que la preparación ideal es a nivel de la unión cemento-dentinal y no a nivel del ápice anatómico.
8. Se ajusta con la regla milimetrada la nueva medida con tope de silicona, y se toma otra radiografía periapical.
9. Por último, si la longitud de trabajo está correcta, entonces la registramos en la Historia Clínica como la Longitud de Trabajo Definitiva (**Figura No. 54**).

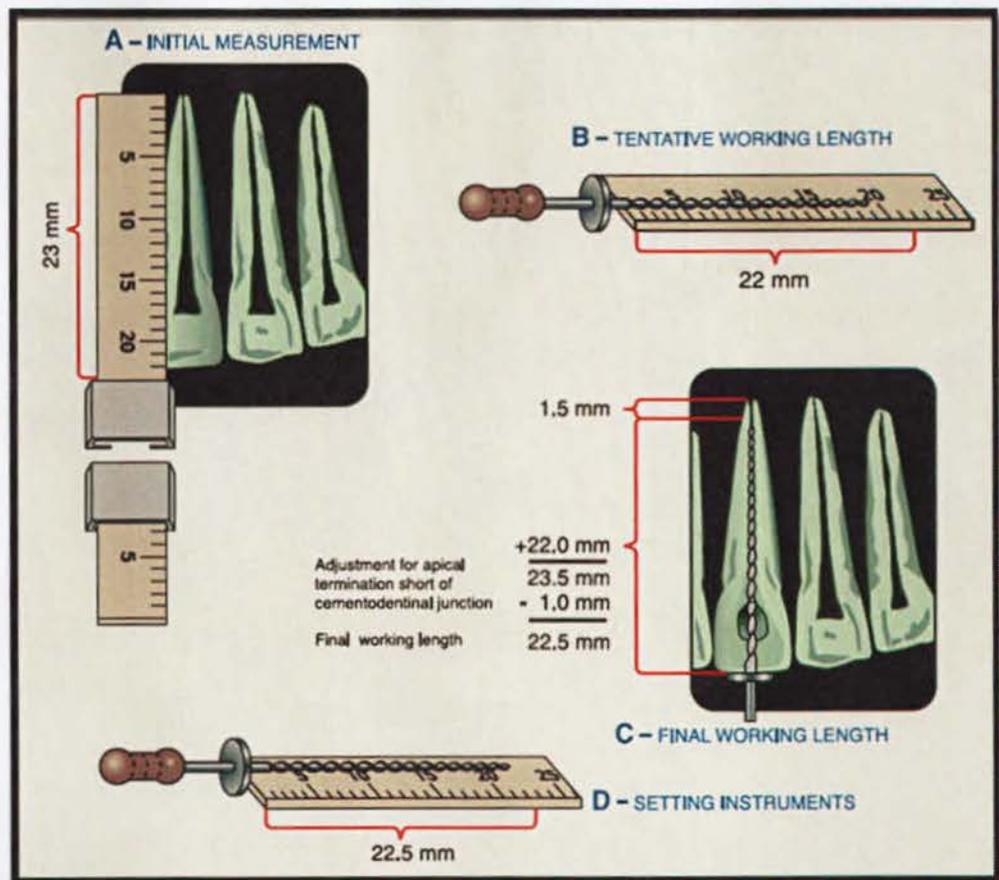


Figura No. 54: Método de Ingle para la determinación de la longitud de trabajo. (A) Medición inicial. (B) Longitud de trabajo tentativa. (C) Longitud de trabajo final. (D) Ajuste de los instrumentos con la longitud de trabajo final.

Fuente: Ingle J. PDQ ENDODONTICS. PMPH-USA. 2° Edition, 2009; 158 (6): 339.

4.5 VARIACIONES DE LA LONGITUD DE TRABAJO DE ACUERDO AL ESTADO PATOLÓGICO PERIAPICAL

La longitud de trabajo varía de acuerdo al estado del ápice dentario. Existe mucha contradicción por parte de diferentes autores con respecto a qué nivel debe ser la preparación del conducto radicular. Algunos recomiendan que el tope apical sea entre 0.5mm del ápice radiográfico, mientras que otros abogan a que sea de 0.5 a 1mm del mismo. En el caso de los dientes con pulpa necrótica, Guldener recomienda que el límite final de la preparación y obturación del conducto sea a 0.5mm del ápice radiográfico. De esta forma, podremos eliminar las bacterias han llegado a afectar más allá del conducto cementario. A continuación, se describe la modificación de Weine para el cálculo de la longitud de trabajo (**Figura No. 55**). Aquí, se basa en los hallazgos radiográficos del ápice radiográfico (17, 55, 72):

1. Si la radiografía no muestra señales de reabsorción del hueso ni del extremo apical, entonces la preparación apical debe terminar a 1mm del foramen apical.
2. Si existe reabsorción de hueso pero no de la raíz, entonces la preparación debe terminar a 1.5mm del foramen apical.
3. Si se observa reabsorción tanto de hueso como de la raíz, la longitud de trabajo se debe acortar a 2mm debido a que es muy probable que la constricción apical haya sido destruida, y como consecuencia, el canal sea más corto.

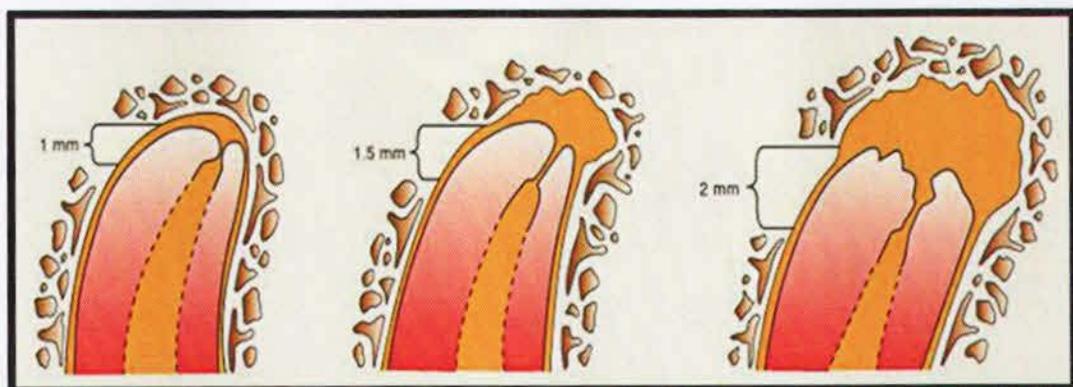


Figura No. 55: Recomendaciones de Weine para la conductometría.

Fuente: Kohli A. **TEXT BOOK OF ENDODONTICS.**

Editorial Elsevier India. 2009; 149 (11): 425.

CAPITULO V: MÉTODO ELECTRÓNICO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA LONGITUD DE TRABAJO

5.1 DEFINICIÓN DE LOCALIZADOR APICAL ELECTRÓNICO

Frente a las limitaciones que presenta el método radiográfico convencional, se creó una nueva alternativa para determinar la longitud de trabajo. Los localizadores apicales electrónicos, conocidos como LAE, son dispositivos que localizan la constricción apical al medir la diferencia de resistencia de cargas eléctricas entre dos tejidos: el periodonto y cualquier punto en el interior del conducto radicular de un diente. A pesar de que estos aparatos son llamados localizadores apicales electrónicos, su nombre no indica lo que realmente ubican, ya que no localizan el ápice del diente, sino su foramen apical. Por tal razón, se dice que llevan un nombre equivocado^(17, 32, 69).

Los localizadores apicales electrónicos están compuestos por las siguientes partes (**Figura No. 56**):

- Aparato electrónico que exhibe usualmente una pantalla LCD
- Clip labial
- Clip para la lima endodóntica
- Cable que conecta los clips con el aparato electrónico

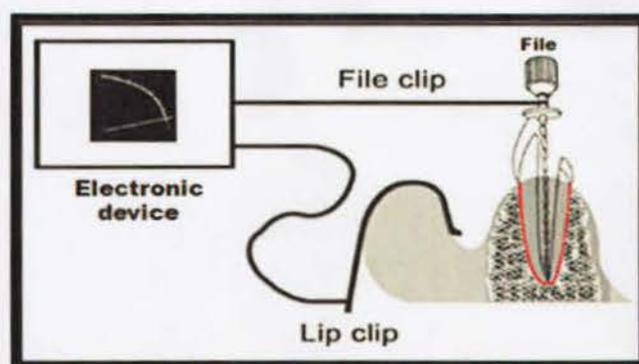


Figura No. 56: Partes de un Localizador Apical Electrónico

Fuente: Cortesía del Dr. Mauro Venturi. LOCALIZZATORI D'APICE.

<http://www.endodonziamauroventuri.it/Localizzatori%20apice.htm>

5.2 PRINCIPIOS DE LOS LOCALIZADORES APICALES ELECTRÓNICOS (LAE)

Para poder entender cómo funcionan los LAE, es necesario que consideremos ciertos conceptos físicos de un circuito eléctrico:

La resistencia y la impedancia miden la dificultad que tiene la electricidad para pasar a través de un material. La diferencia entre estas dos, es que la resistencia es la oposición de un tejido al paso de una corriente continua; en cambio, la impedancia es la oposición de un tejido al paso de una corriente alterna^(74, 75).

El cuerpo humano tiene tejidos blandos y tejidos duros. Los tejidos dentales blandos, tales como el ligamento periodontal, son considerados como conductores ya que conducen la electricidad. En tanto que los tejidos duros, tales como el esmalte, la dentina, el cemento y hueso alveolar, son considerados como aislantes ya que oponen resistencia al flujo de corriente eléctrica (**Figura No. 57**). Todos los Localizadores Apicales Electrónicos funcionan empleando al cuerpo humano para completar un circuito eléctrico, en el que un lado del circuito va la lima conectada al LAE y en el otro lado del circuito un clip contacta con el labio del paciente. El circuito se completa cuando la lima endodóntica avanza apicalmente en el interior del conducto radicular. En el momento en que el extremo de la lima contacta con el foramen apical, el localizador apical electrónico avisa que la lima está en la porción terminal del conducto. Es así, que se consigue determinar la longitud de trabajo, ya que se compara la resistencia eléctrica entre la mucosa oral y el ligamento periodontal, la cual tiene un valor constante^(74, 75).

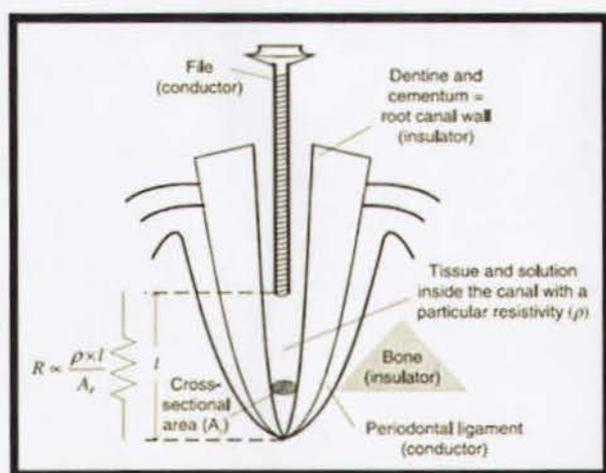


Figura No. 57: Estructura del diente en términos de conductividad eléctrica.

Fuente: Nekoofar N., Ghandi M., Hayes S., Dummer P. **THE FUNDAMENTAL OPERATING PRINCIPLES OF ELECTRONIC ROOT CANAL LENGTH MEASUREMENT DEVICES.** International Endodontic Journal. 2006; 595–609.

5.3 HISTORIA DE LOS LOCALIZADORES APICALES ELECTRÓNICOS

Los localizadores apicales electrónicos no son dispositivos de reciente creación. Hace más de 90 años, aparece en 1918, Custer con la primera investigación acerca de un método para estimar la longitud de trabajo de un conducto radicular. Luego, en 1942, Suzuki ahondó más en esta idea, al realizar estudios de iontoforesis en dientes de perro, en los que registró valores constantes en la resistencia eléctrica entre la mucosa oral y un instrumento introducido en un conducto radicular. Basado en estos principios, Sunada en 1962, creó el primer aparato electrónico que, al aplicar una corriente directa, podía medir la longitud del conducto radicular al encontrar que la resistencia eléctrica entre el ligamento periodontal y la mucosa oral origina un valor constante de 6.5 k Ω (Kiloomega) sin tener en cuenta el tipo de diente, la edad del paciente o la forma del diente. Huang (1987) puntualizó que este es un principio físico mas no biológico. Posteriormente, en 1973, Ionue añadió el uso de sonidos al dispositivo para que alertaran la profundidad del conducto (76, 77, 78, 79).

5.4 GENERACIONES DE LOS LOCALIZADORES APICALES ELECTRÓNICOS (LAE)

A partir de la creación del primer localizador apical electrónico, por parte de Sunada en 1962, se han venido desarrollando diferentes tipos de LAE. La literatura endodóntica menciona que hasta la actualidad se conocen 4 generaciones o

clasificaciones de Localizadores Apicales Electrónicos. A continuación, presento una breve descripción de cada generación:

5.4.1 PRIMERA GENERACIÓN

Los LAE de 1º Generación, también llamados “Localizadores apicales electrónicos de tipo resistencia”, fueron creados en el año 1969. Estos miden la oposición al flujo de corriente directa, es decir, la resistencia; basados en que la resistencia entre el ligamento periodontal y la mucosa oral es de $6.5k\Omega$. El primero en aparecer fue el Root Canal Meter (Onuki Medial Co. Tokio, Japan) (**Figura No. 58**). Estos dispositivos de primera generación usaban el método de resistencia en conjunto con una corriente alterna de 150 Hz. Sin embargo, provocaban dolor en los pacientes por el uso de una corriente elevada. Para solucionar este problema, se crearon nuevas unidades, como el Endodontic Meter y el Endodontic Meter II, aparatos que presentaron el siguiente avance: el uso de corrientes menores a $5\mu A$ (3, 5, 17, 32, 35)-



Figura No. 58: Root Canal Meter

Fuente: <http://www.istation.co.jp/2010/10/-onuki-root-canal-meter.html>

Los localizadores basados en la resistencia ya no son usados debido a los inconvenientes que presentaban. Estudios (Suchde & Talim 1977, Nekoofar et al. 2002, Pommer et al.

2002, Tinaz et al. 2002) han reportado que los localizadores apicales de 1° Generación han dado lecturas falsas, al estar en presencia de tejido pulpar, soluciones irrigadoras, electrolitos, hemorragia y pus. Del mismo modo, requerían que los conductos estuviesen SECOS (3, 17, 80, 81, 82, 83, 84).

5.4.2 SEGUNDA GENERACIÓN

Los LAE de 2° Generación fueron creados a finales de 1980, en un intento de superar los inconvenientes que daban los LAE de 1° Generación. Están basados en el principio de la Impedancia de una sola frecuencia, esto es, miden la oposición al flujo de una corriente eléctrica alterna. Aquí, se visualiza al conducto radicular como un tubo largo con un extremo cerrado (ápice), el cual ofrece una impedancia eléctrica dada por la dentina. Esta impedancia va disminuyendo paulatinamente al acercarse a la zona apical. Sin embargo, justo cuando llega a nivel de la Unión CDC, experimenta un descenso súbito de la impedancia, permitiendo de esta forma, la ubicación de la porción terminal del canal radicular. El primer localizador apical electrónico de tipo impedancia que salió en el mercado fue el Sono Explorer (**Figura No. 59**). No obstante, hubieron otros LAE, tales como: el Endocater, el Endo Analyzer, el Foramatron IV (**Figura No. 60**), el Apex Finder, el Exact-A-Pex, el Sono-Explorer Mk III y los Digipex I, II y III (5, 17, 75, 85, 86, 87).



Figura No. 59: Sono Explorer

Fuente: <http://www.medwow.com/med/apex-finder/electro-dent/sono-explorer/50048.model-spec>

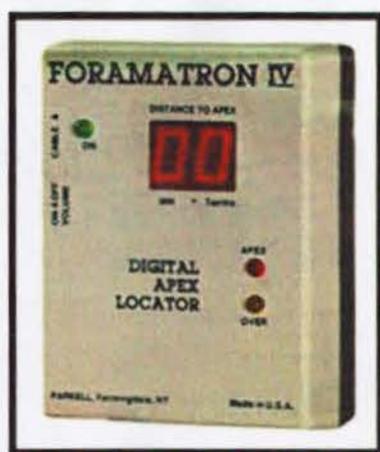


Figura No. 60: Foramatron IV

Fuente: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

<http://www.iztacala.unam.mx/rrivas/NOTAS/Notas19Tecnologia/locevol2.html>

Ciertos localizadores apicales electrónicos de segunda generación tienen incorporados Vitalómetros para verificar la vitalidad de la pulpa dental. Algunos de estos son: Endo Analyzer, y el Digipex (I, II, III). No obstante, a pesar de los nuevos avances en estos tipos de LAE, igual se encontraron ciertas fallas, como las mediciones de lecturas falsas en presencia de electrolitos y cuando el conducto estaba seco (17, 35, 87).

5.4.3 TERCERA GENERACIÓN

El principal defecto de los primeros LAE fue superado con la creación de los localizadores apicales electrónicos de 3ª Generación, también conocidos como LAE dependientes de frecuencia. Estos usan varias frecuencias para ubicar el foramen apical. Actúan midiendo las diferencias de impedancia del diente entre dos frecuencias distintas. En el tercio coronal, la diferencia de impedancia entre las frecuencias es mínima. Pero, a medida que la lima avanza hacia el tercio apical, la diferencia de impedancia entre esas dos frecuencias va cambiando hasta llegar a su punto máximo,

que es a nivel del límite CDC. El primer localizador apical electrónico de 3^o Generación fue el Apit o conocido también como Endex, el cual es capaz de hacer mediciones aún en presencia de electrolitos. Sin embargo, una de sus desventajas es que necesita de una calibración previa (35, 75, 88, 89, 90).

Kobayashi et al. (1991) introdujeron un nuevo dispositivo electrónico, el Root ZX, que aplicaba una nueva forma para medir el canal radicular, llamado el método del radio o cociente. Este método consiste en que dos corrientes eléctricas con diferente frecuencia de ondas pueden medir impedancias que son comparadas como un cociente, luego se expresa este cociente como la posición de la lima dentro del conducto. Aquí, no importa la clase de electrolito que esté presente en el conducto. Adicionalmente, el Root ZX (**Figura No. 61**) no requiere de calibración y ha dado tan buenos resultados (90% de exactitud) en estudios in vitro y en estudios in vivo, que ha sido considerado por muchos como el LAE que más confianza ha brindado en términos de precisión de medidas. Otros ejemplos de LAE de tercera generación son: el Tri Auto ZX, el Apex Finder, el Sofy ZX, el Neosono Ultima EZ, el Justy II, el Mark V Plus, el Endy 5000, etc. (12, 35, 80).

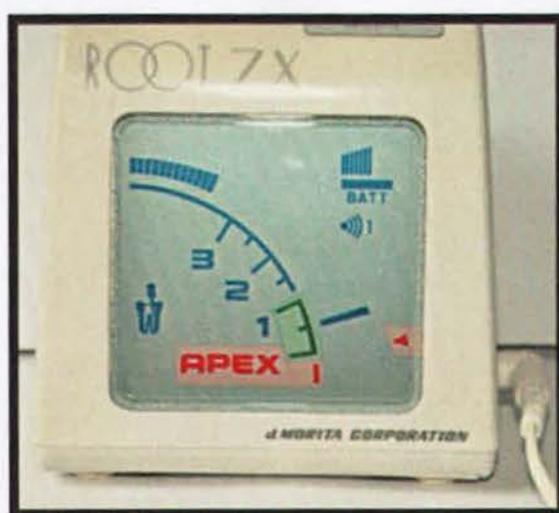


Figura No. 61: Root ZX

Fuente: http://endodoncaldia.blogspot.com/2011_09_01_archive.html

5.4.4 CUARTA GENERACIÓN

Los LAE de 4° Generación son dispositivos recientes en el mercado. El primero en su clase es el Bingo 1020 (**Figura No. 62**), también conocido como Raypex 4, el cual se ha encontrado que tiene la misma confiabilidad que el Root ZX para determinar la longitud de trabajo (Kauffman et al.; Tinaz et al.). Este trabaja de manera análoga a la de los LAE de 3° Generación debido a que usa dos frecuencias distintas. No obstante, usa una frecuencia a la vez. Esto hace que no sea necesario usar filtros para separar las dos frecuencias. Como consecuencia, la precisión de la medición incrementa^(91, 92).



Figura No. 62: Bingo 1020

Fuente: <http://www.forumtec.net/Bingo1020.html>

Otro tipo de localizador apical electrónico de cuarta generación es el Elements Diagnostic Unit and Apex Locator de la casa comercial Sybron Endo (**Figura No. 63**). Fue creado en el 2003 y basa su funcionamiento en una mezcla de dos componentes eléctricos aplicados en los primeros LAE, estos son la resistencia y la capacitancia. Earl Gates en su libro, *Introduction to Electronics* (2011) explica que la capacitancia es la “habilidad de un cuerpo o dispositivo para almacenar carga eléctrica...”. Estos Localizadores Apicales Electrónicos mandan una señal compuesta por dos frecuencias para medir la resistencia y la capacitancia del sistema, luego las combina y las compara

para diagnosticar la posición de la lima en el conducto. Adicionalmente, usan varias frecuencias para eliminar la influencia de las condiciones del conducto. Esto, permite que las lecturas sean más confiables. Otros ejemplos de LAE de 4^o Generación son: el Root ZX II (J. Morita), el Propex II Apex Locator (Dentsply), el iPex (NSK), etc. A pesar de que estos LAE presentan mejoras, no se encuentran exentos de tener limitaciones, tales como dar lecturas falsas en presencia de restauraciones metálicas, caries profundas, inflamación y exudado (3, 92, 93).



Figura No. 63: Elements Diagnostic Unit and Apex Locator.

Fuente: <http://www.sybronendo.com/index/sybronendo-diagnostics-elementsdiagnosticsystem-02>

5.5 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS LOCALIZADORES APICALES ELECTRÓNICOS

A continuación, presento un cuadro sinóptico con las ventajas y desventajas de los Localizadores Apicales Electrónicos (3, 5, 17, 32, 42, 94).

Estudio in vivo del Localizador apical electrónico vs. Radiografía convencional en la determinación de la Longitud de Trabajo en dientes unirradiculares

<u>VENTAJAS</u>	<u>DESVENTAJAS</u>
Son fáciles y rápidos de operar	Tienen un costo elevado.
Estudios han mostrado que dan porcentajes altos (90-98%) de confiabilidad	Pueden dar lecturas falsas en los siguientes casos:
Ayudan en la medición de la longitud de trabajo, al localizar la constricción apical	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Cuando el circuito está incompleto. ✓ Cuando el diente todavía presenta tejido pulpar en su interior o tiene hemorragia excesiva. ✓ Cuando el aparato electrónico tiene batería baja. ✓ Cuando el conducto radicular está muy húmedo o muy seco, o si está obstruido por barrillo dentinario. ✓ Cuando la lima no es compatible con el calibre del conducto.
Ayudan en la detección de perforaciones, conductos accesorios.	
Ayudan a reducir la necesidad de exponer al paciente a la radiación, al requerir menos radiografías en el tratamiento endodóntico. En un estudio realizado por Brunton et al. se encontró que los LAE reducen potencialmente el número de radiografías tomadas para la conductometría.	Presentan dificultad de lectura en dientes con ápices abiertos o con raíces muy largas.
Son seguros, no causan molestias al paciente.	En presencia de restauraciones metálicas o de soluciones irrigadoras, algunos LAE no dan lecturas verdaderas.
Son útiles cuando la porción apical de un diente no es tan clara.	

5.6 INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES DE LOS LOCALIZADORES APICALES ELECTRÓNICOS

Las situaciones en las que se recomienda el uso de los LAE son^(5, 17, 55, 95):

- Cuando se desee determinar la longitud de trabajo de un conducto radicular.
- Cuando el tercio apical del canal radicular no es visible debido a la superposición de estructuras como:
 - ✓ Dientes impactados o raíces
 - ✓ Arco cigomático
 - ✓ Bóveda palatina poco profunda
 - ✓ Torus
 - ✓ Excesiva densidad ósea
- En pacientes embarazadas o en pacientes sedados.
- En pacientes que presenten algún tipo de discapacidad o enfermedad como el Parkinson, ya que no pueden mantener la radiografía en su sitio.
- En pacientes que presenten reflejo nauseoso y que no toleren la colocación de una película radiográfica.
- Cuando se desee detectar:
 - ✓ Perforaciones
 - ✓ Fracturas verticales y horizontales de raíz
 - ✓ Canales accesorios
 - ✓ Reabsorción interna o externa, que han llegado a penetrar la superficie radicular.

En cuanto a los casos en los que no se aconseja el uso de los LAE, describo sus contraindicaciones^(3, 5, 17,96, 97, 98).

- En pacientes con marcapaso ya que los LAE pueden interferir con la función del marcapaso. No obstante, varios estudios (Beach et al. 1996; Garofalo et al. 2002) han encontrado que el uso de un LAE no ocasionó incidentes clínicos en pacientes que usaban marcapaso.
- En dientes que tengan en el interior del conducto: saliva, soluciones químicas o hemorragia, desbordando de la corona. **(Figura No. 64)** Esto ocasionará una fuga eléctrica y dará mediciones erróneas del conducto. Se puede solucionar este problema limpiando el área de acceso al canal, y hacer nuevamente la medición.



Figura No. 64: Conducto radicular con sangre, saliva y soluciones desbordando.

Fuente: www.jmoritauusa.com/ifumsds/DP-RCM_M8037-EA-2.pdf

- En dientes que presenten patologías periapicales o necrosis pulpar, los localizadores apicales electrónicos, pueden dar lecturas largas debido a que la constricción apical se encuentra alterada.

- En dientes con ápice inmaduro.
- En dientes con caries muy profundas, donde haya contacto entre el tejido gingival y la entrada del conducto radicular, ya que esto dará como resultado mediciones falsas. **(Figura No. 65)**



Figura No. 65: Caries contactando tejido gingival.

Fuente: www.jmoritaua.com/ifumsds/DP-RCM_M8037-EA-2.pdf

- En dientes con restauraciones metálicas, si la lima que está conectada al LAE contacta con el metal, esto afectará en la medición del conducto. Por tal razón, se debe evitar el contacto de ellos.
- En dientes fracturados, habrá una fuga eléctrica que provocará lecturas incorrectas.
- En conductos no permeables, es decir, que estén obstruidos, calcificados o que tengan material de obturación.

5.7 CONDICIONES BÁSICAS PARA LA UTILIZACIÓN CORRECTA DE UN LOCALIZADOR APICAL ELECTRÓNICO

Independientemente del tipo de localizador apical electrónico que se use, existen diversas pautas para obtener los mejores resultados al momento de querer determinar la longitud de trabajo a través del medio electrónico. Seguidamente, las expongo (3, 5, 17, 98):

1. Debemos verificar que las baterías del dispositivo electrónico (LAE) estén funcionando apropiadamente.
2. Se debe evitar que la encía esté en contacto con el interior del conducto radicular, por lo que se debe realizar un correcto aislamiento absoluto y se debe restaurar el diente en caso de que no posea alguna pared dentaria para que así no haya fuga cervical.
3. Debemos eliminar el tejido pulpar o cualquier resto que se encuentre en el interior del conducto radicular.
4. El canal radicular debe estar relativamente seco. Debido a que muchos LAE han mostrado lecturas erróneas en presencia de sustancias irrigadoras, se aconseja que se seque el interior del conducto con puntas de papel, y la cámara pulpar con una bolita de algodón. Asimismo, se debe evitar que el conducto esté absolutamente seco ya que esto provocará lecturas cortas, esto es, una longitud de trabajo larga.
5. La lima que está conectado al clip no debe contactar con restauraciones metálicas ni con la grapa endodóntica, ya que esto provocará interferencias en el LAE.
6. El canal radicular debe estar libre de cualquier obstrucción.

5.8 PASOS PARA LA UTILIZACIÓN DE UN LOCALIZADOR APICAL ELECTRÓNICO

Los siguientes pasos debemos seguir para conseguir buenos resultados con el LAE (69, 99).

1. Una vez que se ha anestesiado, se ha hecho el aislamiento absoluto de la pieza a tratar y su correspondiente acceso coronal; se realiza un ensanchamiento del canal radicular, en su tercio cervical y medio, con el uso de las fresas Gates Glidden.
2. Se irriga el conducto.
3. Se realiza la permeabilización del conducto radicular con una lima K #10.
4. Se hace la extirpación del tejido pulpar mediante la aplicación de la técnica Crown Down, para así trabajar los tercios cervical y medio, eliminando las obstrucciones que puedan haber, al mismo tiempo evitando que haya la transportación de bacterias más allá del ápice. Durante este paso se debe irrigar el conducto.
5. Secamos la cámara pulpar con una bolita de algodón y el conducto radicular con puntas de papel absorbentes.
6. Una vez que nos hemos asegurado que las baterías del localizador apical electrónico estén funcionando correctamente, colocamos el clip labial metálico en el labio del paciente (**Figura No. 66: A**).
7. Colocamos el clip para lima a una lima compatible con el conducto, de forma que el clip esté agarrado al vástago de la lima (**Figura No. 66: B**).
8. Introducimos lentamente la lima en el interior del conducto radicular, avanzando hacia el tercio apical (**Figura No. 67**). Luego, veremos que en la pantalla del LAE aparecerá una lectura de barras que va descendiendo desde el número 3 al número 1 y de ahí aparece la palabra APEX, que es cuando la lima se encuentra en el foramen apical. En ciertos LAE, la lectura decrece desde el número 2 al 0,5. Se introduce la

lima hasta que el LAE haya mostrado que la punta de la lima se encuentre en el foramen apical, momento en que el aparato dará un sonido intermitente. Si nos pasamos del foramen apical, el dispositivo emitirá un sonido que no cesa. Luego de esto, de acuerdo a la evaluación radiográfica y a la respuesta del paciente, se ajusta la lima en un límite de profundidad entre 2 a 0,5.

9. Ajustamos el tope de silicona al borde de referencia coronal, a la longitud en que el LAE mostró que ha llegado a una longitud de trabajo adecuada.
10. Retiramos el clip labial del labio del paciente
11. Quitamos el clip para lima del vástago de la lima y sacamos la lima del conducto radicular.
12. Medimos con una regla milimetrada la distancia entre la punta de la lima y el tope de silicona. Anotamos a esta medida como longitud de trabajo del canal.
13. Se toma una radiografía periapical, con la lima dentro del conducto radicular, para verificar si esta longitud de trabajo está correcta. Si es aceptable, la consideramos como Longitud de Trabajo Final.



Figura No. 66: Uso del LAE. Ubicación del gancho labial (A) Sujetador con la lima durante la medición con el LAE (B)

Fuente: Olmos J., García A., Dilascio M. Urmendiz G., **EFICACIA CLINICA DEL LOCALIZADOR APICAL ELECTRONICO YC-RAF-1 ROOT APEX FINDER.**

Electronic Journal of Endodontics Rosario. Argentina. Volumen 2. Octubre 2008.

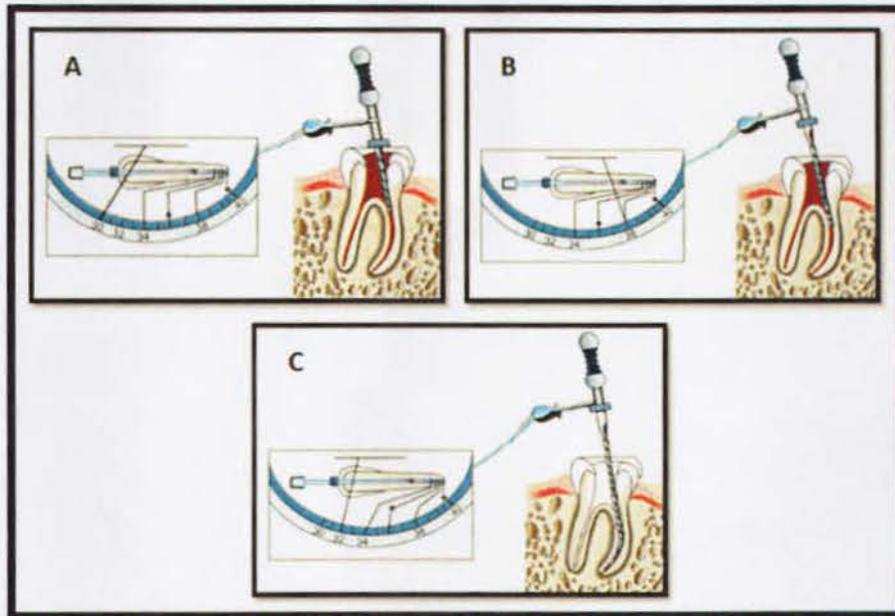


Figura No. 67: Funcionamiento del Localizador Apical Electrónico.

(A) Lima introducida en el canal. (B) Aumento en la lectura del LAE a medida que se acerca al ápice. (C) Lectura mostrando que la lima ha llegado al ápice.

Fuente: Garg N., Garg A. **TEXTBOOK OF ENDODONTICS.** JP Medical Ltd.

Publisher. 2^o Edition. 2010; 207 (15): 566.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio clínico se realizó con el fin de evaluar la exactitud de los localizadores apicales electrónicos en la determinación la longitud de trabajo en comparación a la obtenida por el método convencional radiográfico. Para lograr este propósito se realizó la conductometría en 40 dientes unirradiculares, en pacientes que presentaran cualquiera de las siguientes patologías pulpares: pulpitis irreversible o necrosis pulpar. En cada uno de estos, luego de tomar una radiografía preoperatoria, se anestesió al paciente, se ejecutó el correspondiente aislamiento absoluto de la pieza a tratar, luego se realizó el acceso endodóntico y extirpación de la pulpa, se irrigó el conducto, y se preparó el tercio cervical y medio con las fresas Gates Glidden. Basados en la longitud aparente del diente en la radiografía preoperatoria, se realizó la conductometría radiográfica aplicando el método de Ingle; luego de lo cual, se hizo la conductometría electrónica de la siguiente forma: se instrumentó ligeramente el conducto para eliminar cualquier resto pulpar, se irrigó y secó tanto la cámara pulpar como el conducto radicular con una bolita de algodón y conos de papel absorbente, respectivamente. Después, se encendió el LAE iPex (**Figura No. 68**), se colocó el gancho o clip labial sobre el labio del paciente y se agarró el otro clip a una lima con calibre compatible al del conducto. Se introdujo poco a poco la lima y se observó la pantalla del dispositivo electrónico. Se consideró como aceptable un rango de 0.5 a 2mm, dependiendo de la longitud radiográfica previamente obtenida. Por último, se tomó la radiografía respectiva para la comparación Cabe recalcar que para la toma radiográfica se usó la técnica de paralelismo utilizando el Endo-Rinn, a fin de disminuir las posibles distorsiones radiográficas.



Figura No. 68: LOCALIZADOR APICAL ELECTRÓNICO IPEX

Fuente: Cortesía de proveedores de NSK

DESCRIPCIÓN DEL LAE IPEX

El localizador apical electrónico iPex, es un LAE de cuarta generación, el cual mide de forma precisa la longitud de los canales sin importar su condición o contenido. El iPex es seguro para las intervenciones endodónticas y mejora la comodidad del paciente ya que se necesitan menos radiografías para la conductometría. Asimismo, disminuye la cantidad de radiación para el paciente. A continuación, menciono las características de este dispositivo:

- ✓ Da medidas instantáneas de la longitud del canal radicular.
- ✓ Es fácil de usar
- ✓ Posee pantalla LCD para un mejor monitoreo.
- ✓ Presenta diseño compacto, mide 95mm x 80mm
- ✓ Pesa 185g
- ✓ Uso continuo de aproximadamente 50 horas

Estudio in vivo del Localizador apical electrónico vs. Radiografía convencional en la determinación de la Longitud de Trabajo en dientes unirradiculares

- ✓ Posee sonidos de alerta (**Figura No. 69**)
- ✓ Se apaga automáticamente si no es utilizado
- ✓ Opera con baterías AAA

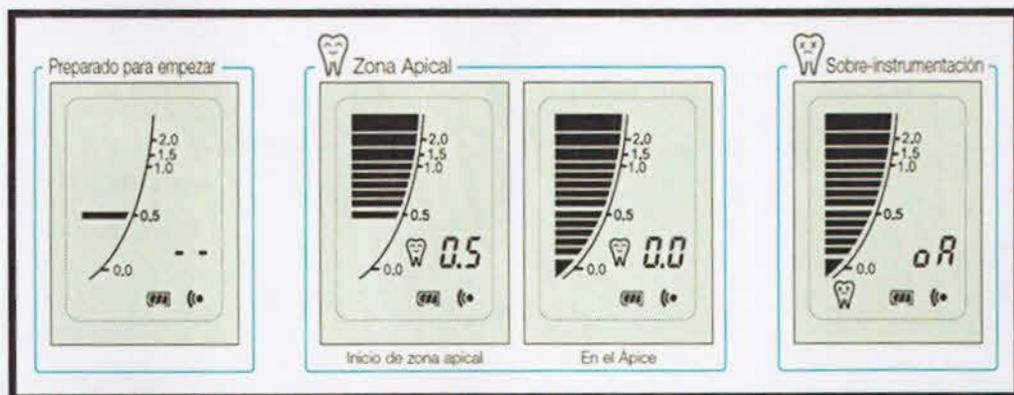


Figura No. 69: iPex

Fuente: Cortesía de NSK

PRESENTACIÓN DE LOS CASOS CLÍNICOS

A continuación presento los casos clínicos documentados. Cabe recalcar que en cada uno de los casos asignados se aplicaron las dos técnicas (radiográfica y electrónica) con el fin de evaluar las diferencias en su desempeño.

Caso No. 1

Pieza: 12

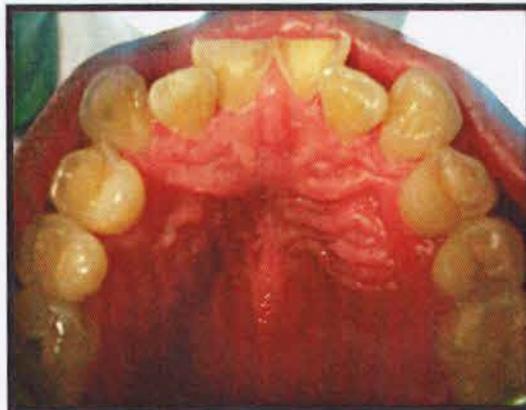


Figura No. 70: Vista preoperatoria de la pieza dentaria a tratar
Fuente: Pamela Naranjo Ll.



Figura No. 71: Radiografía preoperatoria y cálculo de LAD (15mm)
Fuente: Pamela Naranjo Ll.



Figura No. 72: Aplicación de la anestesia
Fuente: Pamela Naranjo Ll.



Figura No. 73: Pieza con aislamiento absoluto
Fuente: Pamela Naranjo Ll.

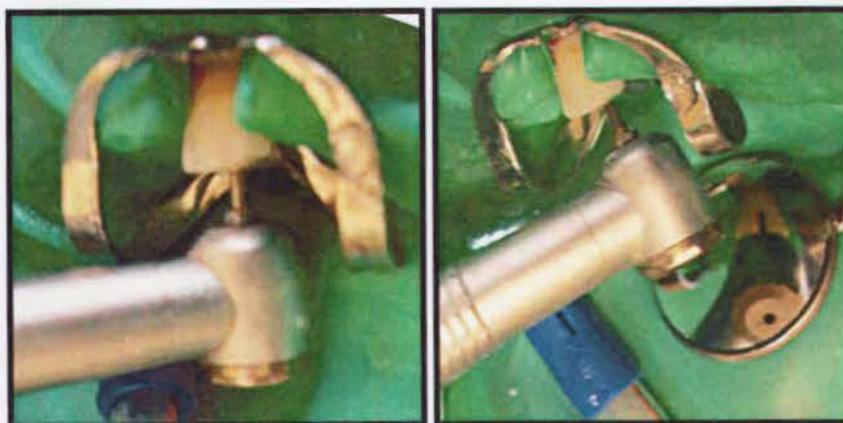


Figura No. 74 y 75: Apertura cameral
Fuente: Pamela Naranjo Ll.



Figura No. 76: Preparación del tercio cervical con fresas Gates Glidden
Fuente: Pamela Naranjo Ll.



Figura No. 77: Irrigación del conducto radicular con hipoclorito de sodio
Fuente: Pamela Naranjo Ll.

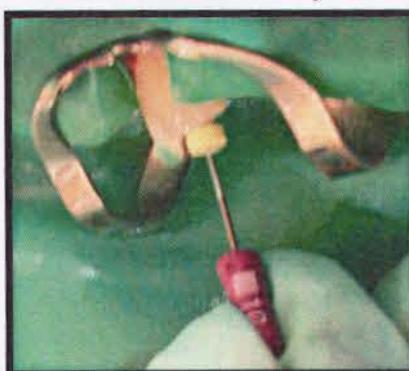


Figura No. 78: Permeabilización del conducto radicular
Fuente: Pamela Naranjo Ll.

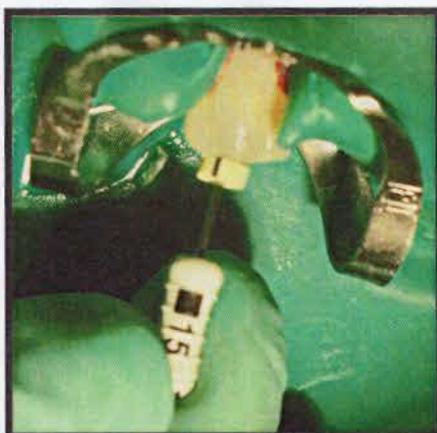


Figura No. 79: Primera lima para la conductometría radiográfica

Fuente: Pamela Naranjo Ll.



Figura No. 80: Toma radiográfica con técnica de paralelismo con el Endo-Ray II

Fuente: Pamela Naranjo Ll.



Figura No. 81: Conductometría radiográfica por el método de Ingle (L.T: 18mm)

Fuente: Pamela Naranjo Ll.

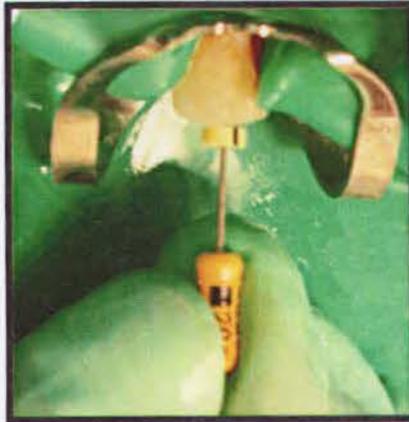


Figura No. 82: Extirpación pulpar y ligera instrumentación

Fuente: Pamela Naranjo Ll.



Figura No. 83: Irrigación copiosa con hipoclorito de sodio

Fuente: Pamela Naranjo Ll.

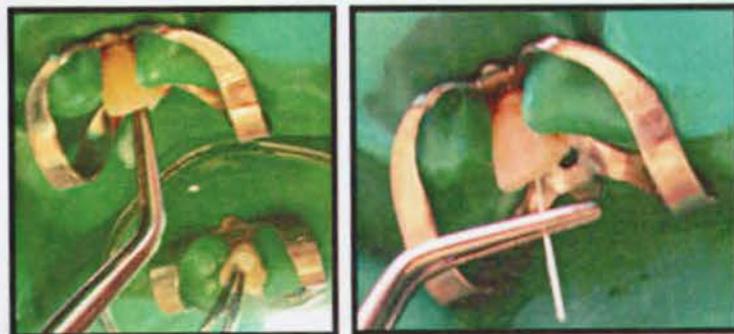


Figura No. 84 y 85: Secado de la cámara pulpar y del conducto radicular

Fuente: Pamela Naranjo Ll.



Figura No. 86: Conductometría electrónica
Fuente: Pamela Naranjo Ll.



Figura No. 87: Lectura dada por el iPex
Fuente: Pamela Naranjo Ll.



Figura No. 88: Radiografía de la conductometría electrónica (18mm)
Fuente: Pamela Naranjo Ll.

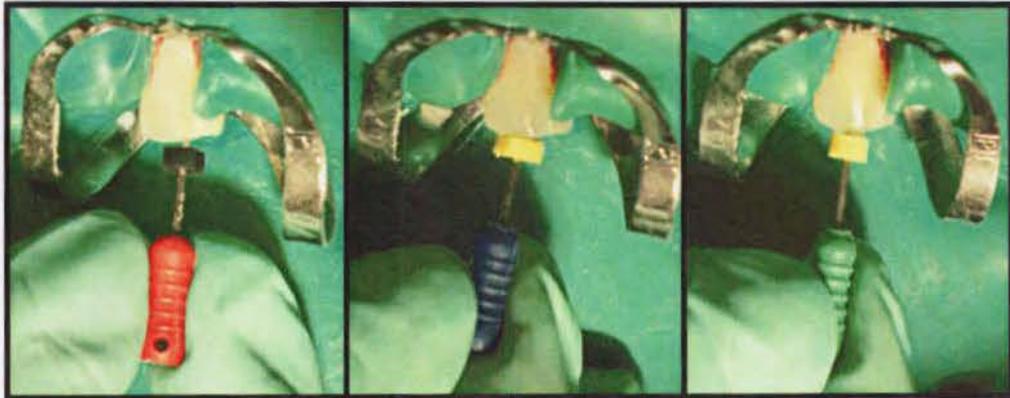


Figura No. 89, 90 Y 91: Instrumentación manual con tercera, cuarta y quinta lima en la longitud de trabajo
Fuente: Pamela Naranjo Ll.

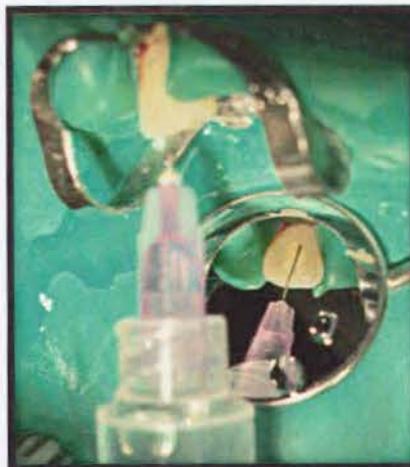


Figura No. 92: Irrigación copiosa entre cambio de limas
Fuente: Pamela Naranjo Ll.

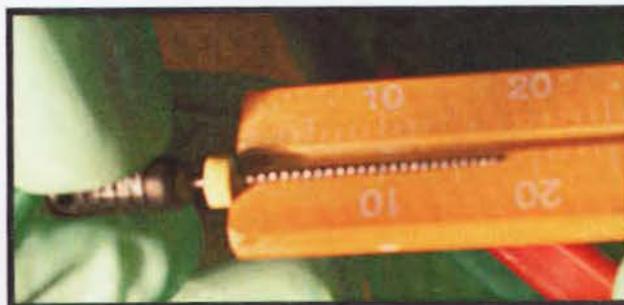


Figura No. 93: Longitud de trabajo final (18mm)
Fuente: Pamela Naranjo Ll.

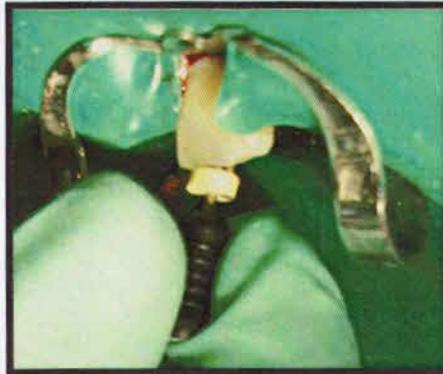


Figura No. 94: Última lima para la instrumentación
Fuente: Pamela Naranjo Ll.

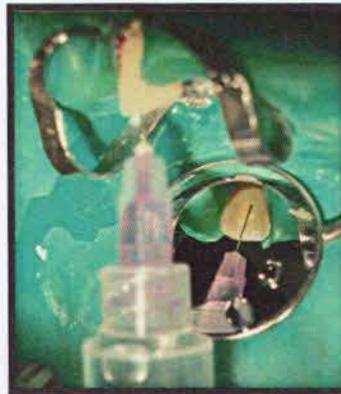


Figura No. 95: Irrigación final para eliminar el barrillo dentinario
Fuente: Pamela Naranjo Ll.



Figura No. 96: Ajuste del cono de papel para el secado del conducto
Fuente: Pamela Naranjo Ll.



Figura No. 97: Secado del conducto radicular con cono de papel absorbente

Fuente: Pamela Naranjo Ll.

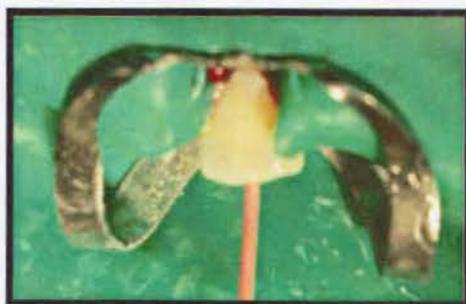


Figura No. 98: Prueba del cono principal

Fuente: Pamela Naranjo Ll.



Figura No. 99: Radiografía de la conometría

Fuente: Pamela Naranjo Ll.



Figura No. 100 Y 101: Preparación y colocación del cemento para la obturación
Fuente: Pamela Naranjo Ll.

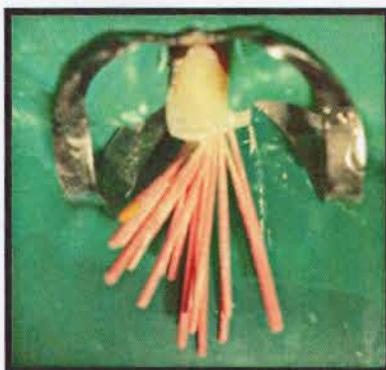


Figura No. 102: Obturación del conducto por condensación lateral
Fuente: Pamela Naranjo Ll.



Figura No. 103: Radiografía del penacho
Fuente: Pamela Naranjo Ll.



Figura No. 104: Corte del penacho
Fuente: Pamela Naranjo Ll.

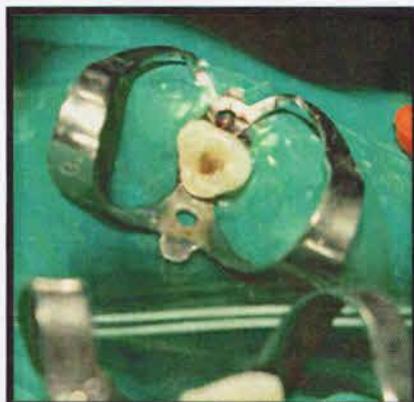


Figura No. 105: Cámara pulpar limpia
Fuente: Pamela Naranjo Ll.



Figura No. 106: Pieza dentaria con endodoncia terminada
Fuente: Pamela Naranjo Ll.



Figura No. 107: Radiografía final
Fuente: Pamela Naranjo Ll.

Caso No. 2 y 3

Piezas: 13 y 23



Figura No. 108: Vista preoperatoria de las piezas dentarias a tratar (13 y 23)

Fuente: Pamela Naranjo Ll.

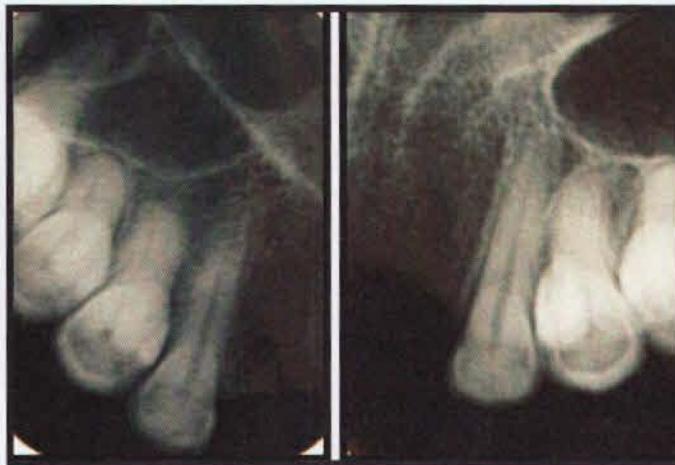


Figura No. 109 y 110: Radiografía preoperatoria de las piezas dentarias y su cálculo de LAD (Pieza 13: 25mm y Pieza 23: 25mm)

Fuente: Pamela Naranjo Ll.



Figura No. 111 y 112: Aplicación de la anestesia en ambas piezas dentarias
Fuente: Pamela Naranjo Ll.

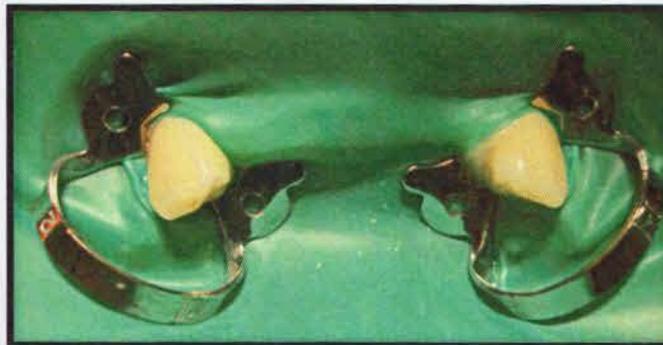


Figura No. 113: Piezas con aislamiento absoluto
Fuente: Pamela Naranjo Ll.

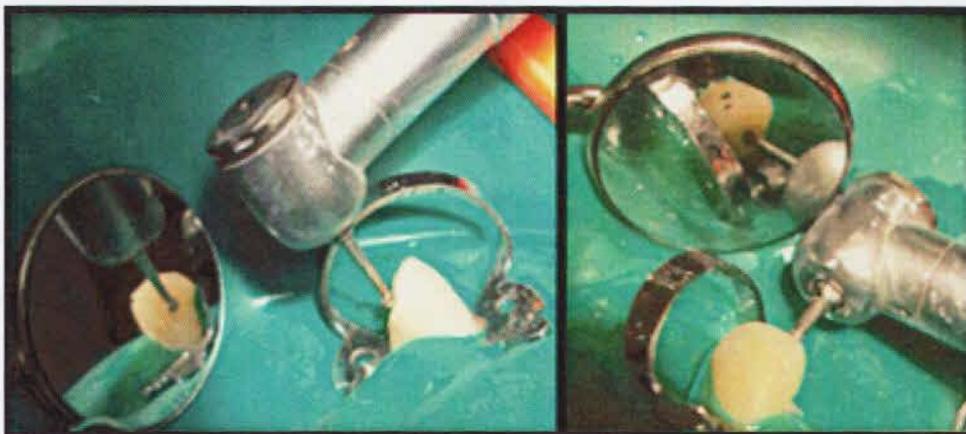


Figura No. 114 y 115: Apertura cameral de cada pieza
Fuente: Pamela Naranjo Ll.



Figura No. 116: Las piezas mostraron vitalidad pulpar
Fuente: Pamela Naranjo Ll.



Figura No. 117 y 118: Irrigación de los conductos radiculares con hipoclorito de sodio
Fuente: Pamela Naranjo Ll.

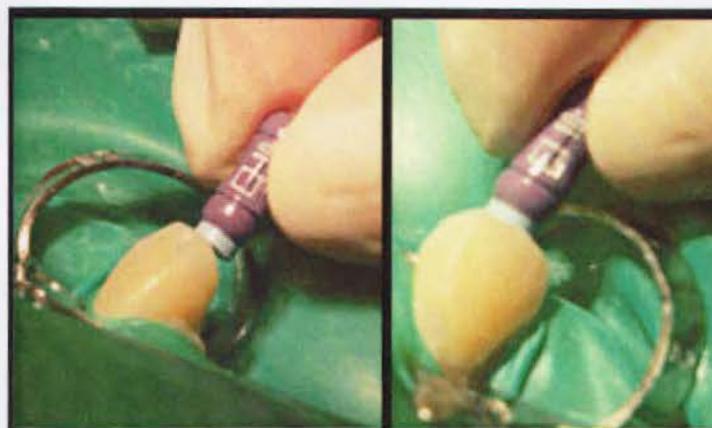


Figura No. 119 y 120: Permeabilización de los conductos radiculares
Fuente: Pamela Naranjo Ll.



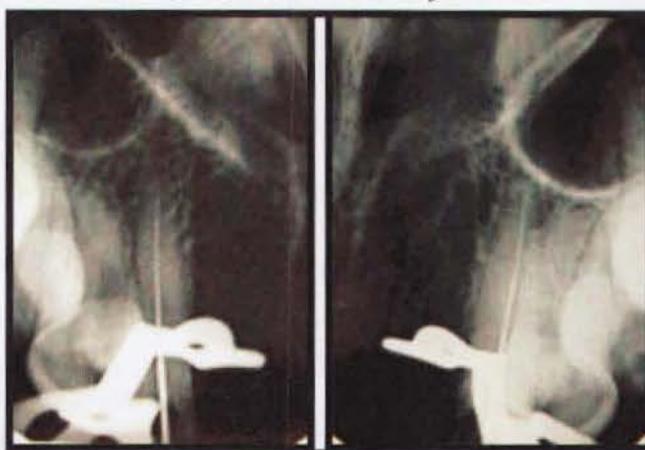
Figura No. 121 y 122: Primera lima para la conductometría radiográfica

Fuente: Pamela Naranjo LI.



Figura No. 123: Toma radiográfica con técnica de paralelismo con el Endo-Ray II

Fuente: Pamela Naranjo LI.



**Figura No. 124 y 125: Conductometría de las piezas 13 y 23 por el método de Ingle
(Longitud de trabajo final en pieza 13: 28mm y en pieza 23: 27mm)**

Fuente: Pamela Naranjo LI.

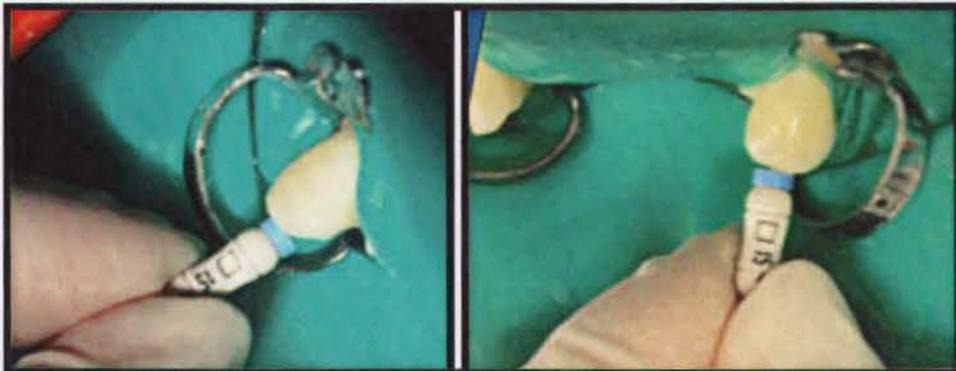


Figura No. 126 y 127: Extirpación pulpar y ligera instrumentación de ambos conductos

Fuente: Pamela Naranjo Ll.

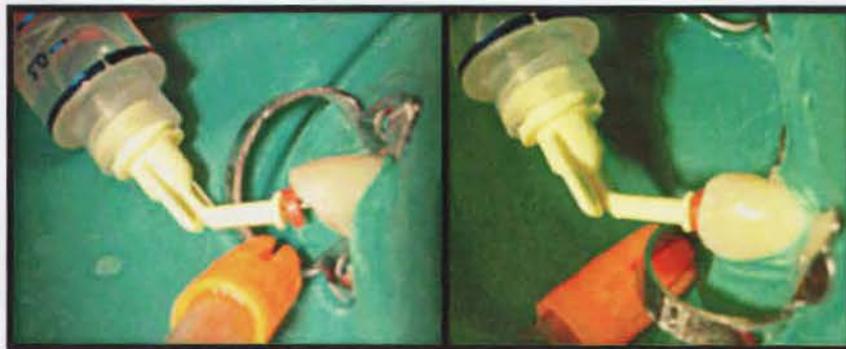


Figura No. 128 y 129: Irrigación copiosa con hipoclorito de sodio

Fuente: Pamela Naranjo Ll.

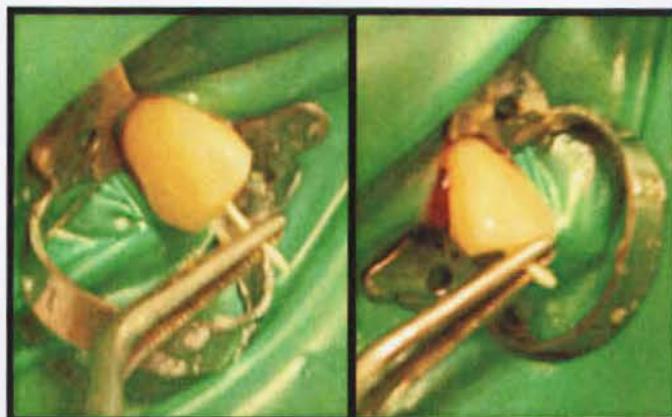


Figura No. 130 y 131: Secado de la cámara pulpar y del conducto radicular

Fuente: Pamela Naranjo Ll.



Figura No. 132 y 133: Conductometría electrónica de ambas piezas
Fuente: Pamela Naranjo Ll.



Figura No. 134 y 135: Lectura dada por el iPex
Fuente: Pamela Naranjo Ll.



Figura No. 136 y 137: Radiografía de la conductometría electrónica de ambas piezas, ambos casos están cortos por 4mm con respecto al ápice radiográfico.
Fuente: Pamela Naranjo Ll.



Figura No. 138 y 139: Instrumentación manual en ambas piezas, con la primera lima en la longitud de trabajo

Fuente: Pamela Naranjo Ll.



Figura No. 140 y 141: Instrumentación manual en ambas piezas, con la segunda lima en la longitud de trabajo

Fuente: Pamela Naranjo Ll.

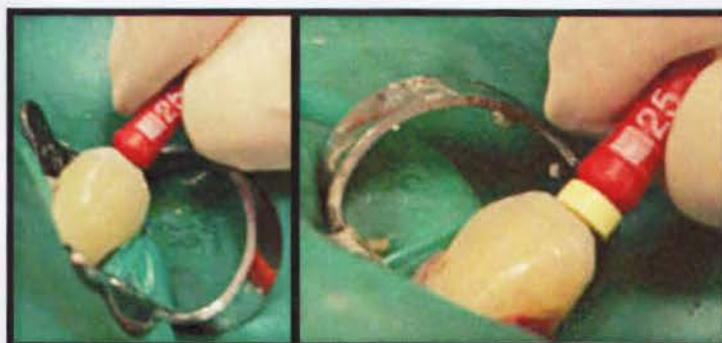


Figura No. 142 y 143: Instrumentación manual en ambas piezas, con la tercera lima en la longitud de trabajo

Fuente: Pamela Naranjo Ll.

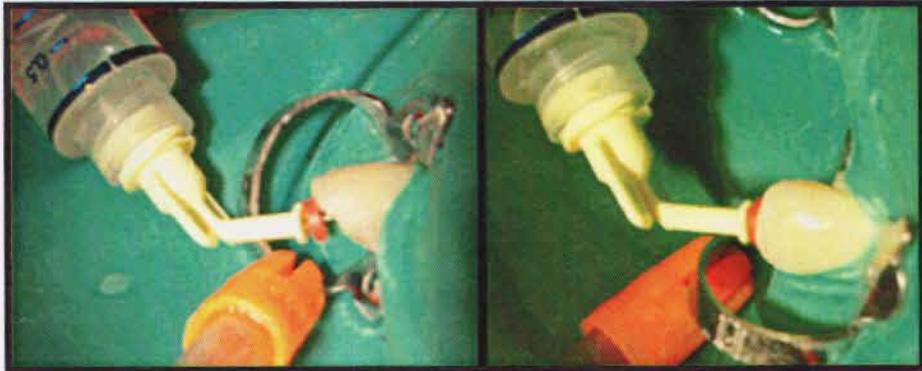


Figura No. 144 y 145: Irrigación copiosa entre cambio de limas
Fuente: Pamela Naranjo Ll.

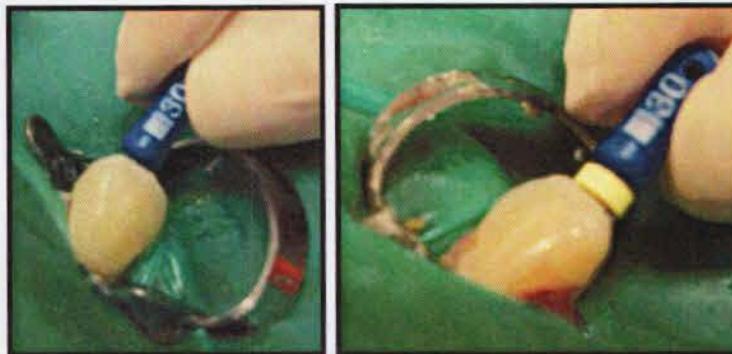


Figura No. 146 y 147: Instrumentación manual en ambas piezas, con la cuarta lima en la longitud de trabajo
Fuente: Pamela Naranjo Ll.

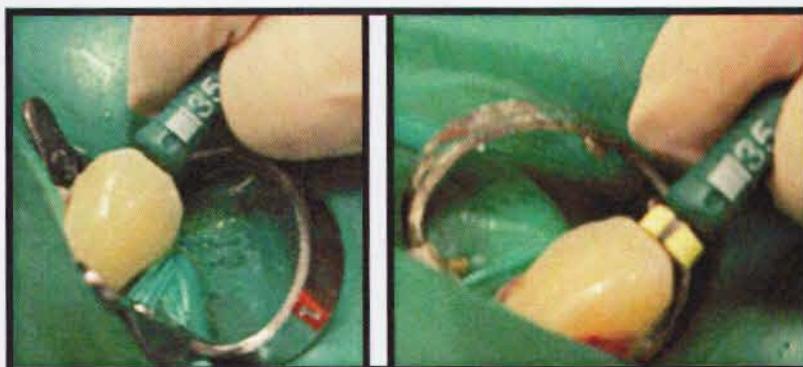


Figura No. 148 y 149: Instrumentación manual en ambas piezas, con la quinta lima en la longitud de trabajo
Fuente: Pamela Naranjo Ll.

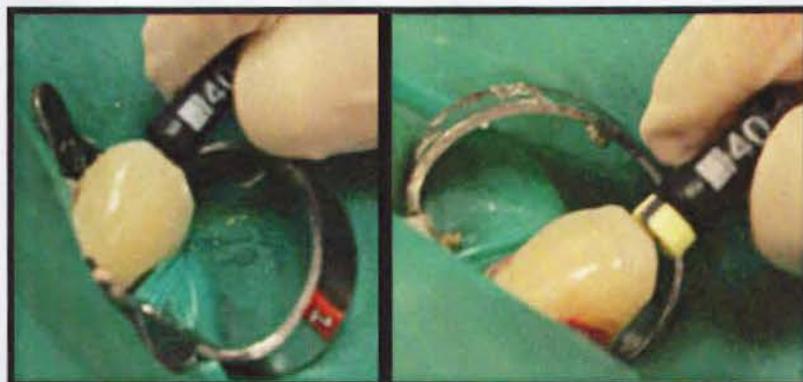


Figura No. 150 y 151: Instrumentación manual en ambas piezas, con la sexta lima en la longitud de trabajo
Fuente: Pamela Naranjo Ll.

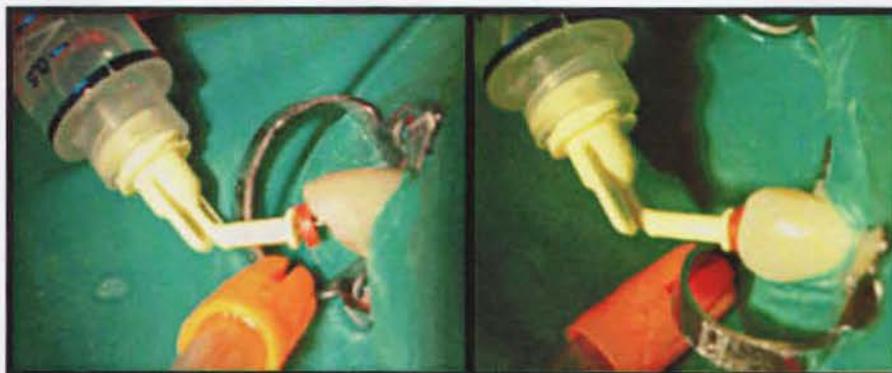


Figura No. 152 y 153: Irrigación final antes de la obturación
Fuente: Pamela Naranjo Ll.

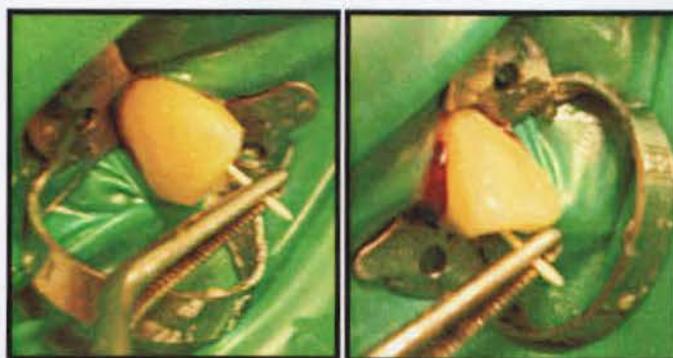


Figura No. 154 y 155: Secado de los conductos radiculares con conos de papel absorbente
Fuente: Pamela Naranjo Ll.



Figura No. 156: Prueba del cono principal en ambas piezas dentarias
Fuente: Pamela Naranjo Ll.

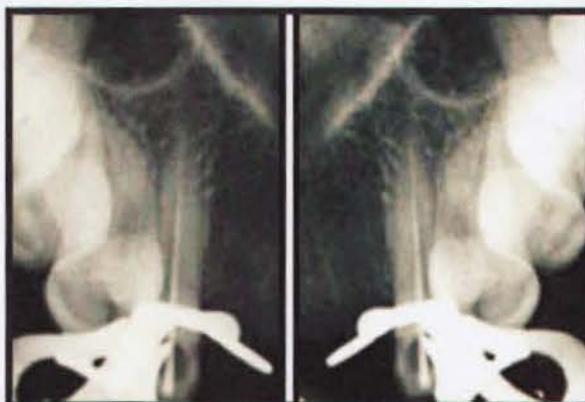


Figura No. 157 y 158: Radiografía de la conometría de ambas piezas dentarias
Fuente: Pamela Naranjo Ll.



Figura No. 159 y 160: Preparación del cemento obturador y colocación en el conducto
Fuente: Pamela Naranjo Ll.



Figura No. 161: Obturación de los conductos por condensación lateral
Fuente: Pamela Naranjo Ll.



Figura No. 162: Corte del penacho
Fuente: Pamela Naranjo Ll.



Figura No. 163: Limpieza de la cámara pulpar
Fuente: Pamela Naranjo Ll.



Figura No. 164: Piezas dentarias con endodoncias terminadas, obturadas provisionalmente

Fuente: Pamela Naranjo Ll.

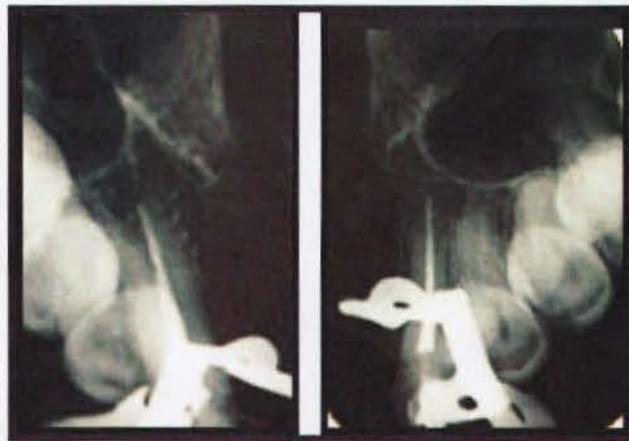


Figura No. 165 y 166: Radiografía final de ambas piezas dentarias

Fuente: Pamela Naranjo Ll.

Caso No. 4

Pieza: 11



Figura No. 167: Vista preoperatoria de la pieza dentaria a tratar
Fuente: Pamela Naranjo Ll.



Figura No. 168: Radiografía preoperatoria y cálculo de LAD (23mm)
Fuente: Pamela Naranjo Ll.



Figura No. 169: Aplicación de la anestesia
Fuente: Pamela Naranjo Ll.

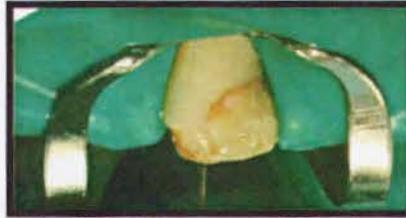


Figura No. 170: Pieza con aislamiento absoluto
Fuente: Pamela Naranjo Ll.



Figura No. 171: Apertura cameral
Fuente: Pamela Naranjo Ll.

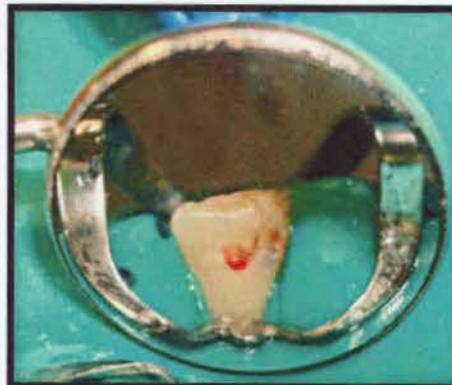


Figura No. 172: Pieza dentaria presenta vitalidad pulpar
Fuente: Pamela Naranjo Ll.



Figura No. 173: Primera lima para la conductometría radiográfica
Fuente: Pamela Naranjo Ll.



Figura No. 174: Toma radiográfica con técnica de paralelismo con el Endo-Ray II
Fuente: Pamela Naranjo Ll.



Figura No. 175: Conductometría radiográfica por el método de Ingle
(Longitud de trabajo final: 22mm)
Fuente: Pamela Naranjo Ll.



Figura No. 176: Extirpación pulpar y ligera instrumentación
Fuente: Pamela Naranjo Ll.



Figura No. 177: Irrigación copiosa con hipoclorito de sodio
Fuente: Pamela Naranjo Ll.



Figura No. 178 y 179: Secado de la cámara pulpar y del conducto radicular
Fuente: Pamela Naranjo Ll.



Figura No. 180: Conductometría electrónica
Fuente: Pamela Naranjo Ll.



Figura No. 181: Lectura dada por el iPex
Fuente: Pamela Naranjo Ll.



Figura No. 182: Radiografía de la conductometría electrónica. El LAE indica que a 23mm de longitud de trabajo está a 0.5mm del foramen apical.
Fuente: Pamela Naranjo Ll.



Figura No. 183, 184 y 185: Instrumentación manual con tercera, cuarta y quinta lima en la longitud de trabajo
Fuente: Pamela Naranjo Ll.

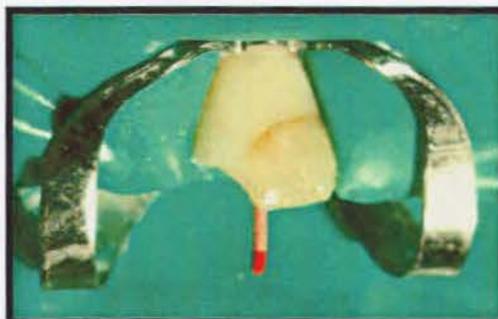


Figura No. 186: Prueba del cono principal
Fuente: Pamela Naranjo Ll.

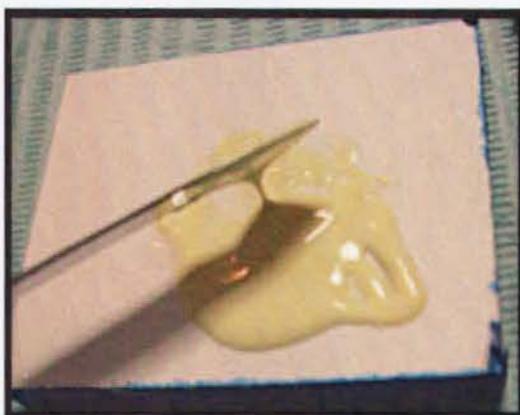


Figura No. 187: Preparación del cemento para la obturación
Fuente: Pamela Naranjo Ll.

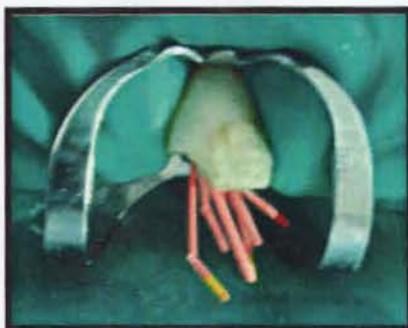


Figura No. 188: Obturación del conducto por condensación lateral
Fuente: Pamela Naranjo Ll.



Figura No. 189: Radiografía del penacho
Fuente: Pamela Naranjo Ll.



Figura No. 190: Cámara pulpar limpia
Fuente: Pamela Naranjo Ll.



Figura No. 191: Pieza dentaria con endodoncia terminada y restauración provisional

Fuente: Pamela Naranjo Ll.



Figura No. 192: Radiografía final

Fuente: Pamela Naranjo Ll.

RESULTADOS

Se aplicó la prueba T pareada para comparar el método radiográfico con el método electrónico. Se encontró que no hay diferencias significativas entre estos dos métodos. Sin embargo, se vio que en dientes con raíces largas, como en los caninos, el localizador apical electrónico dio lecturas cortas.

CONCLUSIONES

1. El localizador apical electrónico es eficaz en la determinación de la longitud de trabajo. No obstante, no se debe reemplazar al método radiográfico debido a que el método electrónico en ocasiones da lecturas falsas.
2. Siempre, al usar un localizador apical electrónico, debemos eliminar el tejido pulpar del interior del conducto radicular ya que éste puede provocar el malfuncionamiento del dispositivo electrónico.
3. El método radiográfico es eficaz para ver las estructuras anatómicas del diente, tales como las curvaturas de los conductos y para la conductometría. No obstante, tiene fallas por las posibles distorsiones de la imagen.
4. Para llegar a una correcta determinación de la longitud de trabajo es preferible aplicar la mayor cantidad de métodos posibles ya que ninguno por sí solo es totalmente exacto.

RECOMENDACIONES

1. Al momento de hacer la conductometría electrónica se recomienda usar una lima de calibre compatible con la del conducto.
2. La lima que va agarrada del clip del dispositivo no puede entrar en contacto con saliva ni restauraciones metálicas ya que esto interfiere con la lectura del mismo.
3. Antes de usar el LAE es necesario que se sequen la cámara pulpar y el conducto radicular, ya que esto minimiza los errores de lectura del dispositivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Soares I., Goldberg F. **ENDODONCIA: TÉCNICAS Y FUNDAMENTOS.** Edit. Médica Panamericana. 2002; Capítulo 4: 21-24; Capítulo 79-84.
2. Basrani. E et al. **INTRODUCCIÓN A LA ANATOMÍA INTERNA DE PIEZAS DENTARIAS.** Rev. Esp. Endodoncia. 1994; 12 (1): 5-7.
3. Garg N., Garg A. **TEXTBOOK OF ENDODONTICS.** JP Medical Ltd. Publisher. 2º Edition. 2010; Chapter 13: 167-169.
4. Tobón Diego. **MANUAL BÁSICO DE ENDODONCIA.** Corporación para Investigaciones Biológicas. 2003; Capítulo 2.
5. Garg N., Garg A. **REVIEW OF ENDODONTICS AND OPERATIVE DENTISTRY.** Jyapee Brothers Medical Publishers. 2008. 1º Edition. Chapter 2.
6. Ingle J., Bakland L. **ENDODONTICS. VOLUME 1.** PMPH-USA Publisher. 5º Edition 2002; Chapter 2: 28-31; Chapter 10: 508-523.
7. Canalda C., Brau E. **ENDODONCIA: TÉCNICAS CLÍNICAS Y BASES CIENTÍFICAS.** Editorial Masson. 2001; Capítulo 3: 14-27; Capítulo 9: 93-99.
8. Scheid R., Weiss G. **WOELFEL'S DENTAL ANATOMY: IT'S RELEVANCE TO DENTISTRY.** Lippincott Williams & Wilkins Publishers. 8º Edition. 2011; Chapter 8: 231-234.
9. Zeledón R. **GUÍA PARA ENDODONCIA PRÁCTICA PRECLÍNICA.** Editorial Universidad de Costa Rica. 2005; Capítulo 1: 7-8.
10. Torabinejad M. **ENDODONCIA. PRINCIPIOS Y PRÁCTICA.** Editorial Elsevier España. 4º Edición. 2009; Capítulo 1: 4-5.
11. Inamdar S., Sureshchandra B. **ELECTRONIC APEX LOCATORS: A MILLENIUM PERSPECTIVE.** Endodontology. Volume 17, Number 2. December 2005; 37-41.

12. Gordon MPJ, Chandler NP. **ELECTRONIC APEX LOCATORS.** International Endodontic Journal. 2004; 37: 425 – 437.
13. Kuttler, Y. **MICROSCOPIC INVESTIGATION OF ROOT APEXES.** Journal of American Dental Association, 1955; 50: 544-52.
14. Pejoan J. **MONOGRAFÍA DE LA ENDODONCIA. Revista Endoroot. Comunidad de Endodoncia. 2007**
<http://www.endoroot.com/modules/news/article.php?storyid=57>
15. Kuttler, Y. **ENDODONCIA PRÁCTICA PARA ESTUDIANTES Y PROFESIONALES DE ODONTOLOGÍA.** Editorial "A.L.P.H.A". México. 1961; 303-330.
16. Hoer D, Attin T. **THE ACCURACY OF ELECTRONIC WORKING LENGTH DETERMINATION.** International Endodontic Journal. 2004; 37:125 – 131.
17. Kohli A. **TEXT BOOK OF ENDODONTICS.** Editorial Elsevier India. 2009; Chapter 11: 144- 153.
18. Coolidge E. **ANATOMY OF THE ROOT APEX IN RELATION TO TREATMENT PROBLEMS.** Journal of the American Dental Association. 1929; 1456-1465.
19. Riccuci, D. **APICAL LIMIT OF ROOT CANAL INSTRUMENTATION AND OBTURATION, PART 1. LITERATURE REVIEW.** Int. Endod Journal 1998; 31: 384-393.
20. Baugh D., Wallace J. **THE ROLE OF APICAL INSTRUMENTATION IN ROOT CANAL TREATMENT: A RIVIEW OF THE LITERATURE.** Journal of Endodontics. Volume 31, Number 5. 2005; 333-338.
21. Sharma M., Arora G. **DETERMINATION OF WORKING LENGTH OF ROOT CANAL.** MJAFI. Volume 66, Number 3. 2010. 331-334.

22. Dummer PM, McGinn JH, Rees DG. **THE POSITION AND TOPOGRAPHY OF THE APICAL CANAL CONSTRICTION AND APICAL FORAMEN.** International Endodontic Journal. 1984; 17: 192–198.
23. Ferraris M., Campos A. **HISTOLOGÍA, EMBRIOLOGÍA E INGENIERÍA TISULAR BUCODENTAL.** Editorial Médica Panamericana. 3° Edición. 2009; 358 (14):468.
24. Oliver R., Siliceo G., Luna C., Lamas R. **EXACTITUD DE LOS LOCALIZADORES APICALES ELECTRÓNICOS FRENTE AL MÉTODO RADIOGRÁFICO CONVENCIONAL EN LA OBTENCIÓN DE LA LONGITUD DE TRABAJO EN DIENTES JÓVENES.** Revista Oral. Número 31. 2009; 505-510.
25. Stein T, Corcoran J. **ANATOMY OF THE ROOT APEX AND ITS HISTOLOGIC CHANGES WITH AGE.** Oral Surgery, Oral Medicine, and Oral Pathology. Volume 69. 1990; 238–242.
26. Malueg L, Wilcox L, Johnson W. **EXAMINATION OF EXTERNAL APICAL ROOT RESORPTION WITH SCANNING ELECTRON MICROSCOPY.** Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics Volume 82. 1996; 89–93.
27. Blaskovic-Subat V, Maricic B, Sutalo J. **ASYMMETRY OF THE ROOT CANAL FORAMEN.** International Endodontic Journal Volume 25. 1992; 158–164.
28. American Association of Endodontists. **GLOSSARY: CONTEMPORARY TERMINOLOGY FOR ENDODONTICS.** American Association of Endodontists. Chicago. 6° Edition. 1998.
29. Baumann M., Beer R. **ENDODONTOLOGY. COLOR ATLAS OF DENTAL MEDICINE SERIES.** Editorial Thieme. 2° Edition. 2010. Chapter 19.

30. Ingle J., Bakland L., Baumgartner J. **INGLE'S ENDODONTICS 6**. PMPH-USA Publisher. 6° Edition. 2008; Chapter 1: 23-29.
31. Ash, Major M. **ANATOMÍA DENTAL, FISIOLÓGÍA Y OCLUSIÓN DE WHEELER**. Nueva Editorial Interamericana. 6° Edición. México. 1986.
32. Hegde J. **ENDODONTICS**. Elsevier India Publisher. 1° Edition. 2008; Capítulo 7 y Capítulo 8.
33. Walton R., Torabinejad M. **ENDODONCIA: PRINCIPIOS Y PRÁCTICA**. McGraw-Hill Interamericana. 2° Edición. México. 1997; Capítulo 12: 208-213.
34. Lu Tang et al. **TOOTH ANATOMY RISK FACTORS INFLUENCING ROOT CANAL WORKING LENGTH ACCESSIBILITY**. International Journal of Oral Science. Volume 3. 2011; 135-140.
35. Oliver R., Luna C. **LONGITUD DE TRABAJO**. Revista Oral. Número 27. 2007; 426-431.
36. Vertucci, Frank J. **ROOT CANAL ANATOMY OF THE HUMAN PERMANENT TEETH**. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1984; 58:589-599.
37. Stropko, J.J. **CANAL MORPHOLOGY OF MAXILLARY MOLARS, CLINICAL OBSERVATIONS OF CANAL CONFIGURATIONS**. J Endod. 1990; 25: 446-450.
38. Kulild, J.C., Peters, D. D. **INCIDENCE AND CONFIGURATION OF CANAL SYSTEMS IN THE MESIOBUCCAL ROOT OF MAXILLARY FIRST AND SECOND MOLARS**. J Endod: 1990; 16: 311-317.
39. Mizutani T., Ohno N., Nakamura. **ANATOMICAL STUDY OF THE ROOT APEX IN THE MAXILLARY ANTERIOR TEETH**. J Endod. 1992; 18:344-347.
40. Ponce E., Vilar, Fernández J. **THE CEMENTO-DENTINO CANAL JUNCTION, THE APICAL FORAMEN AND THE APICAL**

- CONSTRICTION: EVALUATION BY OPTICAL MICROSCOPY.** J Endod. 2003; 29: 214-219.
41. Shanmugaraj M, Nivedha R, Mathan R, Balagopal S. **EVALUATION OF WORKING LENGTH DETERMINATION METHODS: AN *IN VIVO* / *EX VIVO* STUDY.** Indian Journal of Dental Research. 2007; 18: 60-62.
42. Chopra V., Grover S., Prasad S. **IN VITRO EVALUATION OF THE ACCURACY OF TWO ELECTRONIC APEX LOCATORS.** Journal of Conservatory Dentistry. 2008; 11:82-85.
43. Mjör I., Smith M., Ferrari M., Manocci F. **THE STRUCTURE OF DENTINE IN APICAL REGION OF HUMAN TEETH.** International Endodontic Journal. 2001; (34): 346-353.
44. Cohen S., Burns R. **VÍAS DE LA PULPA.** Editorial Harcourt. 7° Edición. 1999; Caípulo 9: 209-212.
45. Serota K., Vera J., Barnett F., Nahmias Y. **THE NEW ERA OF FORAMENAL LOCATION.** Journal of Oral Health. August 2004; 48-54.
46. Rosenberg D. **THE PAPER POINT TECHNIQUE, PART 1.** Dent Today 2003; 22: 80-86.
47. Arenal J., Rivera E., Caplan D., Trope M. **EVALUATING THE PAPER POINT TECHNIQUE FOR LOCATING THE APICAL FORAMEN AFTER CANAL PREPARATION.** University of North Carolina & University of Iowa. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. November 2009; 108: e101-e105.
48. Wang C., Prasad K. **ACCURACY OF A NEW APEX LOCATOR APEX NRG BLUE AN IN-VITRO STUDY.** Annals and Essences of Dentistry. Volume 2. Issue 3. September 2010; 1-3.

49. Martínez M. **APORTACIÓN METODOLÓGICA A LA DETERMINACIÓN DE LA LONGITUD DE TRABAJO EN ENDODONCIA.** Universitat de València. 1998; 1-211.
50. J. Beverly. **INTERPRETATION OF ENDODONTIC FILE LENGTHS USING RADIOVISIOGRAPHY.** Journal of Endodontics. Volume 20. Number 11, 1994; 542-545.
51. Méndez C., Ordóñez A. **RADIOLOGÍA EN LA ENDODONCIA: SU APLICACIÓN ANTES, DURANTE Y DESPUÉS DEL TRATAMIENTO.** Odontología Actual. Número 61. 2008.
52. Machado B., Ricardo A., Machado M. **AValiação Comparativa da Eficiência Odontométrica da Radiografia Digital em Relação ao Sistema Convencional.** 2002; 1-14.
53. Martinez, M., Corner, L., Sanchez, J., Llena, P. **METHODOLOGICAL CONSIDERATIONS IN THE DETERMINATION OF WORKING LENGTH.** International Endodontic Journal. 2001; 34:371-376.
54. Christensen S. **AN IN VITRO COMPARISON OF WORKING LENGTH ACCURACY BETWEEN A DIGITAL SYSTEM AND CONVENTIONAL FILM WHEN VERTICAL ANGULATION OF THE OBJECT IS VARIABLE.** Indiana University, 2009.
55. Johnson W. **COLOR ATLAS OF ENDODONTICS.** W.B Saunders Company.Publisher. 2002; Chapter 3; 256.
56. Fouad A., Krell K., McKendry D., Koorbusch G., Olson R. **CLINICAL EVALUATION OF FIVE ELECTRONIC ROOT CANAL LENGTH MEASURING INSTRUMENTS.** J Endod 1990; 16: 446-9.
57. Shabahang S., Goon W., Gluskin A. **AN IN VIVO EVALUATION OF ROOT ZX ELECTRONIC APEX LOCATOR.** J Endod 1996; 22: 616-18.

58. Ebrahim A., Wadachi R, Suda H. **ACCURACY OF THREE DIFFERENT ELECTRONIC APEX LOCATORS IN DETECTING SIMULATED HORIZONTAL AND VERTICAL ROOT FRACTURES.** Aust Endod J 2006; 32: 64–9.
59. Ebrahim A., Wadachi R, Suda H. **EX VIVO EVALUATION OF THE ABILITY OF FOUR DIFFERENT ELECTRONIC APEX LOCATORS TO DETERMINE THE WORKING LENGTH IN TEETH WITH VARIOUS FORAMEN DIAMETERS.** Aust Dent J 2006; 51:258–62.
60. Shanmugaraj M., Nivedha R., Mathan R., Balagopal S. **EVALUATION OF WORKING LENGTH DETERMINATION METHODS: AN IN VIVO/EX VIVO STUDY.** Indian Journal of Dental Research. 2007; 18: 60-62.
61. Vatkar N., Sathe S., Hegde V. **IN VITRO EVALUATION OF THE EFFICACY OF FIVE APEX LOCATORS.** Endodontology. 2008; 20(2):36-42.
62. Lasala A. **ENDODONCIA.** Salvat Editores S.A. 3ª Edición. 1979; 289-296.
63. Plotino G., Grande N., Brigante L., Lesti B., Somma F. **EX VIVO ACCURACY OF THREE ELECTRONIC APEX LOCATORS: ROOT ZX, ELEMENTS DIAGNOSTIC UNIT AND APEX LOCATOR AND PROPEX.** International Endodontic Journal. 2006; 39: 408-414.
64. Ramos P. **MANUAL DE ENDODONCIA.** Capitulo 3. 2011; 43. <http://es.scribd.com/doc/50594834/5/Paso-5-Preparacion-del-conducto-radicular>
65. Schilder H. **CLEANING AND SHAPING THE ROOT CANAL.** Dental Clinics of North America. 1974
66. Sjogren U., Hagglund B., Sundqvist G. Wing K. **FACTORS AFFECTING THE LONG- TERM RESULTS OF ENDODONTIC TREATMENT.** Journal of Endodontics. 1990; 16: 498-504.

67. ElAyouti A., Weiger R., Lost C. **FREQUENCY OF OVERINSTRUMENTATION WITH AN ACCEPTABLE RADIOGRAPHIC WORKING LENGTH.** Journal of Endodontics. 2001; 27: 49-52.
68. García M., Luna C., Oliver R. **EXACTITUD DE DIFERENTES MÉTODOS PARA DETERMINAR LA LONGITUD DE TRABAJO: ESTUDIO IN VITRO.** Revista Oral. Número 34. 2010; 613-617.
69. Olmos J., García A., Dilascio M., Urmendiz G. **EFICACIA CLÍNICA DEL LOCALIZADOR APICAL ELECTRÓNICO YC-RAF-1 ROOT APEX FINDER.** Electronic Journal of Endodontics Rosario. Volumen 2. 2008; 91-95.
70. Shahi S., Rahimi S., Salem A., Asghari M., Djoorabaf G. **COMPARISON BETWEEN THE ACCURACY OF NOVAPEX APEX LOCATOR AND RADIOGRAPHS IN DETERMINING RADIOGRAPHIC APEX.** International Endodontic Journal. Volume 6, Number 2. 2011; 65-68.
71. Williams C., Joyce A., Roberts S. **A COMPARISON BETWEEN IN VIVO RADIOGRAPHIC WORKING LENGTH DETERMINATION AND MEASUREMENT AFTER EXTRACTION.** Journal of Endodontics. Volume 32, Number 7. 2006; 624-627.
72. Ingle J. **PDQ ENDODONTICS.** PMPH-USA. 2º Edition, 2009; 158 (6): 339.
73. Universidad Nacional Autónoma de México. **<http://www.iztacala.unam.mx/rrivas/NOTAS/Notas6Histologia/anamedidas.html#contenidounidad>**
74. Nekoofar M., Ghandi M., Hayes S., Dummer P. **THE FUNDAMENTAL OPERATING PRINCIPLES OF ELECTRONIC ROOT CANAL LENGTH MEASUREMENT DEVICES.** International Endodontic Journal. Volume 39. 2006; 595-609.

75. Pomés V. **LOCALIZADORES ELECTRÓNICOS DE ÁPICE.** Sociedad de Endodoncia de Chile. 2002; 4-5.
76. Custer L. **EXACT METHOD OF LOCATING THE APICAL FORAMEN.** J. Natl. Dent. Assoc. 1918; 5: 815-819.
77. Sunada I. **NEW METHOD FOR MEASURING THE LENGTH OF THE ROOT CANAL.** J. Dent. Rest. 1962; 41: 375-387.
78. Inoue N. **AN AUDIOMETRIC METHOD FOR DETERMINING THE LENGTH OF ROOT CANALS.** J. Can. Dent. Assoc. 1973; 39: 630-636.
79. Huang L. **AN EXPERIMENTAL STUDY OF THE PRINCIPLE OF ELECTRONIC ROOT CANAL MEASUREMENT.** J. Endod. 1987; 13: 60-63.
80. Kobayashi C., Suda H. **NEW ELECTRONIC CANAL MEASURING DEVICE BASED ON THE RATIO METHOD.** J. Endod. 1994; 20: 111-114.
81. Trope M. Rabie G., Tronstad L. **ACCURACY OF AN ELECTRONIC APEX LOCATOR UNDER CONTROLLED CLINICAL CONDITIONS.** Endod. Dent. Traumatol. 1985; 1: 142-145.
82. Ushiyama J. **NEW PRINCIPLE AND METHOD FOR MEASURING THE ROOT CANAL LENGTH.** J. Endod. 1983; 9: 97-104.
83. Tidmarsh B., Sherson W., Stalker N. **ESTABLISHING ENDODONTIC WORKING LENGTH: A COMPARISON OF RADIOGRAPHIC AND ELECTRONIC METHODS.** N Z Dent J. 1985; 81: 93-96.
84. Ushiyama J. **NEW PRINCIPLE AND METHOD FOR MEASURING THE ROOT CANAL LENGTH.** J. Endod. 1983; 9: 97-104.
85. MacDonald N., Hovland E. **AN EVALUATION OF THE APEX LOCATOR ENDOCATER.** Journal of Endodontics. 1990; 16: 5-8.

86. Hasegawa K., Ilzuka M., Takei N. **A NEW METHOD AND APPARATUS FOR MEASURING ROOT CANAL LENGTH.** J. Nihon Univ Sch Dent. 1986; 28: 117.
87. Foauad A., Krell K., McKendry D., Koorbursh G., Olson R. **CLINICAL EVALUATION OF FIVE ELECTRONIC ROOT CANAL LENGTH MEASURING INSTRUMENTS.** J. Endod. 1990; 16: 446-449.
88. Smadi L. **COMPARISON BETWEEN TWO METHODS OF WORKING LENGTH DETERMINATION AND ITS EFFECT ON RADIOGRAPHIC EXTENT OF ROOT CANAL FILLING: A CLINICAL STUDY.** BMC Oral Health. 2006: 1-6.
89. Sadeghi S., Abolghasemi M. **THE EFFECT OF IRRIGATING SOLUTIONS ON THE ACCURACY OF THE RAYPEX 5 APEX LOCATOR.** Dent. Res. J. 2008; 5 (1): 27-30.
90. Frank A., Torabinejad M. **AN IN VIVO EVALUATION OF ENDEX ELECTRONIC APEX LOCATOR.** J Endod. 1993; 19: 177-179.
91. Kaufman A., Keila S., Yoshpe M. **ACCURACY OF A NEW APEX LOCATOR: AN IN VITRO STUDY.** International Endodontic Journal. 2002; 35: 186-192.
92. Tinaz A., Maden M., Aydin C., Turkoz E. **THE ACCURACY OF THREE DIFFERENT ELECTRONIC ROOT CANAL MEASURING DEVICES: AN IN VITRO EVALUATION.** Journal of Oral Science. 2002; 44: 91-95.
93. Gates E. **INTRODUCTION TO ELECTRONICS.** Cengage Learning Publisher. 6th Edition. 2011; 127 (11): 579.
94. Kobayashi C. **ELECTRONIC CANAL LENGTH MEASUREMENT.** Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1995; 79: 226-231.
95. Sharma M. Arora G. **DETERMINATION OF WORKING LENGTH OF ROOT CANAL.** MJAFI. Volume 66, No. 3. 2010; 231-234.

96. Beach C., Bramwell J., Hutter J. **USE OF AN ELECTRONIC APEX LOCATOR ON A CARDIAC PACEMAKER PATIENT.** J Endod. 1996; 22: 182-184.
97. Garofalo R., Ede E., Dorn S., Kuttler S. **EFFECT OF ELECTRONIC APEX LOCATORS ON CARDIAC PACEMAKER FUNCTION.** Journal of Endodontics of the American Association. Volume 28, Number 12. December 2002; 831-833.
98. http://www.jmoritausea.com/ifumsds/DP-RCM_M8037-EA-2.pdf
99. Flores S. **MANUAL DE PRÁCTICA DE ENDODONCIA CLÍNICA.** Instituto de Ciencias Biomédicas del Programa de Odontología de la Universidad Autónoma de Ciudad de Juárez. 2004; Capítulo 5.

ANEXOS

Estudio in vivo del Localizador apical electrónico vs. Radiografía convencional en la determinación de la Longitud de Trabajo en dientes unirradiculares

CASO CLÍNICO #5

<u>PIEZA</u>	<u>ESTADO PULPAR</u>	<u>LAD</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA RADIOGRÁFICA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA ELECTRÓNICA</u>
11	VITAL	15mm	14mm	14mm (0.5)

<u>RADIOGRAFÍA PREOPERATORIA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA RADIOGRÁFICA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA ELECTRÓNICA</u>
		

Estudio in vivo del Localizador apical electrónico vs. Radiografía convencional en la determinación de la Longitud de Trabajo en dientes unirradiculares

CASO CLÍNICO #6

<u>PIEZA</u>	<u>ESTADO PULPAR</u>	<u>LAD</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA RADIOGRÁFICA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA ELECTRÓNICA</u>
23	VITAL	27mm	25mm	25mm (2)

<u>RADIOGRAFÍA PREOPERATORIA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA RADIOGRÁFICA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA ELECTRÓNICA</u>
		

Estudio in vivo del Localizador apical electrónico vs. Radiografía convencional en la determinación de la Longitud de Trabajo en dientes unirradiculares

CASO CLÍNICO #7

<u>PIEZA</u>	<u>ESTADO PULPAR</u>	<u>LAD</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA RADIOGRÁFICA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA ELECTRÓNICA</u>
21	VITAL	23mm	22mm	23mm (0.5)

<u>RADIOGRAFÍA PREOPERATORIA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA RADIOGRÁFICA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA ELECTRÓNICA</u>
		

Estudio in vivo del Localizador apical electrónico vs. Radiografía convencional en la determinación de la Longitud de Trabajo en dientes unirradiculares

CASO CLÍNICO #8

<u>PIEZA</u>	<u>ESTADO PULPAR</u>	<u>LAD</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA RADIOGRÁFICA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA ELECTRÓNICA</u>
22	VITAL	14mm	17mm	17mm (0.9)

<u>RADIOGRAFÍA PREOPERATORIA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA RADIOGRÁFICA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA ELECTRÓNICA</u>
		

Estudio in vivo del Localizador apical electrónico vs. Radiografía convencional en la determinación de la Longitud de Trabajo en dientes unirradiculares

CASO CLÍNICO #9

<u>PIEZA</u>	<u>ESTADO PULPAR</u>	<u>LAD</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA RADIOGRÁFICA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA ELECTRÓNICA</u>
15	VITAL	22mm	21mm	21mm (2)

<u>RADIOGRAFÍA PREOPERATORIA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA RADIOGRÁFICA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA ELECTRÓNICA</u>
		

Estudio in vivo del Localizador apical electrónico vs. Radiografía convencional en la determinación de la Longitud de Trabajo en dientes unirradiculares

CASO CLÍNICO #10

<u>PIEZA</u>	<u>ESTADO PULPAR</u>	<u>LAD</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA RADIOGRÁFICA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA ELECTRÓNICA</u>
22	VITAL	20mm	19mm	17mm (0.5)

RADIOGRAFÍA PREOPERATORIA	CONDUCTOMETRÍA RADIOGRÁFICA	CONDUCTOMETRÍA ELECTRÓNICA
		

Estudio in vivo del Localizador apical electrónico vs. Radiografía convencional en la determinación de la Longitud de Trabajo en dientes unirradiculares

CASO CLÍNICO #11

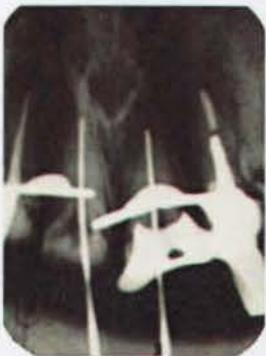
<u>PIEZA</u>	<u>ESTADO PULPAR</u>	<u>LAD</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA RADIOGRÁFICA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA ELECTRÓNICA</u>
23	VITAL	24mm	22mm	21mm (0.5)

<u>RADIOGRAFÍA PREOPERATORIA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA RADIOGRÁFICA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA ELECTRÓNICA</u>
		

Estudio in vivo del Localizador apical electrónico vs. Radiografía convencional en la determinación de la Longitud de Trabajo en dientes unirradiculares

CASOS CLÍNICOS #12 Y #13

<u>PIEZA</u>	<u>ESTADO PULPAR</u>	<u>LAD</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA RADIOGRÁFICA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA ELECTRÓNICA</u>
11	VITAL	17mm	17mm	17mm (0.9)
21	VITAL	16mm	16mm	16mm (1.5)

<u>RADIOGRAFÍA PREOPERATORIA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA RADIOGRÁFICA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA ELECTRÓNICA</u>
		

Estudio in vivo del Localizador apical electrónico vs. Radiografía convencional en la determinación de la Longitud de Trabajo en dientes unirradiculares

CASO CLÍNICO #14

<u>PIEZA</u>	<u>ESTADO PULPAR</u>	<u>LAD</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA RADIOGRÁFICA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA ELECTRÓNICA</u>
11	VITAL	15mm	14mm	14mm (0.5)

<u>RADIOGRAFÍA PREOPERATORIA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA RADIOGRÁFICA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA ELECTRÓNICA</u>
		

Estudio in vivo del Localizador apical electrónico vs. Radiografía convencional en la determinación de la Longitud de Trabajo en dientes unirradiculares

CASO CLÍNICO #15

<u>PIEZA</u>	<u>ESTADO PULPAR</u>	<u>LAD</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA RADIOGRÁFICA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA ELECTRÓNICA</u>
12	VITAL	20mm	19mm	19mm (1.5)

<u>RADIOGRAFÍA PREOPERATORIA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA RADIOGRÁFICA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA ELECTRÓNICA</u>
		

Estudio in vivo del Localizador apical electrónico vs. Radiografía convencional en la determinación de la Longitud de Trabajo en dientes unirradiculares

CASO CLÍNICO #16

<u>PIEZA</u>	<u>ESTADO PULPAR</u>	<u>LAD</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA RADIOGRÁFICA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA ELECTRÓNICA</u>
13	VITAL	25mm	24mm	24mm (0.7)

<u>RADIOGRAFÍA PREOPERATORIA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA RADIOGRÁFICA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA ELECTRÓNICA</u>
		

Estudio in vivo del Localizador apical electrónico vs. Radiografía convencional en la determinación de la Longitud de Trabajo en dientes unirradiculares

CASO CLÍNICO #17

<u>PIEZA</u>	<u>ESTADO PULPAR</u>	<u>LAD</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA RADIOGRÁFICA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA ELECTRÓNICA</u>
32	VITAL	19mm	21mm	21mm (0.5)

<u>RADIOGRAFÍA PREOPERATORIA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA RADIOGRÁFICA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA ELECTRÓNICA</u>
		

Estudio in vivo del Localizador apical electrónico vs. Radiografía convencional en la determinación de la Longitud de Trabajo en dientes unirradiculares

CASOS CLÍNICOS #18 Y #19

<u>PIEZA</u>	<u>ESTADO PULPAR</u>	<u>LAD</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA RADIOGRÁFICA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA ELECTRÓNICA</u>
11	VITAL	19mm	21mm	21mm (0.7)
12	VITAL	17mm	17mm	17mm (0.9)

<u>RADIOGRAFÍA PREOPERATORIA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA RADIOGRÁFICA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA ELECTRÓNICA</u>
		

Estudio in vivo del Localizador apical electrónico vs. Radiografía convencional en la determinación de la Longitud de Trabajo en dientes unirradiculares

CASO CLÍNICO #20

<u>PIEZA</u>	<u>ESTADO PULPAR</u>	<u>LAD</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA RADIOGRÁFICA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA ELECTRÓNICA</u>
21	VITAL	20mm	21mm	21mm (0.8)

<u>RADIOGRAFÍA PREOPERATORIA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA RADIOGRÁFICA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA ELECTRÓNICA</u>
		

Estudio in vivo del Localizador apical electrónico vs. Radiografía convencional en la determinación de la Longitud de Trabajo en dientes unirradiculares

CASO CLÍNICO #21

<u>PIEZA</u>	<u>ESTADO PULPAR</u>	<u>LAD</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA RADIOGRÁFICA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA ELECTRÓNICA</u>
21	VITAL	22mm	21mm	21mm (0.5)

<u>RADIOGRAFÍA PREOPERATORIA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA RADIOGRÁFICA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA ELECTRÓNICA</u>
		

Estudio in vivo del Localizador apical electrónico vs. Radiografía convencional en la determinación de la Longitud de Trabajo en dientes unirradiculares

CASO CLÍNICO #22 Y #23

<u>PIEZA</u>	<u>ESTADO PULPAR</u>	<u>LAD</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA RADIOGRÁFICA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA ELECTRÓNICA</u>
11	VITAL	23mm	21mm	21mm (2)
22	VITAL	24mm	23mm	23mm (0.5)

<u>RADIOGRAFÍA PREOPERATORIA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA RADIOGRÁFICA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA ELECTRÓNICA</u>
		

Estudio in vivo del Localizador apical electrónico vs. Radiografía convencional en la determinación de la Longitud de Trabajo en dientes unirradiculares

CASO CLÍNICO #24

<u>PIEZA</u>	<u>ESTADO PULPAR</u>	<u>LAD</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA RADIOGRÁFICA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA ELECTRÓNICA</u>
11	VITAL	22mm	21mm	17mm (0.5)

<u>RADIOGRAFÍA PREOPERATORIA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA RADIOGRÁFICA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA ELECTRÓNICA</u>
		

Estudio in vivo del Localizador apical electrónico vs. Radiografía convencional en la determinación de la Longitud de Trabajo en dientes unirradiculares

CASO CLÍNICO #25 Y #26

<u>PIEZA</u>	<u>ESTADO PULPAR</u>	<u>LAD</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA RADIOGRÁFICA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA ELECTRÓNICA</u>
21	VITAL	18mm	21mm	21mm (0.5)
22	VITAL	16mm	18mm	17mm (1)

<u>RADIOGRAFÍA PREOPERATORIA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA RADIOGRÁFICA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA ELECTRÓNICA</u>
		

Estudio in vivo del Localizador apical electrónico vs. Radiografía convencional en la determinación de la Longitud de Trabajo en dientes unirradiculares

CASO CLÍNICO #27

<u>PIEZA</u>	<u>ESTADO PULPAR</u>	<u>LAD</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA RADIOGRÁFICA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA ELECTRÓNICA</u>
33	VITAL	24mm	22mm	22mm (2)

<u>RADIOGRAFÍA PREOPERATORIA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA RADIOGRÁFICA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA ELECTRÓNICA</u>
		

Estudio in vivo del Localizador apical electrónico vs. Radiografía convencional en la determinación de la Longitud de Trabajo en dientes unirradiculares

CASO CLÍNICO #28 Y #29

<u>PIEZA</u>	<u>ESTADO PULPAR</u>	<u>LAD</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA RADIOGRÁFICA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA ELECTRÓNICA</u>
21	VITAL	16mm	15mm	15mm (1.5)
22	VITAL	20mm	19mm	19mm (1)

<u>RADIOGRAFÍA PREOPERATORIA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA RADIOGRÁFICA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA ELECTRÓNICA</u>
		

Estudio in vivo del Localizador apical electrónico vs. Radiografía convencional en la determinación de la Longitud de Trabajo en dientes unirradiculares

CASO CLÍNICO #30

<u>PIEZA</u>	<u>ESTADO PULPAR</u>	<u>LAD</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA RADIOGRÁFICA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA ELECTRÓNICA</u>
21	NECRÓTICA	17mm	19mm	19mm (0.5)

<u>RADIOGRAFÍA PREOPERATORIA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA RADIOGRÁFICA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA ELECTRÓNICA</u>
		

Estudio in vivo del Localizador apical electrónico vs. Radiografía convencional en la determinación de la Longitud de Trabajo en dientes unirradiculares

CASO CLÍNICO #31

<u>PIEZA</u>	<u>ESTADO PULPAR</u>	<u>LAD</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA RADIOGRÁFICA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA ELECTRÓNICA</u>
22	VITAL	24mm	22mm	22mm (0.5)

<u>RADIOGRAFÍA PREOPERATORIA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA RADIOGRÁFICA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA ELECTRÓNICA</u>
		

Estudio in vivo del Localizador apical electrónico vs. Radiografía convencional en la determinación de la Longitud de Trabajo en dientes unirradiculares

CASO CLÍNICO #32

<u>PIEZA</u>	<u>ESTADO PULPAR</u>	<u>LAD</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA RADIOGRÁFICA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA ELECTRÓNICA</u>
12	VITAL	22mm	19mm	19mm (0.5)

<u>RADIOGRAFÍA PREOPERATORIA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA RADIOGRÁFICA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA ELECTRÓNICA</u>
		

Estudio in vivo del Localizador apical electrónico vs. Radiografía convencional en la determinación de la Longitud de Trabajo en dientes unirradiculares

CASO CLÍNICO #33

<u>PIEZA</u>	<u>ESTADO PULPAR</u>	<u>LAD</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA RADIOGRÁFICA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA ELECTRÓNICA</u>
13	VITAL	26mm	25mm	23mm (0.5)

<u>RADIOGRAFÍA PREOPERATORIA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA RADIOGRÁFICA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA ELECTRÓNICA</u>
		

Estudio in vivo del Localizador apical electrónico vs. Radiografía convencional en la determinación de la Longitud de Trabajo en dientes unirradiculares

CASO CLÍNICO #34

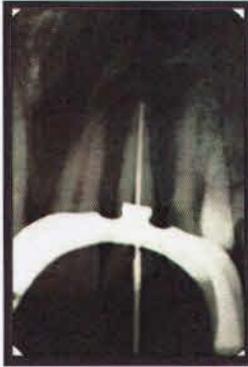
<u>PIEZA</u>	<u>ESTADO PULPAR</u>	<u>LAD</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA RADIOGRÁFICA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA ELECTRÓNICA</u>
13	VITAL	28mm	27mm	27mm (2)

<u>RADIOGRAFÍA PREOPERATORIA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA RADIOGRÁFICA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA ELECTRÓNICA</u>
		

Estudio in vivo del Localizador apical electrónico vs. Radiografía convencional en la determinación de la Longitud de Trabajo en dientes unirradiculares

CASO CLÍNICO #35

<u>PIEZA</u>	<u>ESTADO PULPAR</u>	<u>LAD</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA RADIOGRÁFICA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA ELECTRÓNICA</u>
22	VITAL	22mm	20mm	20mm (02)

<u>RADIOGRAFÍA PREOPERATORIA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA RADIOGRÁFICA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA ELECTRÓNICA</u>
		

Estudio in vivo del Localizador apical electrónico vs. Radiografía convencional en la determinación de la Longitud de Trabajo en dientes unirradiculares

CASO CLÍNICO #36

<u>PIEZA</u>	<u>ESTADO PULPAR</u>	<u>LAD</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA RADIOGRÁFICA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA ELECTRÓNICA</u>
22	VITAL	22mm	21mm	222mm (0.5)

<u>RADIOGRAFÍA PREOPERATORIA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA RADIOGRÁFICA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA ELECTRÓNICA</u>
		

Estudio in vivo del Localizador apical electrónico vs. Radiografía convencional en la determinación de la Longitud de Trabajo en dientes unirradiculares

CASO CLÍNICO #37

<u>PIEZA</u>	<u>ESTADO PULPAR</u>	<u>LAD</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA RADIOGRÁFICA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA ELECTRÓNICA</u>
43	VITAL	22mm	21mm	21mm (0.5)

<u>RADIOGRAFÍA PREOPERATORIA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA RADIOGRÁFICA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA ELECTRÓNICA</u>
		

Estudio in vivo del Localizador apical electrónico vs. Radiografía convencional en la determinación de la Longitud de Trabajo en dientes unirradiculares

CASO CLÍNICO #38

<u>PIEZA</u>	<u>ESTADO PULPAR</u>	<u>LAD</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA RADIOGRÁFICA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA ELECTRÓNICA</u>
41	NECRÓTICA	20mm	18mm	18mm (0.5)

<u>RADIOGRAFÍA PREOPERATORIA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA RADIOGRÁFICA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA ELECTRÓNICA</u>
		

Estudio in vivo del Localizador apical electrónico vs. Radiografía convencional en la determinación de la Longitud de Trabajo en dientes unirradiculares

CASO CLÍNICO #39

<u>PIEZA</u>	<u>ESTADO PULPAR</u>	<u>LAD</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA RADIOGRÁFICA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA ELECTRÓNICA</u>
32	NECRÓTICA	18mm	22mm	22mm (0.5)

<u>RADIOGRAFÍA PREOPERATORIA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA RADIOGRÁFICA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA ELECTRÓNICA</u>
		

Estudio in vivo del Localizador apical electrónico vs. Radiografía convencional en la determinación de la Longitud de Trabajo en dientes unirradiculares

CASO CLÍNICO #40

<u>PIEZA</u>	<u>ESTADO PULPAR</u>	<u>LAD</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA RADIOGRÁFICA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA ELECTRÓNICA</u>
23	VITAL	28mm	26mm	26mm (2)

<u>RADIOGRAFÍA PREOPERATORIA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA RADIOGRÁFICA</u>	<u>CONDUCTOMETRÍA ELECTRÓNICA</u>
		