



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

**Localizadores apicales electrónicos:  
Revisión bibliográfica**

**T E S I N A**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**CIRUJANA DENTISTA**

**PRESENTA:**

**SHUJEY TATUM SANDOVAL SALMERÓN**

**DIRECTOR:  
C.D. ARTURO VENTURA MORALES**

A blue ink signature, appearing to be 'Arturo Ventura Morales', written over a circular stamp or seal.

**MÉXICO, D.F.**

**2004**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.



# ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	VI
-------------------	----

## CAPÍTULO I

### IMPORTANCIA DE ESTABLECER LA LONGITUD DE TRABAJO.

1.1 Conductimetría u odontometría.....	2
1.2 Método de Ingle.....	5

## CAPÍTULO II

### ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LOS LOCALIZADORES ELECTRÓNICOS.

2.1 Historia.....	10
2.2 Generalidades.....	11
2.3 Componentes de un localizador electrónico de ápices.....	15
2.4 Funcionamiento.....	16

## CAPÍTULO III

### TIPOS DE LOCALIZADORES APICALES.

3.1 Desarrollo de diferentes tipos de localizadores apicales.....	18
3.2 Primera generación.....	19
3.3 Segunda generación.....	21
3.4 Tercera generación.....	22

3.4.1 Localizador electrónico Root ZX.....	24
3.4.2 Localizador electrónico APIT.....	25
3.4.3 Indicaciones de los localizadores de 3ª generación.....	25
3.4.4 Contraindicaciones de los localizadores de 3ª generación..	26

## CAPÍTULO IV

### MODO DE EMPLEO, VENTAJAS E INCONVENIENTES.

4.1 Empleo del localizador electrónico de ápices.....	28
4.2 Ventajas.....	30
4.3 Contraindicaciones e inconvenientes.....	31

### CONCLUSIONES.....

33

### FUENTES DE INFORMACIÓN.....

35

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo receptivo.

NOMBRE: Sandoval  
Salmerón Shujey Tatum

FECHA: 12-04-04

FIRMA: Shujey Tatum

***A mis padres:***

Les dedico este trabajo por apoyarme incondicionalmente, por no dejar de creer en mí, por darme sus consejos y enseñarme siempre a valorar todas las cosas, por estar conmigo en todo momento, por darme la oportunidad de realizar lo que me gusta, por mantener siempre nuestra familia unida, por todo el esfuerzo que han hecho para que yo salga adelante y más que nada por todo el cariño y el amor que siempre me brindan. LOS QUIERO MUCHO.

***A mi hija:***

Por ser la razón de mi vida, por darme la oportunidad de disfrutar cada momento a su lado, porque gracias a ella he aprendido a valorar muchas cosas y por ser tan linda y cariñosa conmigo. TE QUIERO.

***A mi esposo:***

A ti que has sabido escucharme, que sin medida me has dado todo tu cariño, por ser tan paciente, tan tolerante, por ayudarme en todo lo que te pido sin nunca negarme nada, porque siempre has sabido comprenderme, por reír y sufrir junto conmigo, por ser un buen amigo y un buen padre y por estar conmigo siempre que te necesito. TE AMO TOÑO.

***A mi abuelita:***

Por ser mi segunda madre, por brindarme todo tu cariño, por todo el apoyo que me das cuando lo necesito, por estar conmigo en las buenas y en las malas, por darme tanto ánimo para seguir adelante, por darme buenos consejos y porque eres la mejor abuelita. TE QUIERO MUCHÍSIMO.

***A mis hermanos:***

Porque siempre hemos sabido estar unidos, por llevarnos super bien, porque siempre me han demostrado que me quieren y me respetan, por ser los pequeñitos de la familia y porque me divierto mucho con sus ocurrencias. LOS ADORO.

***A mi Paty:***

Por ser como una hermana para mí, por darme un buen ejemplo y por ser más que una amiga, también por apoyarme y darme palabras de aliento y porque sé que siempre puedo contar contigo. TE QUIERO.

***A mi familia:***

A todas mis tías, tíos, primos y primas por saber ser una familia unida, por estar siempre juntos, por estar siempre pendiente de lo que pasa en la familia y por darme muchos ánimos. Espero que siempre estemos tan unidos como hasta ahora.

***Al Sr. Perfecto y a la Sra. Ademís:***

Por brindarme su cariño y apoyo durante todo este tiempo, por ser comprensivos, por haberme aceptado como parte de su familia, porque sé que puedo confiar en ustedes y contar con ustedes en cualquier momento y por todos los ratos de felicidad que hemos pasado juntos.

## INTRODUCCIÓN.

A pesar de las ventajas que ofrecen estos dispositivos (que emiten un sonido o indican con un dial o una aguja cuándo se ha alcanzado la posición correcta) en comparación con los fallos que conlleva el cálculo individual, los localizadores apicales no han tenido una gran aceptación. Algunos especialistas japoneses y europeos muy sofisticados los utilizan, y también son muy populares en algunas zonas de los Estados Unidos. Sin embargo, en la actualidad se usan mucho menos que los otros métodos para el cálculo de la longitud de trabajo. A pesar de todo, los localizadores son unos aparatos muy ingeniosos, y todo aquel que se dedique al tratamiento endodóncico debería aplaudir el esfuerzo y la imaginación que se han dedicado a su desarrollo, independientemente de que los utilice o no.

En los últimos años, varias han sido las investigaciones que han aportado descubrimientos para mejorar y facilitar los tratamientos en el campo de la endodoncia.

Para realizar el tratamiento de conductos radiculares, es preciso conocer con la mayor exactitud posible dónde se encuentra la constricción apical que nos proporcionara el largo de trabajo para el resto de la instrumentación de conductos.

Hace pocos años contábamos con dos únicos procedimientos que eran el táctil basado en la habilidad y experiencia del operador; y el radiográfico, con las limitaciones que supone ver un objeto tridimensional en un solo plano.



Los localizadores electrónicos de ápice cuando se utilizan correctamente y se adquiere experiencia en su manejo, son el método más fiable en la actualidad para detectar la constricción apical. Conviene aclarar que la utilización de estos aparatos no descarta la necesidad de estudios radiográficos, tanto para el diagnóstico como para el tratamiento. Lo que sí reducen es el número de radiografías en un tratamiento además de incrementar la seguridad en nuestros tratamientos.

En estos tiempos de las calculadoras electrónicas y los ordenadores sólo era cuestión de tiempo que apareciese un sistema que nos proporcionase un cálculo objetivo de la localización de los ápices; y ese sistema es el localizador apical electrónico.

Agradezco en primer lugar a **Dios** por haberme dejado llegar hasta este momento tan importante en mi vida, por dejarme compartir esta dicha con toda mi familia, por darme las fuerzas para seguir adelante, por dejarme apreciar y disfrutar minuto a minuto todo lo que hay en este mundo y finalmente por darme unos padres tan excelentes y una familia tan preciosa. Gracias.

También agradezco al **Dr. Arturo Ventura Morales** por todo su apoyo brindado para la realización de este trabajo, por tener la paciencia necesaria, por dedicarme su tiempo en cualquier momento que lo necesité y por compartir su experiencia y su sabiduría conmigo.

Al **Dr. Jaime Vera Cuspinera** por ser un excelente profesor y amigo, por saber guiarme y aconsejarme para salir adelante, por su desempeño para realizar este Seminario, porque sé que en cualquier momento puedo contar con usted, por su infinito apoyo, mil gracias.

A la **Universidad Nacional Autónoma de México** por haberme alojado en sus aulas y por haberme llenado de conocimientos para lograr la realización de mi profesión.

## CAPÍTULO I

### IMPORTANCIA DE ESTABLECER LA LONGITUD DE TRABAJO.

En los primeros tiempos de la endodoncia, hacia finales del siglo XIX, todavía no se utilizaba la radiología en la odontología, y para calcular la longitud de trabajo se solía tomar como referencia el punto a partir del cual el paciente experimentaba molestias al introducirle un instrumento en el conducto; obviamente, este método daba lugar a innumerables errores. Si quedaba tejido vital sin extirpar en el interior del conducto, el cálculo sería demasiado corto; si existía una lesión periapical, el cálculo podía ser excesivo.<sup>1</sup>

Uno de los problemas frecuentemente encontrados durante la instrumentación del conducto, es la inhabilidad de localizar el foramen apical. La razón de esto, puede ser la estrechez del conducto debido a la deposición del tejido duro o severas curvaturas del conducto.

Si el conducto es totalmente estrecho cerca del foramen apical, forzar la instrumentación puede resultar en una transportación o perforación apical.<sup>2</sup>

En los primeros años del siglo XX se creía que la pulpa dental abarcaba todo el diente y continuaba hasta el tejido periapical a través del foramen apical, y que el punto más estrecho del segmento apical del conducto radicular era exactamente el lugar en el que el conducto radicular sale del diente en el extremo del ápice. Basado en esto, para calcular la longitud de trabajo se tomaba la punta de la raíz en las radiografías (ápice radiográfico) como el punto exacto hasta el que había que preparar y

obturar el conducto. Por lo tanto, el ápice radiográfico vino a sustituir el punto apical de sensibilidad del paciente a la hora de calcular la longitud de trabajo.

Kuttler llegó a la conclusión de que era un error clínico preparar el conducto hasta el ápice radiográfico, ya que podía producir dolor postoperatorio y limitar las posibilidades de éxito del tratamiento.

La mayoría de los especialistas coinciden en que la preparación del conducto debe de terminar, en teoría, en la unión cemento-dentina-conducto (CDC).

De la forma tradicional, las mediciones durante la instrumentación del conducto radicular se han hecho mediante la toma de radiografías con una lima colocada en el conducto.<sup>3</sup>

## 1.1 Conductometría u odontometría.

Es imprescindible obtener con exactitud la longitud del diente que está recibiendo el tratamiento endodóntico, pues sólo así tendremos certeza de que la instrumentación será realizada hasta las proximidades de la unión cemento-dentina-conducto, lo cual, además de permitirnos una preparación del conducto dentinario en toda su extensión, nos permite también realizar estos procedimientos dentro de una conducta de total respeto a los tejidos apicales y periapicales.

Por medio de la odontometría (conductometría) vamos a establecer la Longitud Real del Diente (LRD) y, a partir de ésta, la Longitud Real de Trabajo (LRT), es decir, de instrumentación, conforme el caso sea una biopulpectomía o una necropulpectomía con lesión periapical o no.

Son varios los autores que presentan técnicas para determinar la longitud de los dientes.

Los métodos presentados son muy variables entre sí, algunos refinados, otros más simples, pero todos con el objetivo básico de establecer con la mayor precisión posible la Longitud Real del Diente que está recibiendo tratamiento endodóntico.

Quizás las técnicas de odontometría más difundidas sean las de Sunada, Best y col; Bregman e Ingle.

Best y col. presentan una técnica en la cual, después de colocar un perno metálico de 10 mm de largo sobre la cara vestibular del diente, se radiografía y a continuación, después del proceso de revelado y fijación, se coloca la radiografía sobre una escala milimetrada, transparente, a través de la cual y por lectura directa se obtiene la medida del diente. Comparada con los métodos de Sunada, Bregman e Ingle, esta técnica presentó una "mayor variabilidad en las medidas y menor porcentaje de éxito en el cálculo de la longitud de los dientes".

Bregman propone un método en el cual, después de colocar un instrumento de 10 mm de largo dentro del conducto radicular, se radiografía y, con ayuda de una regla milimetrada, se mide en la placa la longitud del diente y del instrumento; a partir de los tres valores se aplica una regla de tres simple, por medio de la cual se obtiene la LRD.

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

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

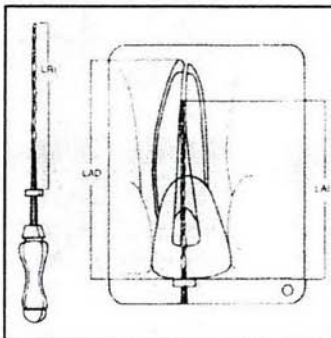
LRI - Longitud Real del Instrumento (medida colocada en el instrumento que se introduce en el conducto radicular. Bregman coloca siempre una longitud fija de 10 mm).

LAD - Longitud Aparente del Diente (obtenida por la medida de la longitud del diente en la radiografía para odontometría).

LAI - Longitud Aparente del Instrumento (obtenida midiendo en la radiografía para odontometría, la longitud del instrumento desde su tope de goma, que debe estar apoyado en una referencia bien clara, hasta su porción apical).

LRD - Longitud Real del Diente.

Este método lo empleamos nosotros desde hace varios años, con buenos resultados prácticos, aunque lo aplicamos con una ligera variación o modificación. En lugar de colocar la Longitud Real del Instrumento (LRI) siempre en 10 mm; como recomendación, Bregman refiere colocar una medida basada en la radiografía para diagnóstico y en el cálculo de la longitud media del diente, siempre reducida en algunos milímetros, como medida de seguridad para no traumatizar los tejidos apicales y periapicales.



Método de Bregman. El valor LRI se basa en la medida de la radiografía para diagnóstico y en el cálculo de la longitud media del diente. Los valores LAD y LAI se obtienen a partir de la radiografía para odontometría

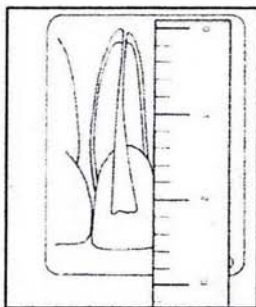
Frente a cualquier duda que pueda presentarse en la obtención de las longitudes aparentes en la radiografía o en los cálculos, debemos repetir el procedimiento hasta llegar con seguridad a la LRD.

Ingle sugiere un procedimiento que nos parece de los más simples, objetivos y, de gran eficacia, según el estudio comparativo realizado por Bramante. Siendo así, también es una de las técnicas adoptada por nosotros para la medición de los dientes.<sup>1</sup>

## 1.2 Método de Ingle.

Básicamente consta de los siguientes procedimientos:

1) medida del diente en la radiografía para diagnóstico, que debe estar procesada y dentro de una angulación lo menos distorsionada posible (es necesario tener presente siempre la longitud media del diente).



En la radiografía para diagnóstico se mide la longitud del diente

2) restar dos o tres milímetros a esa medida para prevenir posibles distorsiones en la imagen radiográfica y también como medida de seguridad para no traumatizar los tejidos apicales y periapicales.

3) transferir esta longitud al instrumento endodóntico (ensanchador o lima), que será delimitado por la colocación de un pequeño cursor de goma.

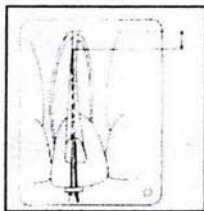


La longitud obtenida por la medida del diente en la radiografía para diagnóstico reducida en algunos mm. se transfiere entonces a un instrumento endodóntico

4) colocar el instrumento dentro del conducto de manera que el cursor o tope de goma quede haciendo tangente con el borde incisal o la cúspide del diente, siempre en un punto de referencia bien definido.

5) efectuar la toma radiográfica y el debido procesamiento de la película.

6) medir en la radiografía la diferencia entre el extremo del instrumento y el ápice radicular, sumando o restando ese valor a la longitud del instrumento. De esta forma obtendremos la LRD.



Medir en la radiografía de odontometría la diferencia entre el extremo del instrumento y el apice radicular



Frente a cualquier duda en cuanto al largo correcto, debemos repetir la toma radiográfica después de las debidas correcciones.

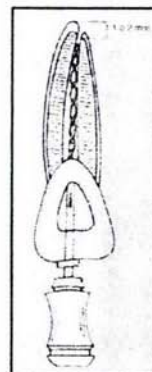
Sea por medio de la técnica de Bregman o de Ingle, una vez obtenida la LRD debemos establecer la LRT y para ello tenemos que considerar el hecho de que se trate de una biopulpectomía o de una necropulpectomía con lesión periapical o no.

En las biopulpectomías la preservación de la vitalidad del muñón pulpar es un hecho de particular importancia para el éxito del tratamiento y, siendo así, los procedimientos operatorios no deberán realizarse más allá de la unión cemento-dentina-conducto, límite del "campo de acción del endodoncista". De esta manera debemos establecer una longitud de trabajo que quede de 1 a 2 mm antes del ápice radiográfico.

Así, tenemos:

*Biopulpectomías: LRD - 1 a 2 mm = LRT*

Límite de instrumentación recomendado para los casos de biopulpectomías

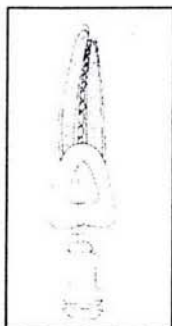


En las necropulpectomías sin reacciones periapicales evidenciadas en la radiografía, aunque no quede ya el muñón pulpar, todavía existe el conducto cementario y, de este modo, el límite de instrumentación deberá ser, en consecuencia, hasta las proximidades de la unión cemento-dentina-conducto, a semejanza de las biopulpectomías. Debemos adoptar

como longitud de trabajo una medida que quede también de 1 a 2 mm antes del ápice radiográfico. Así, tenemos:

*Necropulpectomía (sin lesión periapical):*

LRD - 1 a 2 mm = LRT



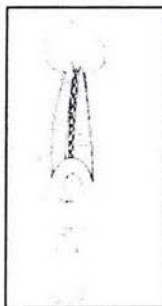
Límite de instrumentación recomendado para los casos de necropulpectomías sin reacciones periapicales

En las necropulpectomías con lesiones periapicales caracterizadas radiográficamente por áreas de reabsorción ósea, sabemos que los tejidos que componen el conducto cementario fueron reabsorbidos, quedando dentina al descubierto. En estos casos nuestra longitud de trabajo deberá aproximarse más a la porción apical, quedando a 1 mm antes del ápice radiográfico. Así, tenemos:

*Necropulpectomías (con lesiones periapicales):*

LRD - 1 mm = LRT

Límite de instrumentación recomendado para los casos de necropulpectomías con lesiones periapicales



Para los dientes unirradiculares, por lo general la toma radiográfica para odontometría se realiza en angulaciones normales, sin mayores dificultades, y lo mismo ocurre para los molares superiores.

En las situaciones en que existen dos conductos en una misma raíz, o en raíces separadas pero paralelas, se produce una superposición de imágenes que dificulta muchas veces la determinación precisa de los límites deseados. Es el caso de los primeros premolares superiores, a veces los segundos, y de la raíz mesial de los molares inferiores, por ejemplo.

En estos casos se debe variar la angulación horizontal ligeramente hacia mesial, y de esta manera se consigue una separación de los conductos. La raíz o el conducto lingual, que se encuentran siempre más distantes, acompañan la variación de la angulación, es decir, se mesializan.<sup>1</sup>

## CAPITULO II

### ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LOS LOCALIZADORES ELECTRÓNICOS.

#### 2.1 Historia.

Suzuki publicó un estudio sobre ionoforesis de nitrato de plata amoniacal en dientes de perros. 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 que se podía medir en cualquier paciente en la misma cavidad oral.<sup>4</sup>

Suzuki no siguió avanzando en sus investigaciones, pero en 1962 Sunada utilizó un óhmetro muy sencillo para medir la resistencia eléctrica entre esos dos puntos. Cuando colocaba el ensanchador conectado al óhmetro en diferentes puntos del conducto radicular el aparato proporcionaba lecturas diferentes. Sin embargo, cuando el ensanchador llegaba al ligamento periodontal, el óhmetro medía siempre 6.5 kiloohmios. Esto no sucedía sólo cuando accedía a través del conducto radicular, sino también cuando lo hacía a través de perforaciones en las paredes. Estas lecturas eran siempre las mismas en un mismo individuo en todos los niveles de las estructuras periodontales, así como en dientes de diferentes tipos y configuraciones.<sup>5</sup>

En 1969 Inoue sorprendió a todos los asistentes en el Congreso Anual de la American Association of Endodontists celebrado en Atlanta con su demostración del cálculo electrónico de la longitud de trabajo; utilizando un instrumento con una resistencia, la primera generación de localizadores apicales.<sup>6</sup> Desde entonces han sido muchos los investigadores que han realizado experimentos con localizadores de resistencia eléctrica y sus derivados, los localizadores de impedancia y de frecuencia. Suzuki, Sunada e Inoue son japoneses, y están acostumbrados a los avances electrónicos. Desde los primeros estudios, los experimentos con localizadores apicales son dominados por investigadores japoneses.

Los localizadores apicales distan mucho de la perfección, a pesar de su desarrollo ultrasofisticado. Por otra parte no debemos pensar que estos dispositivos van a eliminar la necesidad de las radiografías en endodoncia. Sin embargo, utilizados correctamente y cuando está indicado, y combinados con las mediciones radiográficas, los localizadores apicales representan una gran ayuda durante el tratamiento endodóncico.<sup>3</sup>

## 2.2 Generalidades.

Al realizar la odontometría nuestro objetivo es determinar la localización del foramen apical y establecer, a partir de él, la longitud de trabajo para las diversas etapas del tratamiento endodóncico.

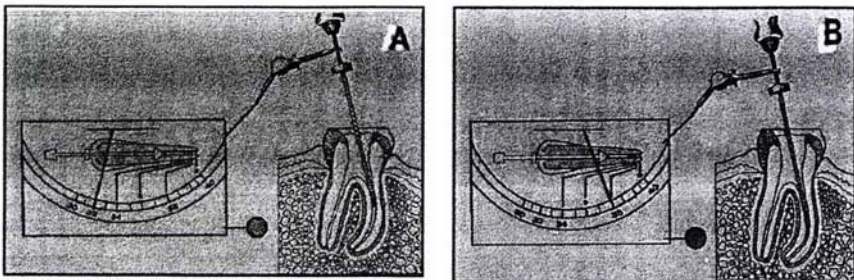
Las radiografías proveen datos importantes sobre la morfología de la raíz y de las estructuras vecinas, sin embargo, no son confiables por completo debido a las siguientes razones:

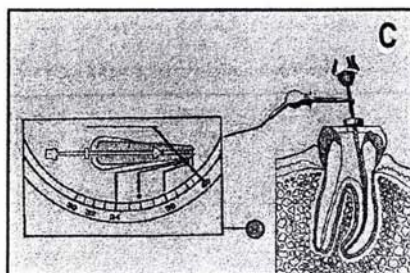
- el foramen con frecuencia no coincide con el vértice radicular y su posición lateral no siempre es revelada por la radiografía
- complejidades anatómicas como dilaceraciones apicales, pueden pasar sin observarse, en especial cuando la desviación se produce en el plano vestibulolingual o vestibulopalatino
- en dientes con reabsorciones apicales significativas el contorno radicular es impreciso; la superposición de estructuras anatómicas (en especial en los molares superiores) puede dificultar o impedir la visualización adecuada de la región apical
- la subjetividad en la interpretación de la imagen radiográfica, como lo muestran los trabajos que revelan un bajo índice de concordancia entre diversos observadores, comprueba las limitaciones del método

Estas dificultades favorecieron el desarrollo de aparatos electrónicos con el fin de detectar el foramen apical y obtener así, la longitud del conducto radicular.

La primera referencia al uso de un aparato eléctrico para la medición del conducto radicular es de Custer, en 1916.

En 1958, como resultado de estudios anteriores, Sunada introdujo un aparato basado en la medida de la resistencia eléctrica entre el ligamento periodontal y la mucosa oral.





Con el concepto de Sunada se fabricaron diversos aparatos. Gran cantidad de trabajos científicos señalan índices de acierto que van desde el 15% hasta el 93%, aproximadamente.

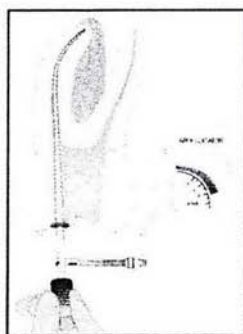
Luego se introdujeron modificaciones que mejoraron en grado significativo su exactitud. Los primeros localizadores sólo eran precisos en conductos secos. La presencia de sangre, exudado, restos pulpares y de soluciones irrigadoras determinaban el cierre de la corriente antes de localizar la posición del foramen e interferían en los resultados obtenidos (Sono-Explorer, EAC. Fora-meter. Neosono-D, Apex Finder, entre otros). Estos aparatos son conocidos como de tipo resistencia.

Aunque todavía con limitaciones, los localizadores clasificados como tipo impedancia (Electronic Ohmeter, Endocater) representaron un avance y en diversas investigaciones se comunicaron altos porcentajes de acierto.

En época más reciente, un nuevo principio originó aparatos designados como localizadores apicales dependientes de alta frecuencia. Éstos (Apit, Endex, Root ZX, Neosono EZ) se basan en la utilización de dos corrientes alternadas de frecuencias diferentes (1 KHz y 5 KHz en los primeros modelos), que detectan la diferencia máxima en los valores de impedancia asociados a aquellas frecuencias.

Los localizadores electrónicos poseen dos electrodos, uno que se adapta al labio inferior del paciente, y el otro que se ajusta al instrumento endodóntico.

Con la penetración de la lima, en dirección apical, la discrepancia entre los valores de impedancia comienza a aumentar y será máxima en la constricción apical. Junto con el registro en el visor del aparato, una alarma sonora indicará esa posición.



Localización del límite apical

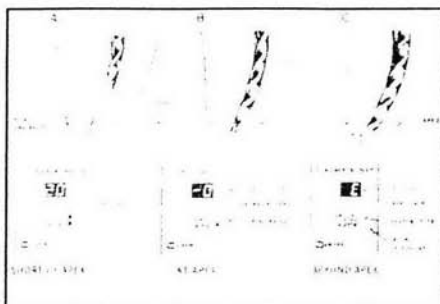
Los localizadores de nueva generación se pueden utilizar en medio húmedo, incluso con líquidos electroconductores y en presencia de sangre, secreciones y restos pulpares.

Según diversos estudios, la generación actual de localizadores apicales, dependientes de la frecuencia, proporcionan índices de precisión que varían entre el 83% y el 96.5%. Además del uso descrito, estos aparatos pueden emplearse en el reconocimiento o la localización de perforaciones y fracturas radiculares.

La confiabilidad de los aparatos, los nuevos diseños, más simples y con dimensiones reducidas, y las perspectivas de reducción de costos,



contribuirán con el uso creciente de este importante recurso. Los datos que proveen, sumados a los obtenidos por medio de las indispensables radiografías, proporcionan una base más segura para la intervención en los conductos radiculares.<sup>7</sup>



A) lectura digital de la lima a la unión cemento-dentina en décimas de mm.  
B) lectura "0", cuando la unión cemento-dentina es alcanzada.  
C) constricción apical penetrada

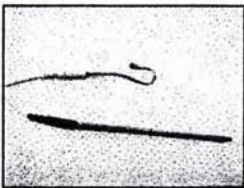
### 2.3 Componentes del localizador electrónico de ápices.

Sunada sugirió que el orificio apical se podía localizar mediante el empleo de una corriente eléctrica. Esa técnica precoz, con frecuencia imperfecta, ha experimentado modificaciones significativas y buenos resultados.<sup>5</sup>

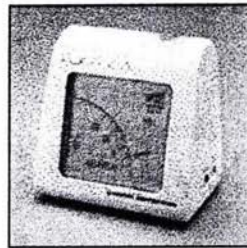
En la actualidad, el localizador de ápice es un instrumento fiable para determinar la longitud de trabajo. Sin embargo, los localizadores del ápice son todavía sensibles a la interpretación individual, y el usuario se debe familiarizar con el instrumento para obtener resultados fiables. Además, muchos instrumentos se muestran muy sensibles al tipo de contenido tisular o fluido del conducto radicular.

Típicamente, el localizador del ápice tiene tres partes:

- 1) clip o pinza del labio
- 2) clip o pinza de la lima
- 3) el instrumento mismo, que tiene una pantalla en la que se indica el avance de la lima hacia el ápice



pinza del labio y pinza de la lima



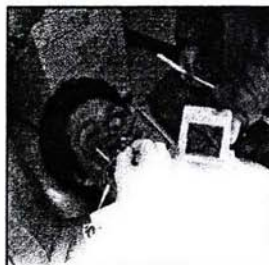
localizador apical

Como media, el mejor de estos instrumentos proporciona mediciones precisas hasta 0,5 mm del ápice. Por lo tanto, para conseguir una medición "de seguridad", se debe restar 1 mm de la cifra proporcionada por el instrumento. Después, la medición final se puede establecer con una radiografía. Las mediciones electrónicas proporcionan estimaciones más exactas de la longitud de trabajo que la habitual sustracción de 2 mm en la radiografía preoperatoria. <sup>8</sup>

## 2.4 Funcionamiento.

Un localizador electrónico de ápices es un aparato que contiene un microamperímetro un potenciómetro y 2 electrodos uno de los cuales está colocado en contacto con la mucosa bucal y el otro ligado a un instrumento, que se inserta en el conducto radicular hasta llegar al ápice; en este punto, el microamperímetro acusa una corriente de 40

microamperios. Se mide cuanto penetró el instrumento y de este modo se obtiene la "electroconductometría".<sup>1</sup>



Uso del localizador apical electrónico.

## CAPÍTULO III

### TIPOS DE LOCALIZADORES ELECTRÓNICOS APICALES.

#### 3.1 Desarrollo de diferentes tipos de localizadores apicales.

Tras la aparición de los localizadores, los odontólogos que los utilizaron empezaron a observar resultados irregulares. Algunos de los primeros aparatos necesitaron mejoras y cambios para poder proporcionar resultados fiables y constantes. La sangre, el pus, los quelantes, los irrigantes, otros productos introducidos en los conductos, y el contacto con restauradores metálicos podía producir lecturas falsas. También surgían problemas cuando las baterías empezaban a agotarse, aunque el usuario no se apercebía de ello. La pinza labial, necesaria para cerrar el circuito eléctrico, podía resultar muy molesta para el paciente, razón por la que podía quedar mal colocada.

Aunque se efectuaron correcciones para solventar estos problemas (p. ej, se idearon manguitos aislantes para el segmento coronal de las limas para que no contactasen con las restauraciones existentes), se desarrollaron otros tipos de localizadores apicales para superar estas dificultades.

Apareció una segunda generación, basada en el principio de la impedancia, como el Endocater. Los sistemas de impedancia se basan en la teoría de que el conducto radicular, al ser un tubo largo y hueco, desarrolla una impedancia eléctrica, a causa de la acumulación de dentina transparente, que sufre un descenso brusco a nivel de la unión cemento-dentina y que, en consecuencia, puede medirse eléctricamente.

Los aparatos de la 3ª generación se basan en sistemas de frecuencia. Christie y cols. han descrito recientemente la maquina Root ZX que funciona muy parecida al Endex. En su trabajo analizan la eficacia de estos aparatos y recomiendan su empleo en consultorios de odontología, especialmente en colegios. Los 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 bajas (400 Hz) una vez calibrado el sistema (con la ayuda de una pinza labial) la parte coronal del conducto da una diferencia mínima entre estas 2 frecuencias. Sin embargo, según va penetrando la sonda en el conducto esta diferencia aumenta y alcanza su máximo valor al nivel de la unión cemento-dentina (UCD). Para que este sistema funcione se necesita la presencia de líquido en el conducto; por consiguiente, los irritantes y la sangre no sólo tienen efectos negativos, sino que son necesarios. Los problemas que pueden encontrarse con este tipo de unidades son la presencia de demasiado líquido en el conducto y los restos de gutapercha (un aislante), como los que se encuentran al repetir el tratamiento de un caso fallido.<sup>3</sup>

### 3.2 Localizadores de primera generación.

Sunada diseñó un dispositivo para comparar la resistencia eléctrica entre un electrodo conectado a una lima con la de un electrodo situado en la mucosa bucal. La dentina actúa como un aislante eléctrico; esta primera generación de localizadores medía las diferencias de resistencia eléctrica entre el ligamento periodontal y el interior del conducto; para ello la punta del electrodo introducido en el conducto debía alcanzar el ápice y entrar en contacto con el ligamento periodontal<sup>9</sup>; cuando la punta de la lima alcanza los tejidos periapicales, que son conductores, se cierra el circuito eléctrico, actuando el cuerpo del paciente como conductor con lo que la resistencia eléctrica disminuye de forma súbita y la corriente eléctrica

empieza a fluir. El dispositivo se gradúa para identificar el punto en el que la lima sale por el orificio apical.

El principal problema con esta generación de dispositivos era que daban determinaciones erróneas cuando los conductos estaban llenos de solución irrigadora, sangre, restos pulpares o pus. Se comercializaron muchos: NeoSono D, Apex Finder, Sono Explorer, Mark I, II y III, Odontometer, Evident, etc.<sup>10</sup>



Localizador Sono Explorer

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

Otro inconveniente importante era que los estudios sobre la fiabilidad de estos aparatos<sup>6,11,12</sup> aportaban unos resultados muy variables que oscilaban entre el 55 y 87 % de mediciones correctas.<sup>13</sup>

### 3.3 Localizadores de segunda generación.

En los años 80 apareció una segunda generación de localizadores electrónicos basados en un postulado físico distinto; el principio de la impedancia.<sup>14</sup> Esta es mayor en la entrada del conducto y se desploma de modo brusco cuando la lima alcanza el tejido periapical. Un dispositivo basado en este principio fue el Endocater que utilizaba unas sondas recubiertas de teflón (aislante), que permitía las mediciones en conductos húmedos.<sup>10,13</sup>

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.<sup>3</sup> Sus mayores inconvenientes son que no funcionan bien en los pacientes jóvenes (la dentina transparente empieza a acumularse a finales de la adolescencia), que el aislante es voluminoso e impide la inserción en conductos estrechos y curvos, que la cubierta aislante era de fácil deterioro por lo que proporcionaba mediciones falsas y que la unidad es de manejo más difícil que el de otros aparatos similares.<sup>3,13</sup>

Los estudios de fiabilidad de este aparato<sup>15,12,16,17</sup> daban resultados desiguales que oscilaban entre 67.7 y 93%.<sup>13</sup>

### 3.4 Localizadores de tercera generación.

En los años 90, Saito y Yamashita<sup>18</sup> presentaron un nuevo dispositivo basado en el principio del valor relativo. Utiliza una corriente eléctrica alterna de dos frecuencias. Los diferentes puntos del conducto tienen una impedancia diferente entre las frecuencias altas y las bajas. En la zona coronal, la diferencia entre la impedancia de ambas frecuencias es mínima; en cambio, en la constricción apical la diferencia es máxima, cambiando de forma súbita cuando se llega al tejido periapical.

Dos de los mejores localizadores del ápice modernos son el Endex Plus o Apit y el Root ZX. Estos dispositivos, fáciles de usar y menos sensibles al contenido del conducto radicular miden la impedancia eléctrica entre la lima y la mucosa. Habitualmente se miden dos corrientes eléctricas con frecuencias diferentes, y el ápice corresponde al punto de la diferencia máxima, calculada mediante sustracción o división. El dispositivo Endex usa frecuencias de 1-5 kHz, y proporciona una localización del ápice basada en la sustracción. El Root ZX emite corrientes con frecuencias de 8 y 0.4 kHz y localiza el ápice basándose en el cociente resultante. Cuando la punta de la lima alcanza el área del orificio apical, el instrumento proporciona un tipo de señal acústica.<sup>8</sup>

Algunas de las ventajas de esta generación de localizadores son:

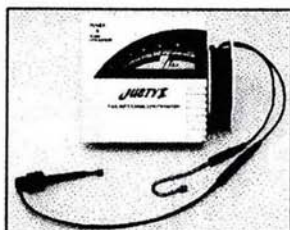
- Permiten la utilización de cualquier tipo de lima
- Efectúan mediciones con conductos húmedos
- No hace falta eliminar el contenido de los conductos, lo que hace posible su utilización desde el comienzo de la instrumentación
- Dada su reciente aparición, no existen demasiados estudios<sup>19,20</sup>, pero parece que superan a los anteriores



En una de las últimas publicaciones <sup>21</sup>, se afirma que el índice de error en la aproximación de la constricción apical con uno de estos localizadores es menor que con el método radiográfico, considerándolos más fiables.<sup>13</sup>

Otros localizadores desarrollados en base a esta generación son: el Justy II, el Apex Finder AFA 7005 posee cinco frecuencias comprendidas entre los mismos valores que el Root ZX. El Neosono Ultima EZ, que incorpora un pulpómetro, también es un dispositivo multifrecuencia y el Endo-Analyzer 8005, combina el localizador electrónico AFA y un pulpómetro. Con ellos se ha obtenido una fiabilidad entre el 90 y el 96%, con una dispersión mínima de los resultados. En un estudio se comprobó que la fiabilidad del Apit, Neosono Ultima EZ y Apex Finder AFA 7005 para determinar el orificio apical era la misma cuando el margen de tolerancia era de  $\pm 0,5$  mm; cuando el margen de error se disminuyó a  $\pm 0,1$  mm, el mejor resultado lo proporcionó el dispositivo Apex Finder AFA 7005.

El uso de estos dispositivos con varias frecuencias permite una aceptable localización de la constricción apical, con una fiabilidad y reproducibilidad de los resultados muy aceptable.<sup>10</sup> Debido a su reciente aparición, no se cuenta con mucha información de estos aparatos, salvo la ya mencionada.



Localizador Justy II



Localizador Apex Finder

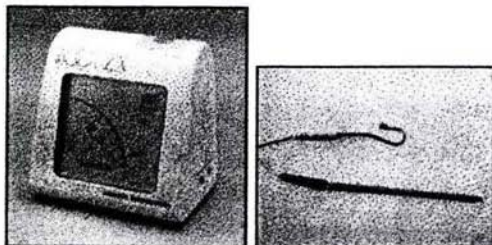


Localizador Neosono

### 3.4.1 Localizador electrónico Root ZX.

El aparato consta de varios elementos:

1. Unidad central.
  - Emite una corriente eléctrica de doble frecuencia proporcionada por 2 pilas convencionales
  - Pantalla de cristal líquido 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
  - Señales acústicas con "bip" espaciados en principio, que se hacen mas frecuentes en el punto de constricción apical y continuos en el foramen
  - En la base tiene distintos sensores para ajustar la barra de constricción apical, el tipo de sonido y el volumen del mismo
2. Electrodo para colocar en la comisura labial humedecida
3. Electrodo en forma de pinza retráctil, para sujetar la lima
4. Cable que une los dos electrodos entre sí y a la unidad central
5. Auricular; una vez conectado suprime el altavoz de la unidad central.<sup>13</sup>

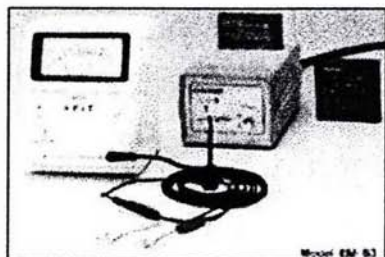


Localizador apical ROOT ZX

### 3.4.2 Localizador electrónico APIT.

Es similar al anterior y se diferencia en:

- La pantalla es un panel medidor
- Tiene pilas recargables y un cargador
- 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
- No tiene sensores de ajuste para el volumen o de sonido, ni auriculares.<sup>13</sup>



Localizador apical APIT

### 3.4.3 Indicaciones de los localizadores de 3ª generación.

Prácticamente en todos los siguientes casos se han obtenido resultados confiables:

- Dientes vitales
- Dientes necróticos
- Dientes con reabsorción apical
- Dientes con problemas periodontales

- En retratamientos dentales (se deben quitar perfectamente todos los restos de restauraciones o materiales del conducto)
- Mujeres embarazadas<sup>13</sup>

#### 3.4.4 Contraindicaciones de los localizadores de 3ª generación.

1. *Caries o destrucciones que comunican el conducto con la encía.*  
En estos casos el aparato marca el grado máximo de la escala con un pitido continuo como si estuviéramos en foramen apical apenas introducida la lima en el conducto.
2. *Restauraciones en íntimo contacto con el conducto.*
3. *Coronas protésicas*, sobre todo aquellas que están restauradas debajo de la corona con un muñón metálico.
4. *Conductos no permeables.* 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. En los retratamientos en los que quedan restos de material de obturación en los conductos, el aparato se mantiene mudo, no emitiendo señales ni visuales ni acústicas. El xylol se usa a menudo en los casos del retratamiento; su efecto no se ha investigado en las medidas electrónicas. Resultados de un estudio indican que las medidas en la presencia de Xylol, da resultados más cortos y sólo podrían llevar a un debridamiento incompleto del sistema de conductos.<sup>22</sup>
5. *Fracturas radiculares.* El aparato marca el punto de máxima estrechez cuando la lima llega a nivel de la línea de fractura.

6. *Pacientes portadores de marcapasos.* No se deben utilizar ya que existe la posibilidad de interferencias, según el tipo de marcapasos, antes de comenzar el tratamiento se debe consultar al cardiólogo.<sup>23</sup>
7. *Conductos muy anchos con ápices abiertos.* Se deben utilizar limas de grosores amplios para poder hacer la medición correcta; en ápices abiertos no se pueden hacer las mediciones.
8. *Conductos que se unen en el tercio medio o apical.* En estos casos se puede tener una medida correcta en el conducto más recto, y falsa por defecto en el que desemboca del anterior.<sup>13</sup>

## CAPÍTULO IV

### MODO DE EMPLEO, VENTAJAS E INCONVENIENTES.

#### 4.1 Empleo del localizador electrónico de ápices.

El uso de estos dispositivos con varias frecuencias permite una aceptable localización de la constricción apical, con una fiabilidad y reproducibilidad de los resultados esperanzadora. Con todo, requiere un aprendizaje y seguir unas normas para evitar una serie de problemas frecuentes:

1. Hay que usarlo a diario, en prácticamente todos los pacientes. El entrenamiento mejora de forma notable la precisión en las determinaciones.
2. Es prudente no utilizarlos en pacientes con marcapasos.
3. En los dientes plurirradiculares, la cámara no debe estar inundada por la solución irrigadora, sólo los conductos. La cámara puede estar húmeda, pero sólo los conductos pueden estar llenos de la solución.
4. El diente debe estar bien aislado. Si existe una comunicación de la cámara pulpar con la cavidad bucal a través de una caries, tendremos determinaciones erróneas.
5. La lima no debe entrar en contacto con los metales, ya que impide la determinación. Si hay restauraciones de amalgama, es mejor retirarlas ya que, además, puede existir filtración marginal o caer fragmentos de ésta al interior de los conductos. Es preferible terminar de forma correcta el tratamiento de conductos radiculares y restaurar el diente después.

6. Para poder efectuar una determinación electrónica el conducto, debe ser permeable. Por tanto, no podremos utilizarlos en los retratamientos hasta que el conducto esté libre de restos de gutapercha y de selladores que permitan alcanzar la constricción al instrumento.

7. La determinación electrónica no excluye la realización de radiografías necesarias para determinar la longitud de trabajo; esto significa una reducción de la cantidad de radiación recibida por los pacientes y un ahorro de tiempo por parte del clínico <sup>24</sup>; a pesar de que la precisión de los localizadores ha mejorado mucho es necesaria siempre una verificación radiológica; además la radiografía proporciona información muy valiosa sobre aspectos como: la anatomía radicular, la curvatura y el número de conductos, la presencia de patología periapical, etc.<sup>13</sup> Creemos que el mejor procedimiento clínico es efectuar la determinación radiográfica de la constricción apical; mientras se revela la radiografía, se efectúa la determinación electrónica. El valor de ambas determinaciones permitirá aumentar la fiabilidad en el cálculo de la longitud de trabajo. Ante una discrepancia entre ambas determinaciones, nos inclinamos por aceptar la electrónica por la imposibilidad de percibir de forma visual en una radiografía la posición de la constricción y el orificio apical.

8. Estos dispositivos son útiles para localizar el nivel de una fractura radicular o de una perforación, pues se comportan de igual manera que el tejido periapical. <sup>3</sup>

## 4.2 Ventajas.

La principal ventaja del localizador apical es que proporciona información objetiva y bastante exacta. Este aparato resulta especialmente útil para aquellos que han aprendido en la escuela de odontología que lo mejor es obturar hasta el ápice radiográfico, pero saben que esto no es correcto y a menudo causa dolores postoperatorios. En tales casos el localizador les ayuda a determinar en qué punto debe terminar la preparación.

El localizador 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 con los molares superiores: el proceso cigomático o el suelo del seno maxilar (dos estructuras radioopacas) pueden superponerse a los picos de estos dientes, dificultando el cálculo de la longitud de trabajo. Las protuberancias mandibulares pueden hacer lo mismo en el caso de los molares y premolares interiores.

También resulta útil para aquellos odontólogos que necesitan muchas radiografías para llegar a un cálculo aceptable. En tales casos se puede usar el localizador con un método auxiliar y confirmar las mediciones con una radiografía con una lima colocada. También se pueden aprovechar de este uso preliminar los pacientes que sienten náuseas con las radiografías.

Los localizadores son también muy útiles para verificar las perforaciones radiculares.<sup>3</sup>



### 4.3 Contraindicaciones e inconvenientes.

Los dispositivos eléctricos, como los localizadores del ápice, no se deben usar en pacientes con marcapasos sin consultar al cardiólogo del enfermo.

Las mediciones son erróneas cuando existen conductos calcificados.

En los sistemas de impedancia sus mayores inconvenientes son que no funcionan bien en pacientes jóvenes (la dentina transparente empieza a acumularse a finales de la adolescencia), que el aislante es voluminoso e impide la inserción en conductos estrechos y curvos, y que la unidad es de manejo más difícil que el de otros aparatos similares.

El principal inconveniente de los localizadores apicales es que, en el mejor de los casos su exactitud apenas sobrepasa el percentil 90. En su estudio Hembrough y cols. indicaban que cuando el localizador examinado producía un error, éste solía ser por exceso. Esto quiere decir que sin una radiografía de confirmación, la instrumentación incorrecta podría incrementar el dolor postoperatorio y limitar las posibilidades de éxito.

Estos aparatos pueden proporcionar mediciones inexactas o incorrectas por muchas causas:

- La pila puede estar gastándose (hay que comprobar y cambiar la batería con cierta frecuencia).
- Puede quedar demasiado tejido en el conducto (hay que escariar el conducto y usar una lima Hedstrom para confirmar que se ha extraído la mayor parte del tejido).
- Por restos de material de obturación en el conducto.

- El conducto puede estar muy húmedo (hay que secar ligeramente con puntas de papel) o muy seco (hay que irrigar ligeramente con peróxido o agua esterilizada).
- La lima puede ser muy estrecha (hay que usar una lima que tenga una cierta holgura en el conducto; no compre la del núm 10; hay que calcular primero la anchura aproximada).
- Puede existir un bloqueo (hay que intentar superarlo CON MUCHO CUIDADO).
- Puede soltarse la pinza labial (comprobar que está en su sitio), etc.
- Parece que los localizadores apicales funcionan mejor cuando se usan a menudo, pero producen errores cuando se usan poco. Lo que sucede en realidad es que los odontólogos que los usan a menudo obtienen mejores resultados con la experiencia. Cuando los utilizan los novatos (que se podrían beneficiar de esta ayuda) pueden producirse numerosos errores que pasan desapercibidos y que no se producen cuando los usan personas expertas. Si usted desea utilizar un localizador apical para sus tratamientos endodónticos utilícelo en todos sus casos durante varias semanas o un mes teniendo presente las posibilidades de error, y ayúdese con radiografías cuando lo considere necesario. Transcurrido ese periodo de tiempo valore los resultados que haya obtenido y decida si el aparato le ha resultado de utilidad. Si es así siga usándolo con frecuencia y podrá obtener resultados muy satisfactorios.<sup>3</sup>

## CONCLUSIONES.

Para la realización de una correcta terapia endodóntica es imprescindible la determinación precisa de la longitud del conducto radicular, que es uno de los problemas más frecuentes en la terapia de conductos radiculares.

La determinación de la longitud de trabajo debe ser lo más exacta posible, para lograr así el éxito en nuestro tratamiento.

Para localizar la constricción apical se ha utilizado la radiografía combinada con la sensación táctil del operador y se ha considerado que el nivel radiológico ideal de instrumentación se encuentra en un intervalo de 0.5 y 1 mm del ápice radiográfico.

Los localizadores electrónicos de ápices se desarrollaron para determinar la longitud de trabajo de los conductos radiculares y son actualmente el método más confiable para determinar la constricción apical. Gracias a esto nos permiten trabajar con más confianza y con la certeza de que no transportaremos nuestro ápice o de que no haremos una perforación apical.

La fiabilidad de los localizadores electrónicos de ápice para determinar la constricción apical es superior al método radiográfico, más sin embargo no se descarta la necesidad del estudio de radiografías, que sigue siendo necesario e imprescindible para el diagnóstico y tratamiento.

Por el contrario, los localizadores apicales son un complemento de los estudios radiográficos para obtener una longitud de trabajo más precisa y siempre debemos tratar de obtener radiografías con alta calidad de imagen para un correcto tratamiento. Los localizadores apicales no suplen

a la radiografía, aunque si permiten reducir el número de éstas y la disminución del tiempo de radiación.

Este tipo de aparatos nos facilita mucho el trabajo y nos reduce el tiempo para realizar los tratamientos.

Sin embargo, estos aparatos pueden proporcionar mediciones incorrectas en algunos casos. Estas grandes diferencias de fiabilidad probablemente se expliquen debido a la gran sensibilidad de estos aparatos, a la técnica empleada y a las condiciones del conducto.

Se pueden utilizar en más del noventa por ciento de los casos, suponiendo una gran ayuda en situaciones como en las que no es posible visualizar bien los ápices, en superposiciones de estructuras anatómicas (en especial en molares superiores), etc.

Las contraindicaciones más relevantes para su uso y que no se han podido superar son, en pacientes portadores de marcapasos y en conductos radiculares calcificados.

Su exactitud, sus nuevos diseños, su fácil manejo y sus perspectivas de reducción de costos, contribuirán con el uso creciente de este importante recurso.

## FUENTES DE INFORMACIÓN.

1. LEONARDO, M. Endodoncia. Tratamiento de los conductos radiculares. 2ª Edición. Editorial Médica Panamericana. Buenos Aires, Argentina. 1994.
2. ASAKO, O. Electronic Detection of Root Canal Constrictions. *Journal of Endodontics* 2002; **28**: 361-364.
3. WEINE, F. Tratamiento Endodóntico 5ª Edición. Editorial Harcourt Brace. Madrid, España. 1997.
4. SUZUKI, K. Experimental study on ionophoresis. *Journal of Japanese Stomatology Association* 1942; **16**: 411-414.
5. SUNADA, I. New method for measuring the length of the root canal. *Journal of Dental Research* 1962; **41**: 411-415.
6. INOUE, N. An audiometric method for determining the length of root canal. *Journal of Canadian Dental Association* 1973; **39**: 630-635.
7. SOARES, I. Endodoncia. Técnica y fundamentos. Editorial Médica Panamericana. Buenos Aires, Argentina. 2002.
8. COHEN, S. Endodoncia. Los caminos de la pulpa. 5ª Edición. Editorial Médica Panamericana. México, 1993.
9. LOIS, M. Evaluación clínica de la exactitud del localizador de ápices Root ZX. *Endodoncia* 2000; **18**: 159-164.
10. CANALDA, C. Endodoncia. Técnicas clínicas y bases científicas. Editorial Masson. Barcelona, España. 2001.

11. PLANT, JJ. Clinical evaluation of the SonoExplorer. Journal of Endodontics 1976; **2**: 215-216.
12. PALLARÉS, A. An in vitro comparative study of two apex locator. Journal of Endodontics 1994; **12**: 576-579.
13. RUÍZ DE TEMIÑO, P. Localizadores electrónicos de ápice de doble frecuencia: aplicaciones clínicas. Endodoncia 1996; **14**: 107-118.
14. HASEGAWA, K. A new method and apparatus for measuring the root canal length. Journal of Dental Research 1985; **64**: 563-568.
15. FOUAD, AF. A clinical evaluation of five electronic root canal length measuring instruments. Journal of Endodontics 1990; **16**: 446-449.
16. Mc DONALD, NI. An evaluation of apex locator Endocater. Journal of Endodontics 1990; **16**: 5-8.
17. KELLER, ME. A clinical evaluation of the Endocater, an electronic apex locator. Journal of Endodontics 1991; **17**: 271-274.
18. SAITOH, T. Electronic determination of root canal length by newly developed measuring device. Dentistry in Japan 1990; **27**: 65-72.
19. MATSUMOTO, M. Vital points in the use of the Apit. Osada Product information 1989; **17**.
20. CZERW, RJ. In vitro Evaluation of the Accuracy of Several Electronic Apex Locators. Journal of Endodontics 1995; **21**: 572-575.
21. PRATTEN, D. Comparison of Radiographic and Electronic Working Lengths. Journal of Endodontics 1996; **22**: 173-176.

22. KAUFMAN A. Y. Accuracy of a new apex locator: an in vitro study. International Endodontic Journal 2002; **35**: 186-192.
23. BEACH, C. Use of an Electronic Apex Locator on a Cardiac Pacemaker Patient. Journal of Endodontics 1996; **22**: 182-184.
24. OUNSI, HF. In vitro evaluation of the reability of the Endex Electronic apex locator. Journal of Endodontics 1998; **24**: 120-121.
25. BERMAN IH. Evaluation of the Neosono D apex locator. Journal of Endodontics 1984; **10**: 164-167.