



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

LOCALIZADORES ELECTRÓNICOS DEL
 ÁPICE RADICULAR DE TERCERA
 GENERACIÓN

T E S I S A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
 CIRUJANO DENTISTA
 P R E S E N T A ;
 ELEAZAR ABAD GARNICA ALVARADO

29/9/86

DIRECTOR: CD. ENRIQUE GERARDO CHÁVEZ BOLADO

VoBo. Chávez

México, D.F.

2001





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

Dedicado a mis padres, gracias por animarme a aprender y a destacar, por la dedicación que me han otorgado, no solo en el transcurso de mi carrera, sino a través de toda mi vida.

Para mi novia Sandra, por su amor, apoyo, comprensión y por cada momento feliz.

A mi tío Ricardo y a mi primo Rubén y Laura, por orientarme en la elaboración de este trabajo.

Con cariño a mi familia y a todas aquellas personas que de alguna manera, han participado en mi desarrollo profesional a través de su consejo y estímulo.

“Gracias a todos ustedes quienes han sido el motivo de mi superación personal”

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por haberme brindado la oportunidad de obtener los conocimientos para mi desarrollo personal y profesional.

Expreso mi agradecimiento al Dr. Enrique Gerardo Chávez Bolado, por el interés, asistencia y apoyo demostrado en la preparación de esta tesina.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I Anatomía de la cavidad pulpar

1.1	Espacio pulpar	1
1.2	Cámara pulpar	4
1.3	Conducto radicular	6
1.4	Ápice radiculador	10
1.5	Unión cemento-dentina-conducto (C.D.C.) ó constricción apical	11

CAPÍTULO II Métodos para el cálculo de la longitud de trabajo

2.1	Determinación radiográfica de la longitud de trabajo	13
2.2	Conductometría aparente	16
2.3	Conductometría real	20
2.4	Radiovisiógrafo	22
2.5	Localizador electrónico	26

CAPÍTULO III Localizadores electrónicos del ápice radicular

3.1 Tipos: Root ZX (J.Morita), Apit (Osada) ó Endex (en EE.UU), Justy II (Toesco)	27
3.2 Antecedentes Históricos	31
3.3 Indicaciones	34
3.4 Contraindicaciones	35
3.5 Ventajas	36
3.6 Inconvenientes	40

CAPÍTULO IV Consideraciones de los aparatos electrónicos del ápice radicular de tercera generación

4.1 Descripción del aparato	42
4.2 Consejos para facilitar su empleo	44
4.3 Utilización del sistema	45
4.4 Como superar algunas de las dificultades en la medición	48

Conclusiones 50

Bibliografía

INTRODUCCIÓN

En los últimos años varias han sido las investigaciones que han aportado descubrimientos para mejorar y facilitar los tratamientos en el campo de la endodoncia³⁰. Específicamente en el tratamiento de conductos, uno de los descubrimientos más importantes para esta rama de la odontología son los localizadores electrónicos de ápice y sobre todo los de tercera generación, que se basan en el método de valor relativo, utilizan una doble frecuencia y permiten ser usados en conductos húmedos.

Los localizadores electrónicos de ápices (LEA) se han desarrollado para determinar la longitud de trabajo biomecánico de los conductos radiculares y son actualmente un método coadyuvante para determinar la constricción apical¹⁶.

Para poder realizar un tratamiento de conductos radiculares es preciso conocer con la mayor exactitud posible dónde se encuentra la constricción apical³⁰. Distintos autores han señalado que, si nuestro ámbito de actuación es el complejo dentino-pulpar, el límite de nuestra preparación debería ser el final del conducto dentario, lo que anatómicamente suele coincidir con el punto de máxima estrechez del conducto, denominado por varios autores como constricción apical².

Hasta hace pocos años solo contábamos con dos únicos procedimientos que eran el táctil, basados en la habilidad y experiencia del operador, y el radiográfico, con las limitaciones que supone ver un objeto tridimensional en un solo plano, además de las limitaciones anatómicas de superposición³⁰. En ciertos casos se superponen estructuras óseas o dentarias que no permiten ver con facilidad el tercio apical radicular como por ejemplo: el proceso malar del maxilar, el arco cigomático, una anquilosis, una cementosis, los terceros molares de

anatomía compleja, o bien por la negativa del paciente a ser radiografiado, un ejemplo de ellos son las mujeres embarazadas o pacientes oncológicos muy irradiados⁶.

Con la práctica clínica el localizador electrónico de ápices puede ser una ayuda valiosa en la endodoncia de rutina, pero aún lo es más en situaciones clínicas especiales en las que la imagen radiográfica de los ápices radiculares no está clara, cuando existe sospecha de una fractura radicular, o como ya lo hemos mencionado con otras palabras, cuando las radiografías están contraindicadas. Además, el dispositivo ofrece una oportunidad excelente para comprobaciones de lectura rápidas.

Conviene aclarar que aunque el localizador de ápices electrónico en la actualidad no sustituye la radiografía convencional, ocupa un lugar definido en la terapia endodóntica moderna y reduce el número de radiografías durante el tratamiento de los conductos radiculares³³.

CAPITULO I Anatomía de la cavidad pulpar

1.1 Espacio pulpar

Anatómicamente el espacio pulpar es el espacio interior del diente ocupado por la pulpa. Está rodeada casi completamente por dentina excepto a nivel del foramen apical²³.

Anatómicamente este espacio difiere en forma, tamaño, diámetro, longitud, y dirección según la pieza dentaria que se trate; la edad del paciente, la raza y el sexo son otros factores.

- **Forma.** La morfología de la cavidad pulpar es más o menos similar a la de su pieza dentaria correspondiente, sobre todo en pacientes jóvenes.
- **Tamaño.** Sus dimensiones son proporcionales al tamaño del diente y a la edad, conforme avanza la edad, se engruesan las paredes con la aposición de dentina secundaria lo que reduce esta cavidad.
- **Longitud.** La longitud guarda relación con el largo del diente, descontando el grosor de la cara oclusal o de la porción incisal.
- **Dirección.** La dirección de esta cavidad es la del diente, con excepción del final del conducto, que en la mayoría sufre una desviación hacia el lado distal.

- **Diámetro.** El grosor de las paredes que encierran la cavidad pulpar determina los diámetros de ésta¹⁹.

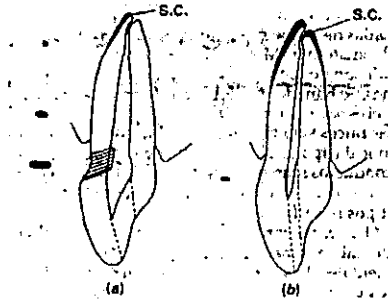


Figura 1.1 Modificación del tamaño del espacio pulpar.

- Diente joven con espacio pulpar grande con dentina por irritación producida por abrasión cervical (formación de cemento secundario S.C.) en la punta anatómica.
- Diente de paciente con edad avanzada muestra espacio pulpar pequeño y cantidades mayores de S.C. (HARTY).

En términos de éxito, no se puede subestimar la importancia del conocimiento de la anatomía pulpar,³⁵ por que el conocimiento preciso de la anatomía de los dientes humanos es un requisito previo indispensable, para reducir la posibilidad de fracasos en el tratamiento endodóntico. De manera importante muchos de los problemas que se presentan durante el tratamiento endodóntico ocurren por un inadecuado conocimiento de la anatomía del espacio pulpar.

Para minimizar errores en el tratamiento nos podemos auxiliar de la toma de radiografías clínicas, aunque sabemos que la interpretación de estas nos muestran la forma de las raíces y los conductos pulpares sólo en dos planos siendo que en realidad son tres, teniendo este último como inconveniente que no se puede interpretar con precisión en la radiografía¹³.

El espacio pulpar es complejo y los conductos pueden dividirse, unirse nuevamente y tener formas considerablemente más interrelacionadas. Muchas raíces tienen conductos adicionales con una variedad de configuraciones. Hasta el momento se han podido identificar ocho formas diferentes del espacio pulpar. Por lo general, las raíces sólo tienen un conducto y un agujero apical (tipo 1); sin embargo, no es raro que los conductos sean más complejos y que salgan de la raíz como uno, dos o tres conductos apicales (tipos II-VIII).

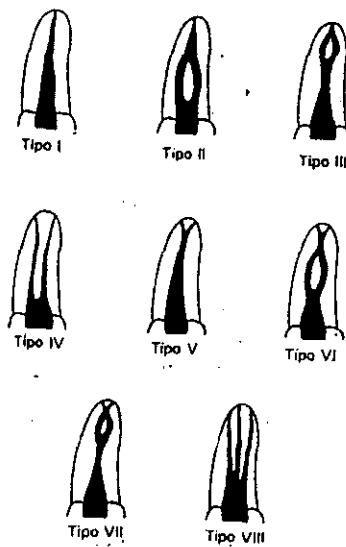


Figura 1.2 Diferentes tipos de configuración del conducto (HARTY).

Las variaciones en la morfología de la pulpa dental se deben a influencias genéticas y ambientales. Las configuraciones de los conductos de los dientes humanos tienen importancia tanto clínica, así para comprender la evolución del hombre.

Debido a que las raíces tienden a ser más anchas en sentido bucolingual que en el mesiodistal, el espacio de la pulpa tiene una forma oval similar en

un corte transversal. El diámetro del conducto radicular disminuye hacia el agujero apical y llega a su punto más estrecho 1.0 a 1.5 mm antes del agujero apical. Este sitio denominado constricción apical, se encuentra dentro de la dentina justo antes de las primeras capas de cemento y es el punto más estrecho del conducto¹³.

Topográficamente esta cavidad se divide en dos porciones:

- a) Porción coronaria: que suele describirse como la porción dentro de la corona.
- b) Porción radicular: que se encuentra en conducto radicular²¹.

1.2 Cámara pulpar

La cámara pulpar es la porción que aloja a la pulpa coronaria que se halla principalmente en la región anterior de la corona y parcialmente en la región central del cuello de la raíz del diente⁷.

Para tener buen conocimiento de la anatomía pulpar debemos tener en cuenta que anatómicamente este espacio se debería de observar en sus tres direcciones a lo largo de su eje longitudinal desde el espacio coronal hasta el agujero apical y se describe de la siguiente manera¹³.

La cámara pulpar de un diente con dos o más canales radiculares tiene cuatro paredes, un techo y un piso. Las paredes tienen el mismo nombre y forma general que las caras respectivamente de la corona del diente, de manera semejante, el techo de la cámara pulpar sugiere la forma de la cara oclusal o incisal de un diente en particular. Esta cámara pulpar tiene pequeñas proyecciones, llamadas cuernos pulpares, en dirección de las caras incisales en los dientes anteriores y en las caras oclusales de los posteriores respectivamente.

En un diente posterior, por ejemplo, la cámara pulpar tiene tantas proyecciones (cuernos pulpares), como cúspides.

En un diente anterior, las cosas suceden de manera semejante. En un incisivo superior, por ejemplo, las pequeñas proyecciones semejan mamelones en miniatura. En términos generales puede decirse que la forma de la cámara pulpar es semejante a la forma periférica de su corona.

El piso o pared cervical, es la pared opuesta y más o menos paralela a la pared oclusal de la cámara pulpar de un diente que tiene dos o más canales, es irregularmente plano, hay orificios que comunican el suelo con las canales radiculares⁷.

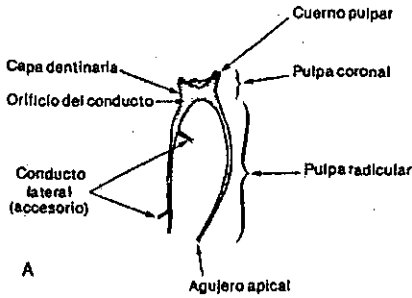


Figura 1.3 Principales elementos anatómicos del sistema pulpar (WALTON R.).

Variaciones de cámara pulpar

La cámara pulpar es una cavidad única, cuyas dimensiones varían según el contorno de la corona y la estructura de las raíces, dependen directamente de la edad del paciente, reacción a irritantes y en calcificaciones como se exponen cada uno de estos puntos continuación:

< EDAD:

Hay, a veces, considerable variación de tamaño y posición de la cámara pulpar, que se deben principalmente a factores funcionales por que la cámara pulpar sigue cambiando como consecuencia del continuo depósito de dentina. En las primeras fases del desarrollo, antes de que termine la formación de la raíz, la cámara y los cuernos son grandes. El continuo depósito de dentina reducirá el tamaño y la formación de la cámara hasta que con el transcurso de los años pueda hacerse más pequeña. A la vez la función fisiológica de la masticación actúa como estímulo para la formación continua de dentina.

< IRRITANTES

La cámara pulpar puede irritarse por caries dentales, por la preparación de cavidades, materiales dentales, penetración bacteriana alrededor de las restauraciones y lesiones traumáticas a las estructuras dentales.

< CALCIFICACIONES:

Tiene dos formas básicas en la pulpa: cálculos dentales (o denticulos) que se presentan generalmente en la cámara y calcificaciones difusas que se localizan regularmente en la pulpa radicular³⁵.

1.3 Conducto radicular

Generalmente la forma del conducto radicular sigue la forma externa de la raíz. Ubicándose estrictamente en su región central, su canal sigue una trayectoria recta o longitudinal encorvada según sea el contorno de la raíz⁷.

Que se inicia a nivel del piso de la cámara pulpar y termina a nivel del foramen apical²¹. Es el orificio por el cual el conducto radicular se comunica con el ligamento periodontal.

En la región del cuerpo, donde su raíz tiene mayor circunferencia, el conducto tiene también mayor circunferencia; al reducir ésta en su región apical, se reduce también relativamente la circunferencia del conducto²⁹.

Con fines didácticos este espacio, se divide en tercios: cervical, medio y apical.

Variaciones del conducto radicular principal:

El conducto radicular principal puede ofrecer múltiples ramificaciones, que reciben distinta denominación de acuerdo con su disposición.

- * Conducto lateral. Es una ramificación que va desde el conducto principal al periodonto, por lo general por encima del tercio apical.
- * Conducto secundario. Es el canal que, derivando del principal a nivel del tercio apical, alcanza directamente la región apical²¹.
- * Ramificación colateral. Iniciada en el conducto principal y paralela a ésta, recorre la raíz en sentido longitudinal.
- * Ramificación accesoria. Es toda ramificación iniciada en otra ramificación que se comunica con el periodonto.
- * Ramificación recurrente. Se inicia y termina, en lo general en el conducto principal; pero puede ocurrir en otras ramificaciones con la misma característica.
- * Ínterconducto. Es la ramificación que interliga al conducto principal a una ramificación, dos conductos principales en una misma raíz o dos ramificaciones.
- * Cavo interradicular. Es una ramificación que comunica a la cámara pulpar con la furca.

- Delta apical. Formación estrictamente cementaria del conducto principal que determina la presencia de foraminas múltiples.

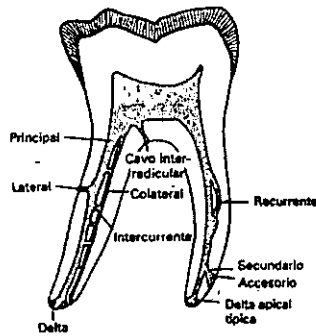


Figura 1.4 Clasificación de las ramificaciones del conducto radicular principal (JAIME D. MONDRAGON).

Estas ramificaciones se clasifican de la siguiente manera.

Ramificaciones dentinocementarias -Tipo I

- Cavo interradicular
- Colateral
- Lateral
- Secundario
- Accesorio

Ramificaciones Dentinarias-Tipo II

- Recurrente
- Interconducto

Ramificaciones cementarias-Tipo III

- o Delta apical²⁹

Otras variaciones anatómicas menos frecuentes que se pueden presentar son:

El conducto a veces adopta giros y vueltas; se divide en varios conductos y forma una delta, o presenta irregularidades en su pared, que hace imposible un tratamiento de conductos.

Anatomía radicular y de los conductos

Aunque la forma de la raíz varía en cortes transversales, existen cinco configuraciones generales: redonda, oval, muy ovalada, arrifonada y como reloj de arena. La forma de la raíz corte "transversal" determina la configuración y ubicación de los conductos en la misma. Cualquier forma ocurre en diversos niveles en cualquier raíz individual. Por ejemplo, una raíz que presenta forma de reloj de arena en un corte transversal en el tercio medio, y se combina hasta casi tener una forma redondeada en la región apical; la cantidad y la configuración de los conductos en cada nivel varía en conformidad.

El conducto pulpar se extiende a toda la longitud de la raíz: empieza como un orificio en forma de embudo del conducto y termina en el agujero apical.

De manera importante casi todos los conductos son curvos. Del mismo modo, la mayor parte de las curvaturas suceden en dirección vestibulo lingual no mesiodistalmente. En consecuencia el conducto curvo no se identifica con frecuencia en la radiografía de proyección vestibular.

La forma del conducto varía con la morfología y el tamaño de la raíz, el grado de curvatura, edad, y estado del diente³⁵.

1.4 Ápice radicular

El ápice radicular corresponde al vértice radiográfico que se caracteriza como el punto más extremo de la raíz y distalmente de la corona, también llamado foramen radiográfico²⁹.

Como el ápice es el extremo de la raíz, refleja su maduración. Es relativamente recto en el diente joven maduro, pero tiende a curvarse distalmente con el aumento etario. Dicha curvatura resulta de la continua acumulación disto apical de cemento como reacción a la persistente erupción mesioclusal. Las alteraciones en la región apical también ocurren por resorciones y la aposición cementaria irregular. Por tanto el ápice tiende a ser inconstante o imprevisible en su anatomía.

El agujero apical también varía en tamaño y configuración de inmaduro a maduro; antes de la maduración está abierto. Con la maduración y la acumulación de dentina y cemento, el tamaño del agujero apical se hace más pequeño.

De manera importante el agujero apical, por lo general, no termina como el ápice anatómico o verdadero de la raíz, sino por lo regular queda desalineado y se desvía un promedio de 0.5 mm del ápice real.

Es impredecible el grado de su desviación y puede que varíe mucho el promedio en particular en un diente de más edad que sufre depósito de cemento³⁴.

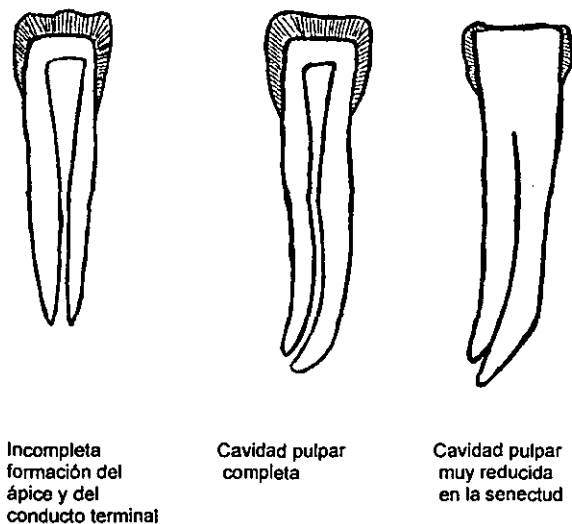


Figura 1.5 Evolución de la formación del ápice radicular. (JAIME D. MONDRAGON).

1.5 Constricción apical

La pulpa no se extiende hacia el área final del conducto tapizado de cemento. Si hubiera tejido pulpar en esta porción del conducto se formaría dentina en vez de cemento. El punto donde deja de haber dentina y el conducto se continúa con paredes de cemento se denomina límite cemento-dentinario o CDC (cemento dentina conducto.) Que es el diámetro menor del conducto (punto de máxima estrechez) está casi siempre en la dentina, justo antes de que el conducto penetre a la zona cementaría, es decir, en el límite cementodentinario. Por motivos puramente mecánicos el CDC parece ofrecer el lugar ideal para la terminación de nuestra obturación y así lo definen la mayoría de los autores.

En el punto, CDC, La pulpa se continúa con tejido procedente de la membrana periodontal que tapiza la parte exterior de la raíz y se invagina entrando por el foramen apical y ocupando el conducto desde el CDC hasta la salida apical del mismo. Por lo tanto es el punto donde la pulpa propiamente dicha termina y comienza el ligamento periodontal.

La mayoría de los endodoncistas consideran que se debe terminar la extensión apical de la preparación del conducto guiándose por la ubicación de la constricción apical en la región de la unión de la dentina y de el cemento. En tanto no rebase este punto no dañara los tejidos perirradiculares durante la preparación del conducto.

Los estudios realizados por numerosos autores indican que rara vez coincide la posición del agujero apical con la punta anatómica. Y que la distancia promedio que existe entre el agujero apical con la punta anatómica de la raíz es de 0.2 y 2.0 mm además, la constricción apical tiende a situarse de 0.5 a 1 mm. del agujero apical¹³.

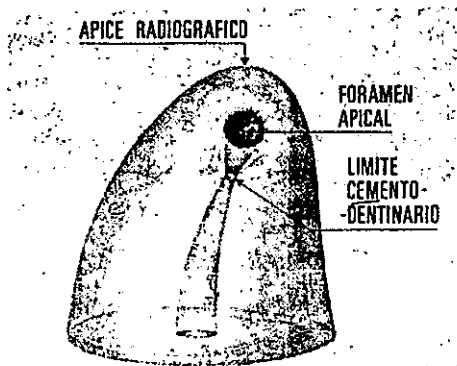


Figura 1.6 Dibujo del ápice. Se observa que el foramen apical está a un lado del ápice radiográfico. (M. AZABAL).

CAPITULO II Métodos para el cálculo de la longitud de trabajo

2.1 Determinación radiográfica de la longitud de trabajo

Desde que Wilhem Konrad Roentgen descubriera los rayos X en 1895 y Edmund Kells los aplicara a la endodoncia, los rayos X han sido un pilar básico en el diagnóstico y tratamiento de nuestro trabajo. Sin embargo, pese a todos los avances que se han conseguido durante los años, la imagen radiográfica no ha dejado de plasmar en solo dos dimensiones, en los que realmente es una estructura tridimensional⁹. Pero a pesar de esto la radiografía sigue siendo nuestra principal herramienta en los tratamientos en endodoncia²⁷.

La distribución de los valores obtenidos en estudios realizados demuestran que la medición táctil tiene una distribución al azar, en lo que se refiere a la localización de la constricción apical, mientras que la imagen radiográfica presenta una distribución normal mas precisa. Seidberg y colaboradores, mostraron que el 64% de las mediciones táctiles eran precisas. Stabholts y colaboradores encontraron que el 32%, pero especificó que este valor podía alcanzar el 75% con preconformado pero la confiabilidad puede ser comparada solamente con la medición radiográfica usando la longitud real del conducto como referencia²⁴.

La determinación de la longitud de trabajo es el primer paso importante en la limpieza de los conductos radiculares³⁴. Una de las claves del éxito del tratamiento endodóntico es el conocimiento detallado y la valoración preoperatoria adecuada de la morfología del conducto radicular, la cual solo es visible en la película radiográfica⁴.

La longitud de trabajo clínicamente aceptable en la instrumentación de conductos es la distancia entre un punto de referencia oclusal o incisalmente

sobre el diente y la unión cemento-dentinaria o el foramen apical. Aunque los dentistas rutinariamente usan las radiografías para determinar la longitud de trabajo, usualmente foramen apical no se ve en las radiografías⁹. El rango de ± 0.5 mm ha sido considerado como un rango aceptable. Así las mediciones logradas dentro de esta tolerancia son consideradas altamente precisas¹¹.

Las mediciones correctas de la longitud del conducto también son necesarias para minimizar el error de sobrepasar o quedar cortos en el cálculo de la longitud de trabajo.

Por lo anterior, la determinación de la longitud adecuada del conducto radicular es esencial para el éxito del tratamiento endodóntico.

La interpretación de la radiografía ofrece la siguiente información sobre el diente:

- * Longitud total aproximada de la pieza dentaria.
- * Posición del orificio coronal del conducto con respecto al resto de elementos de la corona.
- * Curvatura mesial o distal de la raíz.
- * Normas para localizar el orificio apical.
- * Existencia de zonas de radiolucidez apical.
- * Existencia de zonas de radiolucidez lateral y observaciones con respecto a los conductos laterales.
- * Defectos periodontales: presencia de cuerpos extraños que puedan dificultar o contraindicar el tratamiento⁴.
- * Caries.
- * Restauraciones y tratamientos previos.
- * Anchura mesio-distal del espacio pulpar: donde se muestra el conducto normal, esclerótico, muy ancho o con reabsorción²⁷.

La longitud del área de trabajo del conducto radicular determina la extensión apical de la instrumentación, la etapa en la que se determina esta longitud **varia** según la técnica de preparación¹³. Suele aceptarse que la extensión apical de la instrumentación llegará a nivel de la constricción apical, que es el punto donde deja de haber dentina y el conducto se continúa con paredes de cemento que se encuentra de 0.5 a 2 mm antes del ápice radiográfico²

Para poder determinar la longitud de trabajo, en este procedimiento radiográfico se deberán llevar a cabo las siguientes recomendaciones:

- * Toma de una buena radiografía preoperatoria con una angulación perfecta y bien revelada que muestre la longitud total de todas las raíces del diente afectado.
- * Acceso adecuado a cámara pulpar y conductos radiculares, que el instrumento de trabajo llegue a la unión C.D.C. de una sola intención y sin interferencias.
- * Regla milimétrica endodóntica.
- * Conocimiento de la longitud promedio de todos los dientes.
- * Un plano de referencia definido y reproducible, sobre algún punto de referencia anatómico del diente, el cual puede ser la cúspide más cercana al lugar de la inclinación de la lima en los dientes posteriores o en el borde incisal de los dientes anteriores hecho que deberá ser registrado en la historia clínica del paciente.
- * Es muy importante que los dientes con cúspides fracturadas o muy debilitadas por caries o restauraciones sean reducidas hasta obtener una superficie plana y que esta tenga soporte. El no hacer esto da como resultado cúspides o paredes de esmalte débiles que se pueden fracturar entre una visita y otra¹⁸.

2.2 Conductometría aparente

Tradicionalmente, la radiografía periapical ha sido el principal método para determinar la longitud del conducto, pero existen algunas limitaciones y técnicas asociadas con este método, que son: "las radiografías necesitan exponer al paciente a radiación ionizante y obtenemos imágenes bidimensionales de un objeto tridimensional, que no revela contundentemente los portales de salida del conducto radicular. Mas aún, la obtención de radiografías de calidad requieren de la colocación precisa de la película, angulación de rayo central y el procesado de la película.

Los dentistas rutinariamente aplican radiografías periapicales para determinar la longitud de trabajo de la preparación del diente. Las técnicas de las que se auxilia para llevar a cabo este procedimiento, se resumen de la siguiente manera:¹⁸.

a) Técnica de paralelismo:

La técnica de planos paralelos fue descrita por Price (1904) y McCormack (1920) y corregida por Fitzgerald (1947).

Se define como: la superficie de la película se coloca paralela al eje del diente con ayuda de un soporte. El rayo central choca perpendicularmente con este eje y con la superficie de la película hacia la mitad de la longitud del diente²⁸.

El objetivo principal de esta técnica es la de obtener una verdadera orientación radiográfica de los dientes con sus estructuras de soporte. El método para llevar a cabo esta técnica consiste en lo siguiente:

- ♦ Se coloca la película de acuerdo al eje longitudinal de los dientes, para conseguirlo la placa se separa de la corona de los dientes, mientras el

borde que está contra de los tejidos blandos se halla aproximadamente en la misma posición en relación con el paladar o con el piso de la boca. Para evitar elongamientos de la imagen como resultado de desplazar la película alejándola del objeto se usa un tubo de cono largo (40 a 50 cm.), Como resultado de esta técnica los rayos centrales llagan aproximadamente paralelos, y se elimina de gran manera los errores que producen el aumento o distorsión de la imagen ⁵.

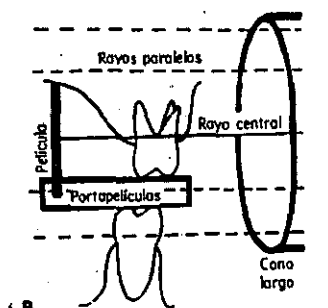


Figura 2.1 Diagrama de portapeliculas que se ha colocado en posición que el paciente muerda sobre él. (O' BRIEN).

b) Técnica de la bisectriz del ángulo:

La técnica de la bisectriz (Cieszynski, 1907, 1923) es el método más antiguo y ampliamente difundido.

- ◆ Definición: un diente resulta isométricamente representado cuando el rayo central a través del diente cae perpendicularmente sobre la bisectriz que divide el ángulo formado por el eje del diente y la superficie de la película²⁸. Nos servirá cuando por las dificultades anatómicas no podamos realizar la técnica del paralelismo como ocurre con frecuencia en los molares superiores²⁷.

- ◆ Está técnica necesita angulaciones variables del tubo de rayos X, que depende de la zona de los maxilares que se han de examinar, por tal motivo la colocación de la cabeza del paciente es de suma importancia.
- ◆ Para la toma de una radiografía del maxilar superior la cabeza del paciente se ubicará en el cabezal de modo que el plano de la oclusión sea paralelo al piso.
- ◆ Para la zona inferior la cabeza deberá inclinarse ligeramente hacia atrás hasta una posición en la que el plano oclusal quede paralelo al piso.
- ◆ La placa se coloca en la boca de manera que tenga contacto con los dientes y con los tejidos blandos que recorren sus estructuras de soporte. La película y el eje longitudinal de los dientes forma un ángulo y un haz de rayos X, dirigidos de forma perpendicular, sea la película o el eje longitudinal de los dientes⁵.

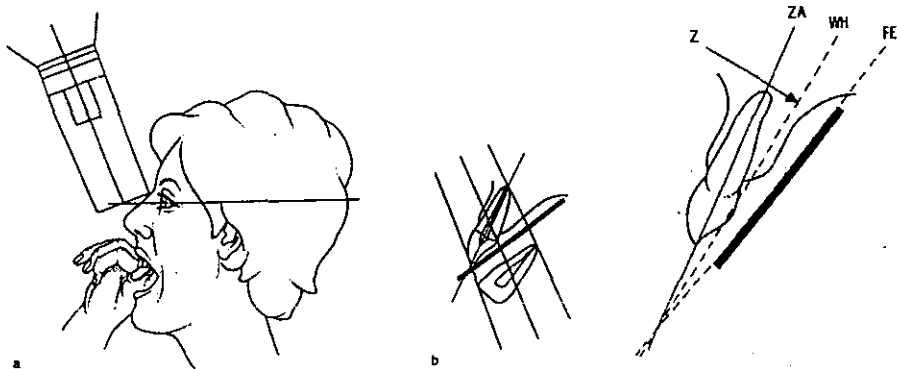


Figura 2.2 Los principios de la técnica de la vicetriz en la proyección apical. El rayo central(Z) es dirigido a través del apex perpendicularmente a la vicetriz(WH) que divide el ángulo entre el eje del diente(ZA) y el plano de la superficie de la película(FE) (PASLER F.A.).

Método para la determinación de la conductometría aparente:

1. Sobre la película diagnóstica restar un margen de seguridad mínimo de 1 mm por la posible distorsión o amplificación de la imagen.
2. Fijar la regla endodóntica a este nivel de trabajo tentativo y ajustar el tope sobre el instrumento a ese nivel.
3. Colocar el instrumento dentro del conducto hasta que el tope se encuentre en el punto de referencia.
4. Por último, se toma una radiografía al paciente con la lima dentro del conducto¹⁸.

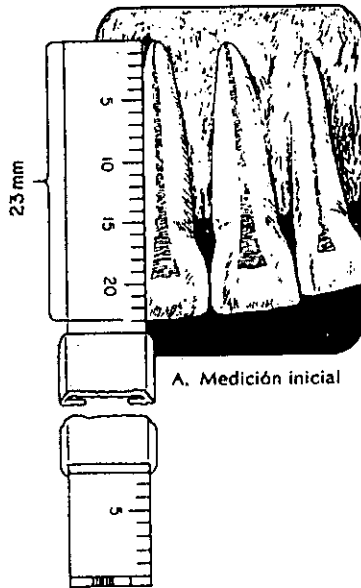
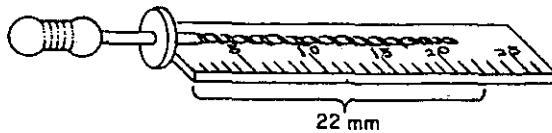


Figura 2.3

A. Medición inicial que se hace sobre una buena radiografía utilizando la técnica de paralelismo o de la bisectriz.

B. Longitud de trabajo tentativa



- B. Longitud de trabajo tentativa o aparente, como un factor de seguridad para compensar la distorsión de la imagen, se resta un mínimo de 1mm. De la medición inicial para llegar a la longitud de trabajo tentativa. (Ingle. J.i.).

2.3 Conductometría real

De acuerdo con muchas investigaciones, la constricción apical se selecciona como el punto en el cual el instrumento endodóntico preferiblemente debería terminar³⁶. Se determina cuando se mide la discrepancia entre el extremo de la lima y el ápice radiográfico. Entonces se ajusta la lima para que quede 1 a 2 mm del ápice radiográfico³⁵.

La constricción apical puede sin intención, ser desplazada o ser destruida, cuando el procedimiento no es el adecuado, lo que conduce a resultados erróneos. Para evitar este problema se deben usar limas de calibre delgado para determinar la actual longitud o que los instrumentos que alcancen holgadamente la parte más apical del conducto³⁶.

Método:

1. Sobre la radiografía medir la diferencia entre el extremo del instrumento y el extremo de la raíz. "Agregar esto a la longitud original" medida con el instrumento dentro del diente. Si debido a algún descuido el instrumento sobrepasa el ápice, se debe restar

esa diferencia, de esa longitud ajustada del diente restar 1.5 mm para coincidir con la terminación apical del conducto radicular.

2. Se deberá fijar la regla endodóntica a este nuevo nivel ajustando denuevo el tope sobre el instrumento explorador.
3. Cuando la longitud del diente haya sido confirmada volver a fijar la regla endodóntica a esta medida.
4. Registrar esta longitud de trabajo final así como el punto de referencia del esmalte en la historia clínica del paciente¹⁸.

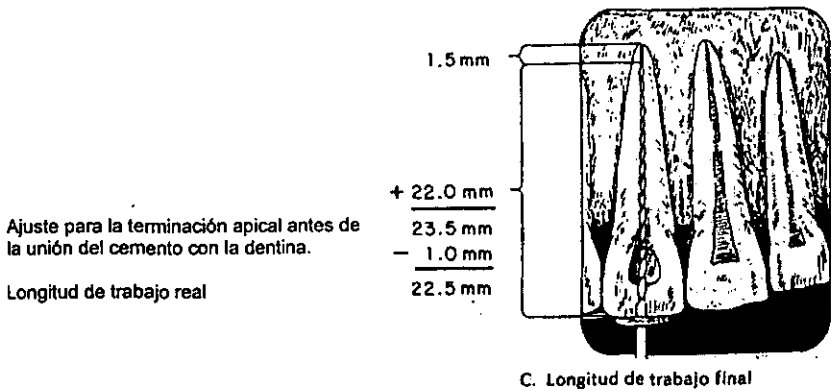
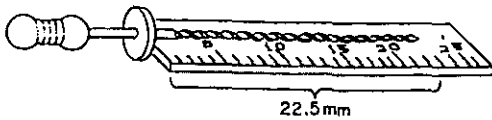


Figura 2.4

- C. El instrumento se inserta en el diente hasta la longitud y se toma la radiografía, esta revelará la longitud de trabajo apical hasta la unión del cemento con la dentina.



D. Ajuste de instrumentos

D. Se ajustan los instrumentos a la longitud final con toques para poder ensanchar el conducto radicular. (INGLE J.I.).

2.4 Radiovisiografo. (RVG).

En años recientes, un sistema de imagenología digital (Radiovisiografía RVG). Trophy radiologie, Paris Francia, que ha ofrecido una alternativa como método instantáneo para medición en radiografías intraórale³¹. Es un sistema de representación radiográfica sin película. Consiste en la generación electrónica de imágenes computarizadas de alta resolución o en imágenes por impresión térmica obtenidas directamente a partir de un sensor intraoral irradiado con un rayo convencional de rayos X¹⁴.

En este sistema, se utiliza un sensor electrónico intrabucal en lugar de una placa radiológica. La imagen que se produce en el sensor electrónico se convierte en una señal electrónica que se transmite a la unidad de procesamiento y exhibición donde aparece instantáneamente en una pantalla pequeña la unidad de procesamiento puede aumentar la imagen para hacerla más clara y enfocar detalles específicos de la misma como el ápice radicular. Es posible guardar en un disco de computadoras copias permanentes en la imagen o hacer impresiones en papel¹³.

Por tal motivo, en los últimos 20 años la radiología ha experimentado muchas mejoras e innovaciones. No existe ningún campo de la odontología en el que las radiografías sean más importantes que en la endodoncia y

cualquier mejora tendrá efectos directos y positivos en el tratamiento endodóntico.

Por consiguiente la imagen digital de los rayos X RVG tienen las siguientes ventajas: ¹⁰.

- ◆ Además de proporcionar radiografías preoperatorios, este sistema permite calcular la longitud de trabajo o el ajuste de los conos de prueba³¹.
- ◆ Menor irradiación al paciente, de hasta un 80% menos que en una radiografía convencional¹⁰.
- ◆ Gracias a la obtención de imágenes instantáneas se ahorra mucho tiempo durante el tratamiento, la disminución del riesgo de la radiación es evidentemente lo cual es una gran ventaja de este sistema.
- ◆ Al enfocar zonas específicas como los extremos radiculares, las lesiones laterales o las posibles divisiones de los conductos, los resultados del tratamiento endodóntico mejoran notablemente³¹.

Otras características que presenta este sistema son:

- * Las imágenes computarizadas en pantalla de alta resolución se producen instantáneamente después de la exposición¹⁴.
- * Reduce la necesidad de un cuarto oscuro, de películas de montaje, de equipo de procesado y de desechos químicos.
- * Define más rápidamente el ápice, con reducida radiación.
- * Reduce el tiempo en el sillón dental.
- * La imagen de la película puede ser variada en tamaño y en contraste y después imprimirse.
- * La imagen de la película puede conservarse en la computadora para una revisión o cita posterior.

- * Por otro lado la aparición de la imagen en un momento nos permite la utilización de la RVG para comunicarnos mejor con nuestros pacientes, para explicar el diagnóstico, para comparar imágenes y para exponer los tratamientos¹⁰.
- * El inconveniente que presenta es que el sensor resulta un poco incomodo en su uso para el paciente, en determinadas zonas, principalmente en las zonas distales de la arcada mandíbula.

Este sistema consta de los siguientes elementos:

1. Generador de rayos X: se trata de un aparato convencional emisor de rayos X debidamente adaptado al sistema
2. Captador de radiación: es un pequeño sensor que se coloca intraoralmente, de la misma manera que en el caso de una película radiográfica. Este elemento se recubre .previamente a su utilización, de un dedil de látex desechable el captor consta de un centellador que absorbe la radiación y la transmite por medio de fibras ópticas hasta el dispositivo de traslado de cargas, que es el que detecta la imagen.
3. Unidad de producción de imágenes y monitor: son los dos elementos gracias a los cuales se visualiza la imagen obtenida, pudiéndola modificar y almacenar. La unidad de producción de imágenes, proporciona los mandos para mejorar la imagen variando su presentación, cambiando los tonos de grises, haciendo ampliaciones de la zona seleccionada en la pantalla, etc. Logrando así mejorando de manera selectiva el área de interés visual.
4. Impresora: el sistema se completa con una impresora de reducida dimensiones que copia inmediatamente la imagen mostrada en el monitor sobre papel térmico. Cada recambio de papel permite imprimir 190 imágenes, también contribuye a mejorar la imagen¹⁰.

por medio de la regulación del brillo y contraste. Sin tener que exponer al paciente a una nueva radiación.

5. Este sistema que opera como un paquete de software con captación e impresión de imágenes al instante que elimina la fase de procesado de la película^{14,10}.

Utilización del sistema.

- * La técnica para la obtención de imágenes radiovisiográficas es similar a la utilizada en radiología convencional, solo que elimina las fases de procesado de la película.
- * El sensor se coloca intraoralmente de la misma forma que para realizar una radiografía convencional. El cono del aparato generador de rayo X se orienta también de la misma forma habitual.
- * Tras la emisión de radiación la imagen es presentada inmediatamente en el monitor. En la pantalla en este momento se muestran cinco ventanas, en la mayor de ellas aparece la imagen obtenida y las cuatro restantes, más pequeñas, almacenan ésta y las siguientes imágenes que se hagan posteriormente colocándolos en orden de secuencia. Es en esta parte donde se pueden ver cualquiera de las imágenes en un formato mayor, ocupando toda la pantalla, para más comodidad, otras posibilidades son que se puede dar un mayor contraste de los detalles.

Los tratamientos endodónticos son los más subsidiarios de utilizar la RVG, como técnica diagnóstica debido a que la rapidéz en la obtención de la imagen facilita la terapéutica, sobre todo durante la conductometría de aquí el interés que tiene la endodoncia en la función de este sistema de la RVG,

que además puede presentar cuatro imágenes simultáneamente, por ejemplo la previa de diagnóstico, la conductometría, la prueba de gutapercha y el tratamiento finalizado¹⁰.

Otra gran posibilidad es su función "macro", con la que se puede obtener una visión aumentada de una parte de la imagen³¹.

2.5 Localizador apical electrónico.

Los localizadores apicales electrónicos recientes de tercera generación utilizan un principio electrónico que es en parte simple y se basa en la resistencia eléctrica. Se resume de la siguiente manera: cuando un circuito queda completo (la punta de la lima toca al tejido), la resistencia disminuye bastante y la corriente fluye de modo gradual, según el aparato que se emplee¹¹. El equipo moderno es seguro y puede proporcionar una imagen o emitir un sonido audible, algo muy importante que se debe tener en cuenta es que una vez determinada la longitud eléctricamente deberá confirmarse radiológicamente, disminuyéndose así de esta manera las exposiciones de los rayos X. Un factor que influye en forma importante en el funcionamiento de este aparato es el tamaño del agujero apical; si es grande, el localizador de punta puede dar una lectura incorrecta, sin embargo cuando la punta es pequeña, es probable que se obtenga una lectura precisa a una distancia de 0.5 mm del agujero apical²⁴.

Estos dispositivos son capaces de medir con precisión, cuando el operador adquiere suficiente práctica y experiencia clínica. Aunque no pueden sustituir del todo al método radiográfico para determinar el área de la longitud de trabajo, son un coadyuvante excelente y los modelos de tercera generación no son afectados con tanta facilidad por conductos contaminados²⁵.

CAPITULO III Localizadores electrónicos del ápice radicular

3.1 Tipos.

Los localizadores electrónicos apicales (LEA), se han vuelto un componente integral del armamentario endodóntico moderno. Varios estudios han demostrado la exactitud de los LEA, especialmente de los instrumentos más nuevos de frecuencia dual para determinar la longitud de trabajo. Se ha dicho que el uso de estos dispositivos conduce a una reducción en el número de radiografías tomadas²⁶.

Los primeros ensayos en un intento de medir los conductos con un aparato eléctrico de primera generación ante un congreso fueron realizados por Inoue en el año de 1969. Inoue presentó el primer localizador de ápices, basado en las teorías de la resistencia eléctrica de Custer, Susuki y Sunada, aplicando estos mismos principios, aparece la primera generación de localizadores electrónicos. (Sonoexplorer, Mark I, II Y III., Apex-Finder, Odontometer y Evident³⁰.

Sin embargo, estos aparatos necesitaron mejoras y cambios para proporcionar resultados fiables y constantes por ejemplo. La sangre, el pus, los quelantes, los irrigantes y otros productos introducidos en los conductos, y el contacto con restauraciones metálicas podían producir lecturas falsas³⁷.

El principal inconveniente para el operador con estos primeros aparatos era que el conducto tenía que estar completamente seco y prácticamente limpio. Esto suponía que, cuando podíamos obtener los primeros resultados ya habíamos tenido que instrumentar parcialmente los conductos radiculares³².

En los años 80 se desarrollaron otros tipos de localizadores apicales para superar estas dificultades, apareció una segunda generación, basándose en el principio de la impedancia como el Endometer.

Los sistemas de impedancia se basaban en la teoría de que el conducto radicular, al ser un tubo largo y hueco, desarrollaba una impedancia eléctrica, a causa de la acumulación de dentina transparente, que sufre un descenso brusco a nivel de la unión cementodentina y que, en consecuencia, puede medirse eléctricamente.

En los sistemas de impedancia el circuito se cierra con un electrodo sujetado con la mano y no hay que colocar al paciente como la pinza labial, las sondas están aisladas y pueden detectar bifurcaciones en los conductos, perforaciones y quizá incluso conductos auxiliares. Sus mayores inconvenientes son que no funcionan bien en los pacientes jóvenes. (porque la dentina transparente empieza a acumularse a finales de la adolescencia)³⁸, que el aislante es voluminoso e impide la inserción en conductos estrechos y curvos y la unidad es de manejo más difícil que otros aparatos.

En los años 90 Yamashita confecciona lo que pudiera denominarse tercera generación de localizadores, empleando una doble frecuencia. Estos localizadores de frecuencia se basan en el hecho de que los diferentes puntos de un conducto tienen una impedancia diferente, entre las frecuencias altas (8 kHz y las bajas 400Hz.) Una vez calibrado el sistema con la ayuda de una pinza labial, la parte coronal del conducto da una diferencia mínima entre estas dos frecuencias. Sin embargo, según va penetrando la sonda en el conducto esta diferencia aumenta y alcanza su máximo valor a nivel de la CDC. Para que este sistema funcione se necesita la presencia de líquido en el conducto, por lo que los irrigantes y la sangre no solo no tiene efectos negativos, sino que son necesarios³².

Sin embargo, el uso de dispositivos de medición electrónica, siempre ha sido controversial debido a la presencia de líquidos conductivos en los

conductos, que originan resultados poco confiables. De acuerdo a los fabricantes, los nuevos dispositivos electrónicos de tercera generación, en los que destacan los aparatos (Endex EMS3, comercializado por Osada Electric Co. Inc en los Ángeles California, Root ZX J. Morita Japan Corp., Tustin, CA. y el Justy II Toei. Electric Co., Ltd. Tokio Japan modelo TME-601), pueden medir de manera precisa la longitud del conducto radicular, en condiciones de alta conductividad (sangre, pus, hipoclorito sódico, etc.)³⁶. Trabaja comparando la resistencia en obstaculización con el uso de un valor relativo de dos frecuencias de 1 y de 5 KHz. Cuando la lima está en el orificio coronal del conducto, la diferencia en obstaculización es grande en estas dos frecuencias de corriente alterna (CA.) Conforme la lima alcanza el foramen apical, las obstaculizaciones dependientes de la frecuencia alcanzan un valor constante¹. Un aparato comercialmente disponible con base a este principio, es el llamado Endex en EE.UU, Y Apit en Suiza²⁰.

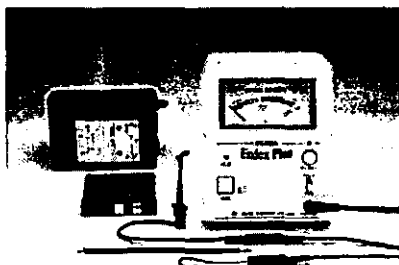


Figura 3.1 Localizador apical de tercera generación Endex EMS3 comercializado por Osada Electric Co, Inc, el los Angeles California.

El aparato Root ZX usa dos frecuencias eléctricas donde la diferencia de obstaculización entre estas dos frecuencias alcanza su máximo valor en la constricción apical del conducto radicular.

Se basa en el principio de que la proporción de obstaculización eléctrica entre dos frecuencias es casi igual cuando la punta de la lima está a una distancia desde el foramen apical, y es reducida a un valor de 0.66 conforme la lima alcanza la constricción apical³⁴.

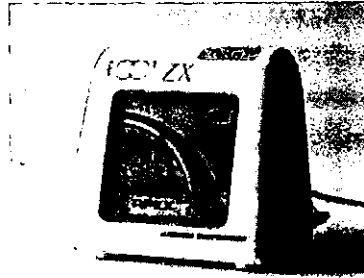


Figura 3.2 Localizador apical de tercera generación Root ZX(J Morita Co. Tustin, C.A.).

Al igual que los otros dos aparatos el Justy II se basa en el método de valor relativo, utilizando una doble frecuencia y permiten ser usados en conductos húmedos variando sus resultados en un porcentaje de éxito entre el 55% al 90%¹⁶.

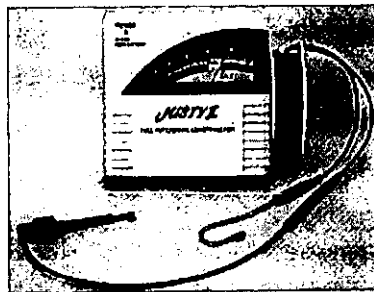


Figura 3.3 Localizador apical de tercera generación Justy II Toei Electric Co, Tokio Japan modelo TME-601.

3.2 Antecedentes históricos.

El concepto de usar técnicas electrónicas para determinar la longitud de trabajo del canal radicular fue por primera vez propuesto por Custer quien en 1916, introdujo la utilización de un aparato para medir los conductos radiculares¹².

Susuki desde los años cuarentas realizaba estudios sobre ionoforesis de nitrato de plata amoniacal en dientes de perros³². Este autor colocaba la solución argéntica en los conductos radiculares y procedía a dispersarla totalmente colocando un electrodo negativo en contacto con la mucosa oral. Con este experimento dedujo, que la resistencia eléctrica del ligamento periodontal, que solamente se podía medir a través del conducto, equivalía a la resistencia eléctrica de la mucosa oral. Las cuales comparten un valor constante de 6.5 KiloOhms³⁷.

Desde 1942 hasta la fecha, poco se hizo con lo que Susuki había demostrado, hasta que 20 años después, Sunada aplicó este principio a la práctica clínica incorporando este valor de la resistencia al circuito electrónico que estaba contenido en el dispositivo prototipo de investigación electrónica de conductos. Estos dispositivos permitieron la medición de la longitud del conducto comparando la resistencia eléctrica que se encontraba dentro del localizador de ápices con la resistencia entre la punta de la lima y del ligamento periodontal¹⁷. Utilizando un simple Ohmetro directo para medir la resistencia eléctrica entre esos dos puntos, estudio la resistencia eléctrica nuevamente. Trabajo con 124 dientes humanos⁶, halló que cuando la punta del ensanchador alcanzaba el ápice, confirmado por una radiografía el valor de la resistencia era casi siempre cercano a los 6,5 ohms y que este valor permanecía sin cambios incluso si debido a una perforación accidental el ensanchador alcanzaba el periodonto. Además se halló que la resistencia era

igual en todas las porciones del periodonto¹⁵. Con esto Sunada demostró que la resistencia eléctrica entre el ligamento periodontal y la mucosa oral tienen un valor constante que puede ser medido¹.

En 1962, Sunada promovió el desarrollo de dicho aparato. Reseñó el hallazgo de una resistencia electrónica constante entre el ligamento periodontal y la mucosa oral tomando en cuenta este concepto como base se han desarrollado y comercializado diversos aparatos. Los cuales en un principio en presencia de humedad daban resultados erróneos en el momento de las lecturas con dichos aparatos. Para prevenir este problema, un fabricante ha recubierto la sonda con un capuchón plástico¹².

En 1969 Inoue sorprendió a los asistentes que asistieron al congreso de la Asociación Americana de Endodoncia en Atlanta con su demostración de cálculo electrónico de la longitud de trabajo, utilizando un instrumento con una resistencia, la primera generación de localizadores apicales. Desde entonces hasta la fecha se han realizado numerosas investigaciones de los localizadores de resistencia eléctrica, los localizadores de impedancia y de frecuencia.

Como resultado de estas investigaciones se ha desarrollado un gran número de dispositivos para su uso como ayudas clínicas en la localización de ápices. Algunos de ellos actuaban de modo impredecible cuando se colocaban en conductos húmedos²⁰.

El uso del localizador apical electrónico, siempre ha sido controversial debido a la presencia de fluidos conductivos en los conductos y que provocan mediciones no confiables. Por consiguiente, un dispositivo se desarrolló con un material aislante plástico para cubrir el electrodo de la medición llamándose a este tipo de localizador apical electrónico de segunda generación. Aunque el concepto era interesante, el espesor del material

aislante evitó el uso clínico de estos aparatos en conductos estrechos o curvos.

De acuerdo con los fabricantes, diversos nuevos aparatos se habían desarrollado, los cuales pueden medir la longitud del conducto con precisión, aún en condiciones altamente conductivas como en presencia de sangre, pus e hipoclorito de sodio²⁵. Y fue en 1983, Ushiyama quien describió el método de obstaculización gradiente para permitir la medición y la conformación de los conductos en presencia de electrolitos. En base a principios de gradiente de obstaculización²⁰, con tecnología que mide la proporción entre 2 obstaculaciones eléctricas emitidas a través de una sonda, se incorporó al circuito de una nueva generación de localizadores electrónicos apicales. Esto permitió que estos dispositivos superaran algunas de las limitaciones de la resistencia eléctrica de los localizadores apicales, que no podía emplearse en presencia de soluciones con electrolitos, como hipoclorito de sodio sangre, limitando su utilidad a conductos relativamente secos¹⁷.

En 1984 Yamashita propuso un método que calcula la diferencia entre dos potenciales del conducto radicular con corrientes de dos frecuencias, que había sido comercializado como Endex EMS3 comercializado por Osada Electric Co. El aparato era capaz de hacer una medición exacta de las longitudes del conducto radicular, aún en presencia de electrolitos en el conducto. El Endex debe ser calibrado (ajuste en cero) en cada conducto individual en el caso de dientes con dos o más conductos

Finalmente en 1991 Kobayashi, reportó el método de proporción para medir la longitud del conducto, después comercializó el Root ZX. (J. Morita Corp., Tustin, CA). El método de proporción simultáneamente mide la obstaculización de dos diferentes frecuencias, calcula el cociente de las obstaculizaciones y expresa este cociente como una posición del electrodo dentro del conducto. La medición se supone es muy diferente por la

condición eléctrica dentro del conducto y pueden realizarse en conductos secos sin calibración²⁶. Además es capaz de determinar la longitud del conducto en presencia de electrolitos o de tejido pulpar vital⁸.

Con base en estos principios se desarrolló un nuevo aparato de tercera generación el Justy II (Toei. Electric Co., Tokio Japan que al igual permite ser usado en conductos húmedos¹⁶.

Estos localizadores usan una tecnología más avanzada, que mide la radio entre dos impedancias eléctricas emitidas a partir del instrumento sonda. Por tal motivo muchos localizadores apicales electrónicos disponibles se proponen como confiables y precisos para determinar la longitud de trabajo.

La investigación aprueba la precisión pero no la confiabilidad de estos aparatos. A fin de ser confiable, una técnica o aparato debe dar resultados de reproductividad precisa²⁵.

3.3 Indicaciones.

- ◆ Estos aparatos están indicados en dientes con pulpas vitales. Prácticamente en todos los casos de dientes vitales en los que se han efectuado mediciones con estos localizadores, se han obtenido resultados favorables exceptuando los que se encuentran comprendidos en las contraindicaciones.
- ◆ En dientes con pulpas necróticas. Puesto que no se ha observado ninguna diferencia en los datos obtenidos en los dientes con pulpa necrótica respecto a los dientes vitales.
- ◆ Dientes con o sin fistulas y con reabsorciones apicales.
- ◆ Dientes con problemas periodontales. No se ha encontrado ninguna dificultad ni diferencia en las mediciones efectuadas en los

distintos casos con problemas periodontales más o menos severos, sin influir tampoco su localización ni el número de raíces afectadas.

- ◆ Retratamientos. Para hacer posibles las mediciones en estos casos es necesario vaciar la obturación de los conducto de tal forma que estuviesen totalmente permeables y por supuesto que no exista una alteración en la anatomía a nivel de la constricción realizada durante la instrumentación³⁰.
- ◆ Los aparatos electrónicos Root ZX, el Endex y Justy II trabajan aún en presencia de electrolitos o tejido pulpar vital.
- ◆ No existe una diferencia estadísticas definida entre la capacidad de estos aparatos para determinar la constricción apical en canales o conductos vitales y conductos necróticos, debido al reducido número de radiografías realizadas³¹.

3.4 Contraindicaciones.

- ◆ En numerosos casos, el uso de los localizadores apicales electrónicos no es factible debido a la obstrucción del conducto²⁶. En casos de conductos calcificados es lógico que el localizador no funcione pues al no estar permeable el conducto no se establecen diferencias de potencial. Una vez permeabilizado el conducto con limas finas, quelantes y paciencia, sí es posible hacer mediciones. "En casos en que queden restos de material de obturación en los conductos el aparato se mantiene mudo no emitiendo señales ni visuales ni acústicas"³⁰.
- ◆ Presencia de restauraciones metálicas en las coronas de los dientes²⁶.

- ◆ Caries o destrucciones que comunican al conducto con la encía. En estos el aparato marca el grado máximo de la escala con un pitido continuo, como si estuviéramos en el foramen apical, apenas introducida la lima en el conducto.
- ◆ En fracturas radiculares horizontales u oblicuas. En estos casos se ha comprobado una clara discrepancia entre el laboratorio y la clínica. En la mayor parte de los casos comprobados "in vitro" se ha observado que el aparato marca el punto de máxima estrechez, cuando la lima llega a nivel de la línea de fractura³⁰.
- ◆ En dientes vitales inmaduros con amplios orificios abiertos, la precisión del instrumento electrónico no es aceptable³³.
- ◆ En el caso del paciente con marcapasos, los dispositivos electrónicos como los vitalómetros y los localizadores apicales, pueden crear un dilema en el tratamiento para el clínico, debido a que pueden interferir con la función del marcapasos o provocar una situación de peligro de la vida para el paciente³.

3.5 Ventajas.

La toma de una radiografía con un instrumento en el conducto se ha considerado clínicamente aceptable para determinar la longitud de trabajo durante muchos años, sin embargo los dentistas han buscado métodos alternativos para determinar la longitud de trabajo, durante la terapia de conductos radiculares¹². Los modernos localizadores apicales electrónicos de tercera generación son uno de ellos, estos aparatos son reconocidos por medir la longitud del conducto radicular, debido a que pueden permitir la localización de la estrechez apical de un conducto, independientemente del tipo de electrolitos presentes en el conducto. estos recientemente introducidos localizadores apicales Root ZX, Apit (=Endex en EE.UU.) y

Justy II. De acuerdo con la operación individual manual, estos dispositivos permiten la operación en ambientes húmedos dentro del conducto³⁶. El localizador apical encuentra su principal aplicación en aquellos casos en los que no es fácil interpretar las radiografías para calcular la longitud de trabajo. Esto ocurre a menudo, cuando las radiografías por diversas circunstancias hacen que este método no sea totalmente ideal. A veces es difícil determinar la localización de los ápices radiculares en los molares superiores debido a la densidad del hueso y a la superposición del cigoma, de modo similar la presencia de grandes torus puede resultar un obstáculo en dientes superiores e inferiores³⁷.

Las ventajas del uso de los localizadores electrónicos del ápice son:

- ◆ La longitud de trabajo inicial calculada electrónicamente reduce el número de radiografías¹¹.
- ◆ Los fabricantes afirman que estos aparatos localizan el foramen apical en presencia de humedad, tejido pulpar, sangre, exudados o soluciones tales como el hipoclorito sódico o el EDTA., anestésico local¹². Debido a que el concepto de estos aparatos está basado en el método de proporción^{34,32}.
- ◆ También afirma que no son necesarios instrumentos especiales para mejorar este aparato; se puede utilizar cualquier lima endodóntica standard como sonda intraconducto, además los fabricantes indican que el tamaño de la lima o del ensanchador no afectan la medida, siempre y cuando el instrumento alcance el foramen apical.
- ◆ Otra ventaja importante es su relativa facilidad de manipulación¹².
- ◆ Los resultados demuestran que la determinación táctil es muy inexacta y que estos aparatos son tan exacto como las mediciones radiográficas²⁴.

- ◆ La presencia de tejido vital, aún cuando haya hemorragia, estos localizadores muestran una precisión de 94% dentro de un milímetro del foramen apical.
- ◆ La precisión que se obtiene con el aparato en presencia de tejido necrótico es idéntica a los casos en los que se utiliza con tejido vital.
- ◆ Estudios realizados demuestran que el dispositivo es sencillo de manejar, y que la aceptación del paciente es buena³².
- ◆ No es necesario eliminar el contenido de los conductos, por lo cual permite su utilización desde el comienzo de la instrumentación nada más se debe permeabilizar el conducto³⁰.
- ◆ También resulta útil para aquellos odontólogos que necesitan muchas radiografías para llegar a un cálculo aceptable. En tales casos se puede utilizar el localizador con un método auxiliar y confirmar las mediciones con una radiografías con una lima colocada. También se pueden aprovechar su uso para aquellos pacientes que sienten náuseas con las radiografías.
- ◆ Los localizadores son también útiles para verificar perforaciones radiculares³⁷.
- ◆ Ahorro de tiempo.
- ◆ Las superposiciones óseas no interfieren.
- ◆ Buena esterilización de las partes⁶.
- ◆ Desde el punto de vista clínico, los aparatos Root ZX, Endex y el Justy II son entre el 74% al 94% exactos en ubicar la punta de la lima dentro de 0.75 mm de la constricción apical, por tanto, el empleo de estos localizadores apicales reducirá el número de mediciones con radiografías, debido a que sólo ajustes menores en la longitud de trabajo se requerirán.

- ◆ El tiempo en la unida dental también se reducirá eliminando los errores potenciales de longitudes y las conjeturas que puedan ocurrir confiando solamente en la radiografía⁸.
- ◆ La técnica de RVG combinando el localizador apical para determinar la longitud de trabajo dentario es una nueva técnica que reduce de la dosis de radiación durante el tratamiento endodóncico hasta de un 80% en comparación con las películas de rayos X convencionales. Se obtiene un método instantáneo para medición en radiografías usado para evaluar la exactitud del cono maestro, después del trabajo quimicomecánico terminado y antes de la obturación.
- ◆ Los investigadores no han encontrado diferencias clínicas significativas entre la capacidad para ajustar las longitudes de las limas de manera precisa con el sistema de VGR y con el método convencional junto con el localizador apical electrónico, y recomiendan el uso del sistema RVG con el localizador debido a la reducción del 80% en la dosis de la radiación al compararse con el método convencional.

La imagen digital de rayos X RVG sobre el localizador tiene las siguientes ventajas:

- ◆ Permite ahorro de tiempo al confirmar una visión inmediata.
- ◆ Reduce la necesidad de un cuarto oscuro, de películas de montaje, de equipo de procesado y de desechos químicos.
- ◆ Define más rápidamente el ápice, con reducida radiación.
- ◆ Reduce el tiempo del sillón dental.
- ◆ La interpretación de la imagen en la película es más precisa.
- ◆ La imagen de la película puede ser variada en tamaño y contraste, y después imprimirse.

- ◆ La imagen de la película puede conservarse en la computadora para una revisión o cita posterior³⁰.

3.6 Inconvenientes.

- ◆ El principal inconveniente que presenta el localizador apical es que por su exactitud apenas sobrepasa el percentil 90. En los estudios que realizó Hembrogh y cols es que si el localizador producía un error se debería principalmente a exceso, lo que tendría como consecuencia dolor postoperatorio y menores posibilidades de éxito en el tratamiento³⁷.
- ◆ Las radiografías son necesarias para proporcionar información relacionada con la anatomía del conducto y con la morfología radicular³⁴. Por la razón de que los aparatos electrónicos no pueden determinar la presencia o el grado a la dirección de la curva o la presencia de conductos o de raíces adicionales. Esta información se puede obtener solo mediante una radiografía¹².
- ◆ Las restauraciones metálicas interfieren con la conductividad eléctrica, funcionan de forma inconsistente, además los conductos muy permeabilizados tienen que ser permeabilizados antes de determinar la señal electrónica del foramen apical. “Una vez permeabilizado el conducto el dispositivo presenta un mejor funcionamiento³⁴.”
- ◆ Las mediciones obtenidas en canales secos, presentan resultados diversos sin concordancia ni predictibilidad. Debido a la falta de consistencia y de predictibilidad los resultados en conductos secos,

se deberían de humedecer antes de utilizar el aparato Endex para determinar la longitud de trabajo¹².

- ◆ De manera sorprendente, la información a cerca de la capacidad de la máquina de localizadores apicales en estudios que evalúan la precisión de la unidades, es carente. La capacidad de la máquina es una medida para errores sistemáticos que no pueden ser controlados y para desviaciones al azar de mediciones repetidas³⁶.
- ◆ Otro inconveniente que presentan estos aparatos pueden proporcionar mediciones inexactas por diferentes razones.
- ◆ La pila puede estar gastándose (por lo que hay que comprobar y cambiar la batería con cierta frecuencia).
- ◆ la entrada del conducto puede estar muy húmedo (por lo que se requiere de secar ligeramente con una torunda de algodón), o muy seco (hay que irrigar ligeramente con hipoclorito de sodio o con agua esterilizada).
- ◆ Puede existen un bloqueo (hay que intentar superarlo con mucho cuidado).
- ◆ Se puede soltar la pinza labial (por lo que se debe comprobar que se encuentre en su sitio)³⁷.

CAPITULO IV Consideraciones de los aparatos electrónicos del ápice radicular

4.1 Descripción del aparato

ROOT ZX:

El aparato de tercera generación consta de varios elementos:

1. Unidad central, que emite una corriente eléctrica de doble frecuencia proporcionada, por dos pilas convencionales³⁰, de 1.5 voltios cada una⁶.
2. Pantalla de cristal líquida donde gráficamente se registra el avance de la lima en el interior del conducto, con una señal en forma de barra que correspondería a la constricción apical y avisos en el foramen.
3. Señales acústicas con bip espaciados al principio, que se hacen más frecuentes en el punto de la constricción apical y continuos en el foramen.
4. Perilla ubicada debajo del cuerpo que al llegar a la zona de 0.5 a 1mm, emite una señal audible intermitente que se hace constante cuando sobrepasa el límite apical³⁰.
5. Tiene un solo cable que se divide en ánodo y cátodo, siendo estos intercambiables y esterilizables por el autoclave. El ánodo es un electrodo que tiene forma de signo de interrogación y se coloca en la zona del vestíbulo bucal⁶. Y el cátodo insertado a una lima en el conducto radicular. Entre estos electrodos está un ohmmetro modificado, que mide el cambio de la obstaculación conforme la lima avanza hacia el interior del conducto. La obstaculización es una

función compleja de inducción y capacitación encontrada en cualquier corriente alterna (CA) dentro del circuito, y se considera una resistencia generalizada. Un valor relativamente constante de obstaculización está en la unión del tejido pulpar y del ligamento periodontal en el foramen apical.

6. Algunos localizadores apicales requieren calibración, mientras que otros tienen una resistencia incluida con una frecuencia de valor fijo, que toma en cuenta los valores promedio de la proporción capacitación resistencia de los tejidos¹.

ENDEX (Apit):

Este tipo de aparato es similar al anterior y se diferencia en:

1. La pantalla es un panel medidor.
2. Tiene pilas recargables y un cargador.
3. Interruptor de ajuste automático de frecuencia que es preciso pulsar previamente una vez introducida la lima en el conducto y sujeta con el electrodo de pinza.
4. No tiene sensores de ajuste para el volumen, tipo de sonido ni auriculares³⁰.

JUSTY II:

1. Al igual que el Endex requiere de calibración del aparato se debe comprobar que la aguja llegue hasta la zona de calibración en la pantalla¹⁶.
2. Es muy ligero, pesa solo 250 grs.
3. Es compacto.

4. Es fácil de transportar por que no ocupa mucho espacio.
5. Se puede colocar en el pecho del paciente por lo ligero que es.
6. Es fácil de usar.
7. Ofrece lecturas precisas acerca del estado de la raíz tanto en conductos húmedos como en conductos secos.
8. No necesita mantenimiento periódico.
9. Las baterías duran mucho tiempo, se apagan automáticamente y tiene integrado un circuito para ahorrar energía²².

4.2 Consejos para facilitar su empleo.

Cada uno de los instrumentos, incluso los de una misma generación, funcionan de forma diferente. Antes de usar uno de estos aparatos conviene leer cuidadosamente y entender bien las instrucciones, y si es posible, hay que buscar a un colega que utilice un localizador aunque sea de otro modelo o de otra generación y observar su uso clínico³⁷.

Se aconseja que cuando se empiecen a utilizar estos aparatos se emplee como un procedimiento más junto al táctil y al radiográfico. Es muy frecuente que cuando se empieza a utilizar, como en cualquier procedimiento nuevo se pase por períodos en que los localizadores funcionen perfectamente, obteniendo medidas precisas y correctas y periodos en los que parece que el aparato se ha vuelto loco y no funciona, dando señales exageradas o mínimas³⁰.

Las tomas de radiografías son necesarias antes, durante e inmediatamente después del tratamiento endodóntico, y después periódicamente para evaluar el éxito o fracaso de la terapia³¹.

4.3 Utilización.

Al funcionamiento de los localizadores electrónicos de ápices se les ha permitido tradicionalmente un cierto margen de error aceptable en la localización del ápice. Así, posiciones radiográficas dentro del rango de los $\pm 0,5$ mm con respecto al ápice son consideradas por algunos como el rango aceptable³².

- ◆ El aparato Endex propuesto por Yamashita debe ser calibrado (ajuste en cero) en varios milímetros desde el foramen apical en cada conducto individual. Este ajuste no es exacto en conductos secos.
- ◆ El aparato Root ZX propuesto por Kobayashi pueden realizarse las mediciones en conductos secos sin calibración²⁶.
- ◆ El aparato Justy II debe ser calibrado hasta que la aguja indique que he llegado a la zona de calibración.
- ◆ Para poder efectuar un buen funcionamiento en los aparatos el fabricante recomienda que se sigan al pie de la letra sus instrucciones³⁴.
- ◆ Las calcificaciones y la acumulación de restos dentinarios se dice que interfieren en el desempeño de los localizadores apicales electrónicos y también se ha demostrado que el empaquetamiento de los restos en el tercio apical del conducto afectará la precisión de estos aparatos¹⁷.

Para calcular la longitud de trabajo con un localizador apical de tercera generación Root ZX. Se deben seguir los siguientes pasos:

1. Diagnóstico del caso y estudio radiográfico.
2. Anestesia en la zona del diente afectado (en su caso).
3. Aislamiento absoluto con dique de goma.

4. Acceso a la cámara pulpar.
5. Localización y permeabilización de los conductos con limas de calibre delgado.
6. Irrigación con hipoclorito de sodio diluido.
7. Secado con bola de algodón de la cámara pulpar, para evitar falsos contactos. Debe hacer un aislamiento perfecto entre el medio humedecido del conducto y de la encía.
8. Colocación del electrodo labial en la comisura humedecida, evitando el contacto con coronas protésicas u obturaciones metálicas.
9. Encendido de la unidad central, es preciso esperar uno o dos segundos para que se efectúe el ajuste automático, en ese momento aparecerá la barra intermitente de la señal de la constricción apical.
10. Introducir la lima en el interior del conducto.
11. Conectar el electrodo de la pinza a la lima.
12. Haciendo presión y con ligeros movimientos rotatorios vamos a introducir la lima hasta que en la pantalla de la unidad central lleguemos a la constricción apical, que se corresponderá con el aumento de la frecuencia de las señales acústicas.
13. Retiraremos el electrodo de la lima, ajustamos el tope de la goma con la cúspide elegida y la sacamos del conducto para tomar la medida efectuada.
14. A continuación introducimos la lima en el conducto siguiente, aplicando el electrodo de la pinza y así sucesivamente en el resto de los conductos³⁰.

Nota: Para el cálculo de la longitud de trabajo con el localizador apical electrónico Endex son los mismos pasos que el anterior del 1 al 8, en el noveno paso se diferencia en que el aparato debe ser calibrado individualmente "ajuste en ceros" en cada conducto, en caso de dientes con

dos o más conductos y se siguen los siguientes pasos hasta encontrar la longitud de trabajo con el localizador electrónico.

El método de trabajo para el Justy II consiste en lo siguiente:

1. Diagnóstico, anestesia (en su caso).
2. Aislamiento y localización de conductos.
3. Irrigación con hipoclorito sódico diluido
4. Secado de la cámara pulpar con una bolita de algodón para eliminar el exceso de solución irrigadora, lo que podría causar errores en la lectura al dispersar la electricidad.
5. Calibración del LEA Justy II (Toei. Electric Co., Ltd. Tokio, Japan), modelo TME-601, comprobando que la aguja llegue hasta la zona de calibración de la pantalla.
6. Colocación del electrodo labial.
7. Conectar la lima de los números 10, 15, 20 según el tamaño del canal radicular.
8. Introducir la lima dentro del conducto hasta que en la pantalla de la unida central se llegue al centro de la zona amarilla (contricción apical.).
9. Desconectar el electrodo de la lima, ajustar el tope de goma en la zona elegida y realizar la conductometría radiológica.

En los localizadores apicales de tercera generación se considera aceptable toda medición radiológica en la que la lima queda de 0.5 a 1 mm del ápice radiológico¹⁶.

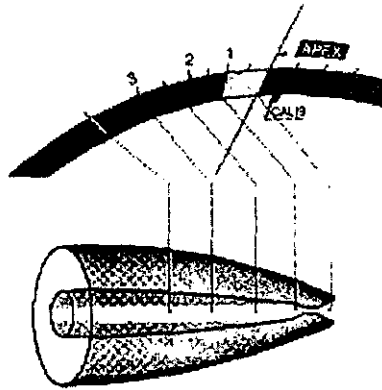


Figura 4.1 Se muestra el movimiento de la aguja que indica que ha llegado a la constricción apical.

4.4 Como superar algunas de las dificultades en las mediciones.

Tratar de detectar una medición falsa con este tipo de aparatos es fácil, pues casi siempre en la pantalla se reflejará como una ausencia de la señal, a pesar de las distintas posiciones de la lima en el interior del conducto, o también como un exceso marcando al máximo el aparato nada más al entrar en contacto la lima con el tercio coronario del conducto³⁰

1. En algunos casos en los que existen restauraciones metálicas, se puede utilizar una bolita de algodón para eliminar el líquido de la cámara pulpar y de este modo minimizar las respuestas falsas³⁴.
2. Dientes con grandes restauraciones. En estos casos la fiabilidad del localizador depende de la posibilidad de poder aislar la lima colocada en el interior del conducto.

3. Aislar la lima es fácil, basta mantenerla separada con el dedo de la obturación evitando que contacte con la misma. Si lo prefiere el operador solo puede secar con una bola de algodón la cámara pulpar más no el conducto.
4. Coronas protésicas. El procedimiento a seguir es el mismo que en el caso anterior, el cual depende de la posibilidad de aislamiento para evitar que tenga contacto con restauraciones protésicas u otros conductores electrónicos.
5. Conductos muy anchos con ápices abiertos. En algunos casos los dientes con estas características no es posible medir el diente con limas de bajo calibre teniendo de esta manera que llegar a grosores superiores para poder obtener la primera medición correcta.
6. En conductos que se unen en el tercio medio o apical. En este tipo de conductos se han detectado mediciones falsas, en estos casos para poder llegar a la medida correcta insertando en el instrumento en el más recto de los conductos³⁰.

**ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA**

Conclusiones

Se puede concluir que hasta la fecha no hay método más exacto que el método radiográfico para la determinación de la longitud del conducto radicular pues los localizadores electrónicos del ápice radicular hasta el momento no son tan exactos.

Los localizadores electrónicos son de gran ayuda en situaciones en que no es posible visualizar bien los ápices como en superposiciones de estructuras anatómicas. También son de gran ayuda para determinar una falsa vía y en casos en los que no se pueda tomar radiografías como por ejemplo en pacientes embarazadas.

Para el empleo del localizador electrónico del ápice es preciso seguir con exactitud las indicaciones del fabricante, pero también es necesario conocer la anatomía interna del diente ya que las 32 piezas dentales que existen en la cavidad oral, tienen distinta anatomía interna y externa; también es necesario conocer los tipos de nemotecnia que existen pues un localizador electrónico hasta el momento no ha funcionado para la localización de conductos accesorios.

Es muy importante que se realice un buen acceso ya que de este depende la fácil entrada al conducto para determinar la longitud de trabajo con la técnica tradicional así como con un localizador electrónico.

Una desventaja de los localizadores electrónicos es que pueden errar ya sea por la forma que presenta el conducto en el ápice o por que se utiliza un instrumento demasiado pequeño o demasiado grande. Por lo que la lima no llega a la terminación del conducto.

El uso del localizador electrónico se recomienda antes de la toma de radiografías para determinar la longitud. Esto resulta útil por que es probable que la lima esté a 1 mm del ápice radicular, reduciéndose considerablemente el número de radiografías.

Los estudios previos demuestran que los localizadores electrónicos del ápice radicular pueden determinar de manera precisa la longitud del conducto hasta 1.5 mm de la constricción apical en un 75% hasta un 80% en los conductos aún en presencia de humedad, tejido pulpar, exudados y soluciones irrigantes de igual manera la presencia o no de imagen periapical no parece influir en la precisión de estos dispositivos electrónicos.

Estos aparatos no determinan el grado, la presencia o la dirección de la curva o la presencia de conductos o raíces adicionales. Esta información solo se puede obtener mediante estudio radiográfico.

Es por esto que he llegado a la conclusión de que hasta el momento no existen localizadores electrónicos que puedan ser plenamente confiables, ya que no se han superado algunas dificultades, como en el caso de conductos calcificados o con restos de obturación, imposibilidad de aislar el conducto de la encía, las restauraciones metálicas y su empleo a pacientes portadores con marcapasos.

BIBLIOGRAFÍA

- 1 Arora, R. K. et al. "An in vivo evaluation of the Endex and RCM Mark II Electronic apex locator in root canals with different contents". Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 1995; 79 (4).
- 2 Azabal, M. Kessler F. "¿Hasta dónde debe llegar el límite de nuestra preparación?". Revista Española de Endodoncia Vol.11, No.1; 1993.
- 3 Beach, C. W. et al."Use of an electronic apex locator on a cardiac pacemaker patient". J Endodo Vol.22, No.4; 1996.
- 4 Blánquez, M. E., Miñata, L. "Técnicas radiográficas en el diagnóstico y tratamiento endodóncico" Revista Española de Endodoncia Vol.17, No.3.
- 5 Briend R. O. 115. "Técnica de cono largo o de paralelismo". Radiología dental. Tercera edición 1979, Interamericana.
- 6 Cañete, María Teresa. Blank, Ana Julia. Basrani, Enrique. "Conductometría electrónica". Actualidades Médico Odontológicas. Primera edición 1999 Latinoamericana, C.A.
- 7 Diamond, M. "Cámara y canales pulpares". Anatomía dental con la anatomía de cabeza y cuello. Octava impresión 2000, Editorial limusa S.A. de C.V.
- 8 Dunlap, C. A. et al. "An in vivo evaluation of an electronic apex locator that use the ratio method in vital and necrotic canals". J Endodo Vol.1 No.1;1998.

- 9 Fabra H. "La radiografía ¿nos dice todo lo que queremos saber?". Revista Española de Endodoncia Vol.16 No.4; 1998.
- 10 Fornel L. y colaboradores. "La radiofisiografía en endodoncia". Revista Española de Endodoncia Vol.11 No.3; 1993.
- 11 Fouad, A. F. et al. "Effect of using electronic apex locators on selected endodontic treatment parameter". J Endodo, Vol.26, No.6; 2000.
- 12 Frank, A. L. Torabinejad "Valoración in vivo del localizador electrónico de ápices Endex". Revista Española de Endodoncia, Vol.11, No.4; 1993.
- 13 Harty, P. F. "Anatomía del espacio pulpar". Endodoncia en la práctica clínica. Cuarta edición 1999, Mc Graw-hill Interamericana editores, S.A. de C.V.
- 14 Hedrick R. T. "Determinación radiográfica de la longitud del conducto radicular: radiografía dijital directa frente a la radiografía convencional". Revista Española de Endodoncia, Vol.12 No.4; 1994.
- 15 Hembrough, J.H., y colaboradores. "Precisión de un localizador electrónico de ápice: valoración clínica en molares superiores". Revista Española de Endodoncia, Vol.11, No.4; 1993.
- 16 Herrera, M. "Estudio in vivo de la efectividad del localizador de ápices Josty II frente al estudio radiológico convencional". Revista Española de Endodoncia, Vol.18, No.2; 2000.
- 17 Ibarrola, J. E. et al. "Effects of preflaring on Root ZX apex locators". J. Endodo, Vol.25 No.9; 1999.

- 18 Ingle, J.I. y colaboradores. Endodoncia. Tercera edición 1987, Nueva editorial Interamericana S.A. de C.V.
- 19 Kuttler, Y. Endodoncia práctica para estudiantes y profesionales de Odontología. Primera edición 1996, Editora A.L.P.H.A.
- 20 Lauper, R. et al. "An in vivo comparison of gradient and absolute impedance electronic apex locators". J. Endodo, Vol.22, No.5; 1996.
- 21 Leal, M. R. L. y Colaboradores. Endodoncia integrada. Primera edición 1999, Editorial Latinoamericana.
- 22 Masahiro Fujita. Toesco "Justy II". Japan; 2001.
- 23 Mondragón E. Endodoncia. Primera edición 1995, Interamericana Mc Graw Hill.
- 24 Ounsi, H. F. et al. "In vivo evaluation of the reliability of the Endex Electronic apex locator". J. Endodo, Vol.24, No.2; 1998.
- 25 Ounsi, H. F. et al. "in vitro evaluation of the reliability of the Root ZX electronic apex locator". Int. Endodo. J, Vol.32; 1999.
- 26 Pagavino, G. et al. "A SEM study of in vivo accuracy of the Root ZX electronic apex locator". J. Endodo Vol.24, No.6; 1998.
- 27 Péix, M. "diagnóstico en radiología". Revista Española de Endodoncia Vol.11 No.1; 1993.

- 28 Pasler, F.A. Radiología Odontológica. Segunda edición 1999, Ediciones científicas y técnicas, Mason Salvat.
- 29 Romani, N. F. y Colaboradores Texto y Atlas de Técnicas Clínicas. Segunda edición 1994 Nueva editorial Interamericana.
- 30 Ruiz de Temiño, P. "Localizadores electrónicos de ápice de doble frecuencia: aplicaciones clínicas". Revista Española de Endodoncia Vol.16, No.3; 1998.
- 31 Saad, A. Y. et al. "(Radiation dose reduction during endodontic therapy: A new technique combining an apex locator (Root ZX) and a digital imaging system (Radiovisiography)". J. Endodo, Vol.26, No.3; 2000.
- 32 Shabahang, S. et al. "An in vivo evaluation of Root ZX electronic apex locators". J. Endodo, Vol.22, No.11; 1996.
- 33 Tronstad, L. Endodoncia clínica. 1993. Masson Salvat
- 34 Vajrabhaya, L. et al. "Accuracy of apex locator". Endod Dent Traumatol. 1997; 13.
- 35 Walton, R.E. y Colaboradores. Endodoncia Principios y práctica clínica. Primera edición 1991, Nueva editorial interamericana.
- 36 Weiger, R. et al "An in vitro comparison of two modern apex locators". J. Endodo Vol.25, No.11; 1999.
- 37 Weine, F.S. Tratamiento Endodónico. Quinta edición 1997, Harcour brace de España S.A.