

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



**“ESTUDIO COMPARATIVO IN VITRO DE LA EXACTITUD DE DOS
LOCALIZADORES ELECTRÓNICOS DE FORAMEN APICAL IPEX Y
ROOT ZX II PARA LA LOCALIZACIÓN DE FRACTURAS
HORIZONTALES”**

Trabajo terminal para obtener el grado de
MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA SALUD

PRESENTA
ENRIQUE DARIO AGUILAR ARELLANO

PRESIDENTE
DRA. ANA GABRIELA CARRILLO VÁRGEZ

SINODAL
M.O. SALVADOR OLIVARES RODRÍGUEZ

SINODAL
M.O. MARÍA NICOLASA RENTERÍA AGUILERA

TIJUANA BAJA CALIFORNIA

JUNIO 2012

ÍNDICE

1. Resumen.....	pag. 2
2. Introducción.....	pag. 4
3. Planteamiento del problema.....	pag. 5
4. Justificación.....	pag. 6
5. Antecedentes.....	pag. 7
6. Marco Teórico.....	pag. 13
Anatomía apical del órgano dentario.....	pag. 13
Clasificación de localizadores electrónicos.....	pag. 18
Clasificación de fracturas radiculares.....	pag. 25
7. Hipótesis.....	pag. 30
8. Objetivo.....	pag. 31
9. Material y método.....	pag. 32
10. Metodología.....	pag. 35
11. Resultados.....	pag. 38
12. Discusión.....	pag. 42
13. Conclusiones.....	pag. 43
14. Referencias bibliográficas.....	pag. 44
15. Agradecimientos.....	pag. 49

ESTUDIO IN VITRO DE LA EXACTITUD DE DOS LOCALIZADORES ELECTRÓNICOS DE FORAMEN APICAL PARA LA LOCALIZACIÓN DE FRACTURAS HORIZONTALES

1. RESUMEN:

Los traumas dentales se han constituido como un objeto de debates frecuentes en la literatura actual. Los traumas ocurren desde las fracturas coronarias hasta las avulsiones dentales. En nuestro medio, encontramos las fracturas radiculares que afectan dentina, pulpa, cemento y ligamento periodontal. La intervención en estos casos debe realizarse de una manera bastante racional o conservadora, para un pronóstico más favorable. Estas fracturas pueden producirse, en función del tipo de trauma, en los tercios cervical, medio y apical, cuando ocurre un impacto horizontal.

En los tratamientos de las fracturas radiculares algunos aspectos deben ser observados durante el examen del paciente. La localización de la fractura, la vitalidad pulpar y el tiempo que ocurrió el trauma, son factores que guían el diagnóstico y el pronóstico del tratamiento indicado.

Con relación al nivel de la línea de fractura, las que ocurren en los tercios apical y medio presentan mejores pronósticos con relación al tercio cervical, cuando pensamos en el mantenimiento de la corona dental. Después del examen radiográfico debemos reposicionar el diente. Es evidente que no siempre nos encontraremos en todos los casos frente a pulpas vitales. En aquellas situaciones que la fractura radicular se asocia con la necrosis pulpar, luego del reposicionamiento del diente realizamos el tratamiento de conductos, obturamos el canal y la preservación del caso. Las dificultades técnicas en los casos en que la fractura presenta una distancia entre el fragmento y el remanente dental muchas veces nos impiden trabajar con el instrumento en el fragmento dislocado. En esos casos obturamos el canal radicular del diente

fracturado hasta el sitio de la fractura y podemos posteriormente, hacer una complementación quirúrgica para la remoción del fragmento en el caso que sea necesario.

En este trabajo de investigación a las muestras recolectadas se les realizaron fracturas horizontales en el segmento radicular con corte de disco de diamante de 2mm de espesor, todas las muestras fueron conservadas en cloramina t y posteriormente irrigadas con solución salina para realizar las mediciones de la localización de la fractura mediante el uso de 2 localizadores electrónicos de foramen apical; las mediciones obtenidas fueron comparadas con la obtenida previamente introduciendo una lima # 15 por el acceso endodóntico realizado hasta el tope metálico introducido en el corte realizado a nivel radicular.

2. Introducción:

Las fracturas radiculares pueden definirse como aquellas que involucran dentina, cemento, pulpa y ligamento periodontal y rara vez tejido óseo, se presentan con poca frecuencia y su patrón de reparación es complejo debido al deterioro concomitante de las estructuras mencionadas. Se pueden extender desde la porción interna radicular hasta el periodonto, pueden ser causadas por factores; como: procesos restaurativos (al cementar núcleos y postes), traumas por impacto, procedimientos de obturación en endodoncia, trauma oclusal y bruxismo.

Para diagnosticarlas se debe tener en cuenta el nivel de la fractura, si son completas o parciales y si involucran hueso, para posteriormente determinar el pronóstico y el tratamiento. Las fracturas radiculares se pueden clasificar en verticales y horizontales. La incidencia es relativamente baja y afecta principalmente a los dientes permanentes en un rango en el trauma dental del 0.5 al 7%. La dentición primaria se ve afectada del 2 al 4%.

El propósito de esta investigación es conocer la utilidad de los localizadores electrónicos apicales para el diagnóstico y localización de las fracturas horizontales mediante el análisis in vitro de dientes extraídos.

3. Planteamiento del Problema.

El diagnóstico radiográfico de las fracturas horizontales se facilita debido a que la línea de fractura usualmente es oblicua y en un ángulo óptimo para la visualización radiográfica. Es importante mencionar que la fractura va a ser visible únicamente si el haz de rayo X es dirigido entre un rango máximo de 15 a 20° del plano de la misma, es por eso, que es necesario tomar varias radiografías periapicales variando el ángulo del rayo X. Ocasionalmente es difícil detectar radiográficamente una fractura horizontal inmediatamente después del trauma, mientras que radiografías posteriores pueden revelar la fractura, esto se debe a la hemorragia o tejido de granulación entre los fragmentos.

Es por esto que no solo se debe de confiar en el examen radiográfico y si es caso de que el diente necesite tratamiento de conductos el localizador electrónico de foramen apical puede ser un auxiliar en el diagnóstico y localización de la fractura.

Qué tan preciso es la utilización del localizador electrónico apical para el diagnóstico y localización de una fractura radicular horizontal?

4. Justificación:

No hay una investigación en la que se compare la exactitud de estos dos localizadores electrónicos apicales (Ipex y Root ZX II) para la localización de la fractura radicular horizontal.

Andreasen, citando a diversos autores, afirma que del 4.6 al 14.5% de los niños y jóvenes de edades comprendidas entre los 3 y 25 años, han sufrido lesiones traumáticas dentarias. Sin embargo, el número de lesiones es mayor, ya que muchos de ellos no acuden a recibir el tratamiento adecuado. En la mayoría de los niños menores de 3.5 años la causa del primer contacto con el dentista es un traumatismo.

Resultará de gran importancia el conocer cuál de estos dos localizadores de foramen apical es más preciso en la localización de las fracturas radiculares horizontales y mediante este trabajo de investigación ayudar al clínico en el diagnóstico así como también el tratamiento y poder ofrecer un pronóstico para este tipo de traumatología dental.

5. Antecedentes

En el año 2010 se realizó un estudio in vitro en dientes unirradiculares de reciente extracción en el cual el objetivo fue evaluar la exactitud de 2 localizadores electrónicos de foramen apical (Smarpex y NovApex) en la detección de perforaciones apicales. Para este estudio se recolectaron 25 órganos dentarios sin alteraciones visibles en su anatomía radicular los cuales se les realizó cavidades de acceso endodóntico, la longitud de trabajo se determinó por el primer examinador antes y después de la perforación con un microscopio estereoscópico mediante la introducción de una lima # 10 tipo K por el conducto radicular. Los especímenes fueron incluidos en una caja de plástico que contiene alginato. Los conductos radiculares fueron irrigados con clorhexidina al 0.2% a través de una aguja de calibre 27. Dos examinadores midieron la longitud del conducto radicular dos veces y el valor medio se calculó. Los datos se analizaron mediante prueba de Kolmogorov-Smirnov y ANOVA.

Los resultados obtenidos por los investigadores **Kiumars Nazari Moghaddam y cols.** con cada localizador electrónico del ápice se compararon con la longitud de control correspondiente. El análisis estadístico mostró una precisión fiable en la detección del sitio de la perforación de los dos localizadores del ápice del estudio electrónico (60% y 80% para NovApex y Smarpex, respectivamente).

Teniendo como conclusión que aunque no se observó diferencia significativa entre Smarpex y NovApex, estos resultados sugieren que los localizadores electrónicos del ápice pueden efectiva y reproduciblemente detectar perforaciones del conducto radicular.¹

Uno de los problemas más desconcertantes en la terapia pulpar es la presencia de fracturas radiculares, lo cual dificulta el diagnóstico y tratamiento del mismo y el uso de los localizadores de foramen apical puede verse afectado debido al tipo y posición de la fractura y esta estar comunicada con la membrana periodontal. Sin embargo, **Dr. Hani Al Kadi y Cols. en 2009** realizaron un estudio in vitro en 96 dientes extraídos en el que el objetivo fue medir la localización de fracturas horizontales y verticales simuladas, utilizando un localizador de foramen apical de tercera generación Propex (J.Morita Co. Tokio Japón) y uno de cuarta generación Raypex 4 (F.E.T. Rishon Lezion Israel) y se compararon las medidas obtenidas con estos localizadores con las medidas reales de las fracturas simuladas. Se les dividió en 2 grupos de 48 muestras cada uno de forma aleatoria y se les realizó una fractura horizontal y

vertical mediante el uso de disco de diamante de 0.2mm y colocada en maniquí de estudio para la realización de las pruebas de determinación de las fracturas. Los dos localizadores no solo detectaron la fractura si no también su localización con éxito.

Se menciona que Propex es más fácil de utilizar y detecta las fracturas con mayor facilidad, sin embargo ambos localizadores fueron más exactos en la determinación de las fracturas horizontales que en las verticales; aún así las diferencias entre la utilización de un localizador de tercera o cuarta generación no fueron estadísticamente significativas y los dos localizadores fueron muy exactos en la determinación de la localización de las fracturas.²

En otro estudio realizado por **Fernando Golberg y Cols. en 2008** evaluaron a 4 localizadores electrónicos de foramen apical en 20 dientes unirradiculares de extracción reciente y conservados en solución salina, a los cuales se les realizó una perforación horizontal por medio de un disco de diamante a 8mm de la zona del ápice radicular. Los localizadores utilizados fueron Propex, NovoApex, Root ZX II y Elements Apex Locator. Los resultados obtenidos fueron comparados con la longitud real de la fractura obtenida al calibrar la lima con un tope metálico introducido en la fractura producida previamente.

El análisis se realizó introduciendo las muestras en una agar previamente elaborado con solución salina para simular las condiciones en boca; en los resultados obtenidos no hubo diferencias significativas que con las obtenidas en la longitud real con el tope metálico.³

La realización de estudios in vitro para evaluar la precisión de dos motores endodónticos los cuales cuentan con localizador de foramen apical (TCM Endo V y de Tri Auto ZX) en la determinación de la posición de la fractura horizontal o vertical realizado por **Ozgur et al (2008)**, en el cual se utilizaron 40 dientes incisivos maxilares, con ápice formado, conductos patentes y raíces sin fracturas y/o perforaciones visibles.

A las muestras se les cortó la parte coronal para darle una superficie plana y horizontal estable, cada diente se ajustó la longitud radicular a 16mm y fueron divididas en 2 grupos 20 para fracturas radicales horizontales y 20 para fracturas radicales verticales.

Las fracturas horizontales se realizaron a 6mm de la superficie plana coronal con un disco de carburo 0.2mm hasta que el conducto fuera expuesto simulando así una fractura horizontal radicular incompleta en las 20 raíces seleccionadas para este grupo.

En el grupo de las fracturas verticales se realizaron con disco de carburo de 0.2mm pero estas iniciando a partir del milímetro 4 con respecto a la superficie plana coronal hasta el milímetro 8 de manera longitudinal hasta exponer el conducto radicular; se les inyectó a ambos grupos solución salina para verificar que existía filtración por las fracturas realizadas previamente.

Se utilizó un modelo de alginato descrito previamente en un estudio por Kaufman y Cols el cual es un buen medio de conducción de electricidad y su impedancia eléctrica imita a la del periodonto humano; Las mediciones se realizaron mediante el uso de sistema rotatorio HERO 642 diámetro 20.02. Obteniendo resultados aceptables para ambos localizadores pero haciendo la recomendación de realizar el estudio en condiciones en vivo.⁴

En 2006 se realizó un estudio in vitro donde **Ageel K. y cols.** evaluaron la precisión de tres localizadores electrónicos apicales (Root ZX, D10 Foramatron y NRG de Apex), en la detección de fracturas de raíz horizontales y verticales.

Un total de 90 dientes extraídos intactos, rectos, divididos en seis grupos de 15 dientes cada. En los grupos A, B y C, se simuló una fractura horizontal incompleta mediante la preparación de una incisión horizontal en la parte coronal, mediana o apical de la raíz hasta que fue expuesta en el plano horizontal el conducto, en los grupos D, E y F, se simuló una fractura incompleta de raíz vertical mediante la preparación de una incisión vertical recta para exponer el conducto en la parte de la raíz de todo el camino en el plano longitudinal coronal, medio o apical respectivamente. Las fracturas simuladas fueron 0.25 mm de espesor en todos los grupos.

Los dientes fueron colocados en agar de 1% de solución salina y los conductos fueron irrigados con solución salina durante la medición electrónica. La detección de las fracturas de raíz simulada se estableció con un tamaño de lima tipo K # 10 cuando el valor del aparato alcanzó APEX' en cada uno. En los grupos A, B y C, las pruebas de Kruskal–Wallis revelan

que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los tres localizadores Sin embargo, se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las mediciones de los grupos D, E y F.⁵

En el año 2006 se realizó un estudio in vitro para evaluar la exactitud de tres localizadores electrónicos de foramen apical (Root Zx, Foramatron y NRG Apex) en la detección de fracturas horizontales y verticales.

El estudio se realizó en 90 dientes unirradiculares de reciente extracción a los cuales se les dividió en 6 grupos de 15 dientes cada uno. En los grupos A, B, y C se les realizó una fractura horizontal incompleta a nivel radicular hasta la mitad de la circunferencia del conducto y que este haya sido expuesto. En los grupos D, E y F se les realizó una fractura vertical a lo largo de toda la porción longitudinal desde la porción coronal a la zona apical hasta exponer el conducto radicular; todas las fracturas fueron hechas con disco de diamante de .25mm de grosor.

Todos los dientes fueron sumergidos en un agar al 1 % y a la hora de hacer las mediciones electrónicas se irrigaron con solución salina.

En los Grupos A, B y C, las pruebas de Kruskal-Wallis reveló que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los tres localizadores de foramen apical. Sin embargo, las diferencias estadísticamente significativas entre los 3 localizadores electrónicos en los grupos D, E y F ($P < 0,0001$, ANOVA). La conclusión a la que llegaron Ebrahim HK y Cols. sobre los tres localizadores electrónicos de foramen apical probados en este estudio fue que eran precisos y aceptables herramientas clínicas para la detección de fracturas radiculares horizontales. Sin embargo, no eran confiables en la detección de la posición de fracturas radiculares verticales.⁶

En 2004 se realizó un estudio sobre la precisión del localizador electrónico de foramen apical Justy II Apex en 62 dientes con una sola raíz, sin reabsorciones y fracturas radiculares los cuales fueron almacenados en formalina al 10% y divididos en 2 grupos H

de fracturas horizontales y V de fracturas verticales; a todas las muestras se les cortó la corona con disco de diamante para asegurar la patenticidad del conducto.

M Azabal y Cols. realizaron fracturas incompletas al grupo H por medio de disco de carburo de .2mm hasta que el conducto era expuesto, al grupo V se les realizó un corte recto a lo largo de la raíz con disco de carburo.

Las raíces de ambos grupos fueron colocadas en un recipiente con alginato (alginoplast) con una zona adecuada para colocar el gancho labial y hacer el circuito. Obteniendo resultados que en las mediciones hechas a las fracturas horizontales con Justy II Apex en un 74.2% mide exactamente que la medida hecha con la lima endodóntica # 10 y solo en un 19.7 hubo discrepancia de 0.5mm ⁷

En 2003 se realizó un estudio únicamente enfocándose a la detección de fracturas verticales de premolares en el cual se comparó la exactitud para su localización de Root Zx y Propex5 . A las 20 muestras que se obtuvieron para este estudio se les realizó un corte en sentido apico-coronal para simular una fractura vertical incompleta en el tercio apical; al hacer las mediciones encontraron que no detectaban la fractura ninguno de los dos localizadores, por lo que los investigadores **Hua Xi Kou y Cols.**, llegaron a la conclusión que los localizadores electrónicos de foramen apical Root Zx y Propex5 en este estudio carecen de valor para el diagnóstico de la fractura vertical radicular incompleta pero puede ofrecer una veracidad más precisa en la detección de fracturas radiculares verticales completas.⁸

A.Y. Kaufman y cols. realizaron un estudio en 1997 en 30 dientes de extracción reciente para evaluar la precisión de Root ZX y Sono Explorer Mark II en la localización de fracturas radiculares horizontales, las cuales se realizaron de manera intencional a nivel del tercio radicular. Los dientes fueron colocados en una solución de alginato y colocados en cilindros para su estudio, la medición se realizó con lima tipo K # 15.

Como resultados obtuvieron que las mediciones hechas con Root Zx fueron más exactas que Sono Explorer Mark II por un rango entre .006 a .025mm de la localización de la fractura.

Las conclusiones a las que se llegaron en este estudio, son que todos los localizadores del ápice electrónicos probados fueron aceptables herramientas clínicas para la detección de perforaciones radiculares.⁹

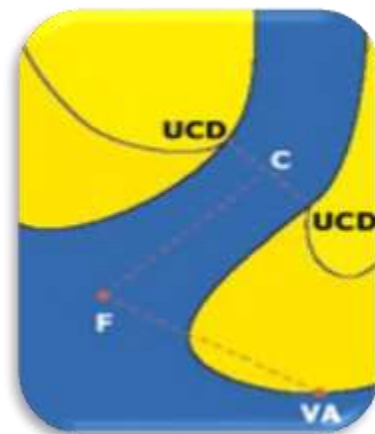
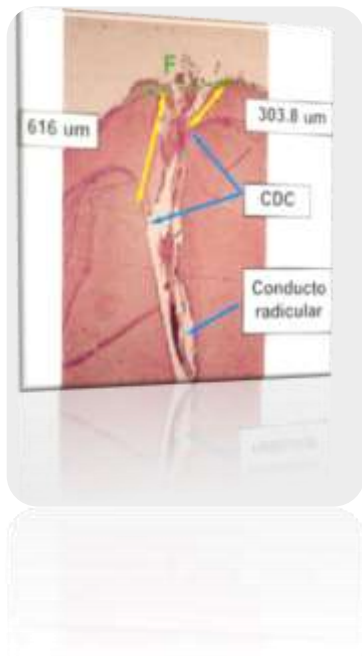
6. Marco Teórico

Anatomía apical del órgano dentario.

Ápice: es el extremo anatómico de la raíz de un diente.

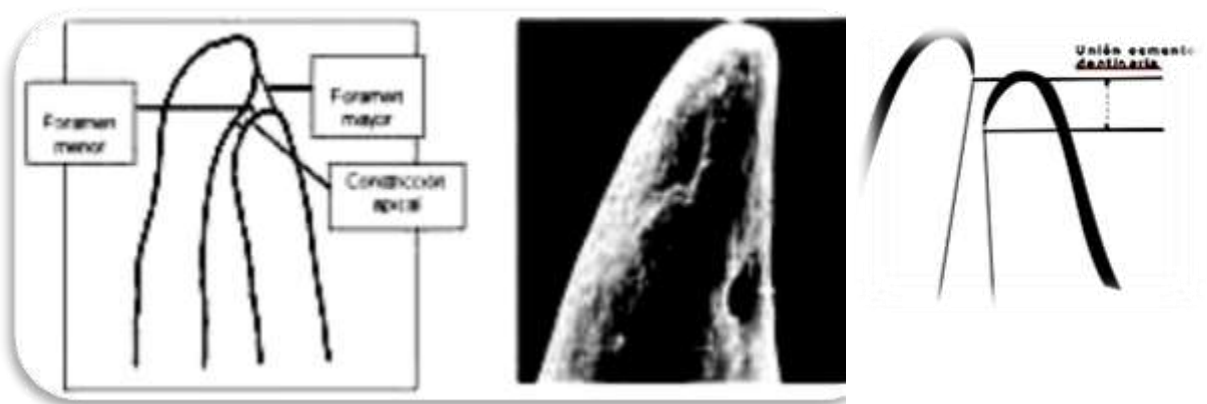
Conductos Radiculares: es la parte de la cavidad pulpar correspondiente a la porción radicular de los dientes.¹⁰

El conducto radicular está constituido por dos conos unidos por sus vértices: uno largo o conducto dentinario, donde se localiza la pulpa dentaria, tiene por límite apical la unión cemento - dentina - conducto (CDC) y otro conducto muy corto o conducto cementario.¹¹

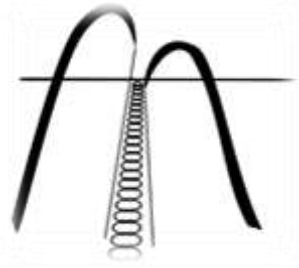


La anatomía de la región apical y periapical está formada por:

- Conducto dentinario.
- Conducto cementario.
- Extremidad pulpar.
- Región cemento dentina conducto (CDC).
- Ápice radicular.
- Cemento radicular.
- Foramen apical.
- Forámenes accesorios.
- Membrana periodontal.
- Hueso alveolar.



Dummer en 1984 clasificó la constricción apical en 4 tipos diferentes y partiendo de este hecho estableció que en el tipo B se realiza una preparación corta mientras que en el tipo D una sobre preparación.



Tipo A.- Constricción singular típica.

Tipo B.- Constricción cónica.

Tipo C.- Varias constricciones.

Tipo D.- Constricción Paralela. ¹²

Longitud de trabajo

También se le conoce como:

Cavometría, conductometría u odontometría.

A través de la odontometría vamos a conocer la longitud del diente desde un punto de referencia, ya sea el borde incisal en el caso de dientes anteriores, o una cúspide en el caso de dientes posteriores hasta la unión Cemento-dentina-conducto (C.D.C.) la cual se encuentra aproximadamente a 1mm del vértice anatómico del diente. ¹³

“Distancia desde un punto de referencia coronal hasta el punto donde la preparación y obturación del conducto deben terminar apicalmente”¹⁴

Dentro de los métodos para determinar la longitud de trabajo se encuentran:

Sensación táctil.

Puntas de papel.

Radiografía preoperatoria.

Localización electrónica.

Sensación táctil: ésta como su nombre lo indica se refiere al método en el que el clínico a través del instrumento va sintiendo como el conducto se va estrechando antes de salir de la raíz. Es de suma importancia el que el clínico tome muy en cuenta que este método es muy inexacto y se utiliza como complemento la radiografía de longitud de trabajo o la utilizaron de los localizadores electrónicos de foramen apical.

Puntas de papel: Este método se utiliza para revisar la longitud antes de obturar, se introducen las puntas suavemente en el conducto con la finalidad de que se observe si esta pasa a través del foramen apical, y esto se descifra observando si hay presencia de sangre en la punta de papel, o si hay líquido amarillento que pudiera provenir del ligamento periodontal, lo cual nos indicaría que estamos fuera del límite CDC. Este método también es complementario.¹⁵

Radiografía Preoperatoria: es uno de los elementos diagnósticos más utilizados en endodoncia, se utiliza para verificar la longitud de trabajo y durante el tratamiento de conductos la encontramos como un elemento de apoyo para observar la evolución de todo el tratamiento.

Una de las desventajas de la radiografía convencional en el tratamiento de conductos es el incremento en la radiación cuando múltiples exposiciones son necesarias en la determinación de la longitud de trabajo.¹⁶

Utilización de radiovisiografo: Desde la introducción de la radiografía digital por Trophy en 1987 su uso en endodoncia ha aumentado debido a que produce imágenes instantáneas durante la determinación de la longitud de trabajo. Esta tecnología posee un dispositivo de carga dentro de un sensor intraoral que produce una imagen digital inmediata en el monitor después de una exposición de más o menos 50% o menos de la exposición de radiación requerida por una radiografía convencional. La imagen puede ser almacenada, mejorada y guardada en la historia del paciente. Su principal ventaja sobre las radiografías convencionales es la rapidez en la adquisición de la imagen, la reducción en la irradiación del paciente, la posibilidad de editar la imagen y su calidad y detalle es similar a la conseguida con la radiografía convencional.¹⁷

Localización Electrónica:

Estos dispositivos tratan de determinar la localización de la constricción apical, la unión cemento-dentinaria o el foramen menor; pero no tienen la capacidad de localizar sistemáticamente el ápice radiográfico.⁶

En 1918, Custer fue el primero en proponer el uso de corriente eléctrica para determinar la longitud de trabajo.

El desarrollo de los localizadores apicales comenzó en **1942**, gracias a los experimentos in Vivo realizados por **Suzuki**, en donde utilizando corriente directa aplicada en dientes de perros, descubrió que la resistencia eléctrica entre un instrumento introducido dentro del conducto radicular el cual llegaba hasta el ligamento periodontal y un electrodo colocado en la mucosa oral, producía un valor constante de 6.5 kiloohms.¹⁸

En 1960, Gordon reportó el uso clínico de un dispositivo eléctrico para determinar la longitud de los conductos radiculares.

Sunada en 1962, basándose en los experimentos realizados por Suzuki fabricó un dispositivo simple para determinar la longitud de los conductos radiculares, el cual utilizaba corriente directa basándose en el principio de que la resistencia eléctrica entre el ligamento periodontal y la mucosa oral tiene un valor constante de 6.5 kiloohms, sin importar la edad de la persona, la forma del conducto o el tipo de diente. A pesar de que este tipo de medición daba resultados inestables y la polaridad de la lima alteraba la medición, este dispositivo utilizado por Sunada se convirtió en la base de los localizadores apicales.¹⁹

CLASIFICACIÓN DE LOS LOCALIZADORES APICALES

Primera Generación

Los dispositivos para localización de la constricción apical de primera generación son también conocidos como localizadores apicales de resistencia, los cuales miden la oposición al paso de corriente directa o resistencia. Cuando la punta del instrumento colocado dentro del conducto toca el vértice del mismo, el valor de la resistencia es de 6.5 kilohms (corriente de 40 mA). A menudo el paciente sentía dolor debido al paso de corriente generado por el aparato.

Entre los localizadores de primera generación podemos mencionar:

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

Segunda Generación

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

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

aguja para indicar la distancia al ápice, sustituyendo al sonido que producía su versión anterior.

Hasegawa y cols en 1986 introdujeron al mercado un localizador apical de alta frecuencia (400 kHz), conocido como el Endocater, el cual tenía un electrodo conectado a la silla dental y una sonda exploradora cubierta con un material aislante, el cual brindaba la facilidad de realizar mediciones en presencia de sustancias conductoras. El problema con este tipo de aparato fue que la sonda era muy ancha y no podía ser introducida en conductos estrechos, además el material aislante que lo cubría se descamaba, ya que no era resistente al autoclave.²⁰

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

El Apex Finder y el Endo Analyzer (Analytic/ Endo. Orange. CA, EU) combinan un localizador apical con un vitalómetro pulpar, se autocalibran con un indicador visual, pero sus reportes de precisión no son muy buenos. Fouad y cols compararon las estimaciones de la longitud de trabajo tomadas con el Apex Finder y mediante el método radiográfico, encontraron que éste aparato tenía una exactitud del 67% (+/- 0.5 mm del ápice radiográfico). En un estudio en el cual las determinaciones de la longitud de trabajo obtenidas con el Apex Finder se compararon con mediciones anatómicas directas; encontraron un 20% de coincidencia entre las mediciones, mientras que un

53% de las mediciones no alcanzaban la verdadera longitud de trabajo por lo que se hablaba de una longitud de trabajo corta de los dientes en estudio.

El Digipex (Mada Equipment Co., Carlstadt, Nueva Jersey) tiene un indicador digital visual de LED (Light Emiting Diodo) y un indicador audible, este aparato requiere calibración.

Posteriormente se introdujo el Digipex II y III, los cuales combinaban un localizador apical con probador de vitalidad pulpar. Czerw y cols en 1995 encontraron que Digipex II es igual de confiable que el Root Zx en estudios in Vitro.

El Exact-A-Pex (Ellman Internacional, Hewlett, Nueva Cork) tiene una pantalla gráfica de barras de LED (luz) y un indicador de audio. En un estudio in Vivo se determinó que éste localizador apical tiene una precisión del 55% (+/- 0.5 mm del agujero apical).

El Foramatron IV (Parkell Dental, Farmingdale, Nueva York) tiene una luz de LED centellante y una pantalla digital de LED, no requiere ningún tipo de calibración. Este aparato utiliza corriente alterna e impedancia para medir la distancia entre la punta de la lima y el foramen apical. Los estudios sobre la precisión de las determinaciones electrónicas de este aparato encontraron que en un 65% de los casos eran exactas (+/- 0.5 mm del ápice radiográfico). En otro estudio solamente el 32% de los casos las lecturas coincidían con el ápice radiográfico y en 36% de los casos se quedaban cortos. La ventaja de este aparato es que es pequeño, liviano y económico. Los fabricantes de este localizador apical recomiendan el uso de este aparato en conductos secos, libres de Hipoclorito de Sodio o de cualquier material electrolítico.^{18,19}

Tercera Generación

Para lograr entender el principio en que se basan los localizadores apicales de tercera generación se requiere una breve introducción. En condiciones normales, el componente reactivo facilita el flujo de corriente alterna, en mayor magnitud para las frecuencias superiores. Por lo tanto, cuando se transmiten dos corrientes alternas a través de un tejido se impedirá con mayor magnitud el paso de la corriente de menor frecuencia. El componente reactivo de un circuito puede modificarse, por ejemplo, cuando cambia de posición la lima dentro del conducto, cuando esto ocurre las impedancias (oposición al paso de corriente) que ofrece el circuito a corrientes de diferente frecuencia cambian entre sí. Este es el principio en que se basa el funcionamiento de los localizadores apicales de tercera generación. (21) La impedancia de un determinado circuito puede ser modificada por la frecuencia del flujo de corriente, por esta razón a este tipo de dispositivos se los denominan dependientes de frecuencia. Es importante recalcar que lo que miden estos dispositivos es la impedancia y no

la frecuencia, estas magnitudes relativas de las impedancias se convierten en información de longitud, se ha propuesto el uso del término impedancia comparativa ya que explica mejor el funcionamiento de estos localizadores electrónicos de foramen apical. ⁽²¹⁾ Esta generación de localizadores apicales es muy similar a la segunda generación con la diferencia que los de tercera utilizan múltiples frecuencias para determinar la distancia que se encuentra el foramen apical. Estos aparatos tienen poderosos microprocesadores en su interior, por medio de los cuales procesan los coeficientes matemáticos y se realizan los cálculos logarítmicos exactos para obtener lecturas más estables. El Endex (Osada Electric Company, Los Ángeles California y Japón) es el primer localizador de tercera generación que fue introducido en el mercado. En Europa y Asia a este aparato se lo conoce como Apit. Utiliza una corriente alterna muy baja. Las señales de dos frecuencias de 5 y 1 kHz se aplican como una onda, la cual está compuesta de ambas frecuencias. Cuando una lima endodóntica se encuentra en la parte coronal de un conducto la diferencia de las dos frecuencias es pequeña, mientras el instrumento avanza en sentido apical la diferencia en los valores de impedancia comienza a modificarse. Una vez que se llega a la constricción apical los valores de impedancia se encuentran en su máxima diferencia y esta divergencia es indicada por medio de un medidor análogo y con una alarma de audio. Esta diferencia de impedancia constituye la base del método de diferencia. Después de utilizar este aparato dentro de un conducto se lo debe recalibrar para utilizarlo en otro diferente. Los fabricantes recomiendan el uso del Apit o Endex en presencia de electrolitos (hipoclorito de Sodio o solución salina) dentro del conducto radicular. Cuando se vaya a utilizar este localizador apical en retratamientos se recomienda retirar todo el material de relleno del conducto radicular para determinar de forma electrónica la longitud de trabajo. El fabricante señala que el tamaño del instrumento endodóntico no afecta la lectura del localizador apical.

Endex o Apit funciona por medio de baterías, emite una corriente alterna baja que no produce incomodidad en el paciente. Este localizador magnifica los últimos 3 mm del conducto en la pantalla donde mediante un medidor análogo indica la posición en la cual se encuentra el instrumento endodóntico, La zona de la constricción apical se encuentra marcada con el color verde y una alarma pulsante que va aumentando la frecuencia de sonidos emitidos, indica que

uno se aproxima a la constricción apical. La alarma se vuelve continua cuando uno llega al foramen apical y la aguja del monitor análogo se encontrará en la línea roja.¹⁸

Kobayashi en 1991 quiso evitar las falsas lecturas de los localizadores apicales a causa de los electrolitos dentro del conducto radicular, por esta razón introdujo al mercado el localizador apical Root ZX (J. Morita, Tokio, Japón) basándose en los principios de frecuencia doble e impedancia comparativa. El sistema electrónico empleado es el método de relación o método de división. El Root ZX mide simultáneamente dos valores de impedancia en dos frecuencias diferentes (8 y 0.4 Hz) dentro del conducto, en el interior el aparato tiene un microprocesador que calcula la relación entre las dos impedancias. El coeficiente de estas dos impedancias, se representa en una pantalla de cristal líquido en la que se puede detectar visual y acústicamente el avance de la lima en el conducto.

El Root ZX puede ser utilizado en conductos llenos de electrolitos o secos, no requiere calibración y la lectura de la localización del instrumento es fácil. Nguyen y cols aseguraron que el Root Zx puede determinar la localización de la constricción apical, aun en ocasiones que esta estructura anatómica no se encuentre presente.^{19,22}

También demostró que la determinación electrónica de la longitud de trabajo no se encuentra influenciada por el diámetro del instrumento utilizado. El Root ZX es el parámetro de comparación de otros localizadores apicales y tiene el 95% del mercado mundial. Se lo ha estudiado en múltiples ocasiones y en diferentes situaciones, los resultados indican que tiene una precisión del 90% (+/- 0.5 mm del foramen apical), otros estudios dicen que tiene una precisión del 100% cuando se aceptan valores de 1 mm respecto a la constricción apical.

Al Root ZX lo modificaron e incorporaron una pieza de mano para determinar la longitud de trabajo en los casos que se utilicen limas rotatorias. Comercialmente se lo conoce como Tri Auto ZX y Dentalport ZX. Los estudios reportan que tiene una precisión similar al Root Zx de 95%. El motor tiene algunas características de seguridad como auto reversa cuando la lima ha alcanzado la constricción apical.²¹

Cuarta Generación:

En el 2003 se introdujo Elements Diagnostic Unit and Apex Locator (SybronEndo, Anaheim, CA, USA), es un aparato que tiene vitalómetro pulpar y localizador apical. El equipo no procesa la información de la impedancia como un cálculo de un logaritmo matemático como lo hacían los localizadores de tercera generación, sino que mide los valores de resistencia y capacitancia y los compara con los números que tiene en una base de datos. De esta manera determina la distancia a la que se encuentra un instrumento hasta llegar al ápice. Utiliza dos señales de 0.5 y 4 KHz. El fabricante asegura que se producen menos errores por medición.²²

Indicaciones de uso de localizadores de foramen apical

Los localizadores apicales pueden ser utilizados de rutina o en casos donde la porción apical del sistema de conductos radiculares esta obstruida por dientes impactados, torus, el proceso malar, el arco zigomático, cuando existe densidad de hueso excesiva o aún en patrones de hueso medular y cortical normal. En estos casos pueden proveer información que la radiografía no. También deben ser utilizados en el tratamiento de pacientes embarazadas para reducir la exposición de radiación, en niños que no toleren la toma de radiografías, y en pacientes discapacitados o pacientes sedados. Así mismo si un paciente no tolera el posicionamiento de la radiografía por reflejo de náuseas puede ser una herramienta útil, y por último en pacientes con enfermedades como Parkinson los cuales no tienen la capacidad de mantener la radiografía en su sitio.

En casos de perforaciones radiculares, el punto de salida de la perforación del conducto al ligamento periodontal es una medida crucial. Si la perforación ocurre en vestibular o lingual o en la superficie de la furca puede ser difícil de detectar. Los localizadores apicales son instrumentos de confianza para detectar la perforación y la longitud del área donde existe la perforación, además de las perforaciones con restauraciones metálicas intrarradiculares.²³

Cuando un diente está involucrado en un episodio traumático e inflamación crónica de la pulpa o tejido periapical o ambos que terminan en reabsorción apical, puede ser difícil establecer la longitud de trabajo si la constricción apical ha sido patológicamente alterada. En

estos casos la combinación de la sensación táctil y la radiografía tienen limitaciones importantes para determinar la longitud ideal, siendo una ayuda la utilización de los localizadores apicales que han mostrado una exactitud del 62.7 al 94.0%^{24 25}

Aunque en algún estudio se ha sugerido que los localizadores electrónicos de ápice no deben ser usados en pacientes con marcapaso, existen otros estudios en los que se sugiere que los localizadores son totalmente seguros en pacientes con este tipo de dispositivos. Ante cualquier duda será muy importante hacer una interconsulta con el cardiólogo.^{26 27}

Fracturas radiculares horizontales

El mecanismo de las fracturas horizontales es usualmente un impacto frontal que genere una compresión en las zonas labial y lingual, creando una zona de estrés que dictamina el plano de la fractura. A nivel histológico puede presentarse una ruptura o compresión de las fibras del ligamento periodontal usualmente limitado al fragmento coronal y un estiramiento o la laceración de la pulpa a nivel de la fractura.

Estas fracturas usualmente se dan en dientes anteriores superiores en un grupo de pacientes entre 11 y 20 años. En niños cuando los incisivos centrales se encuentran en diferentes etapas de erupción no son comunes estas fracturas debido a la elasticidad del hueso alveolar que hace que el diente sea más susceptible a luxaciones que a fracturas. En dientes primarios este tipo de fracturas también son inusuales antes de la formación radicular y son más frecuentes cuando ha iniciado la reabsorción radicular fisiológica.²⁸

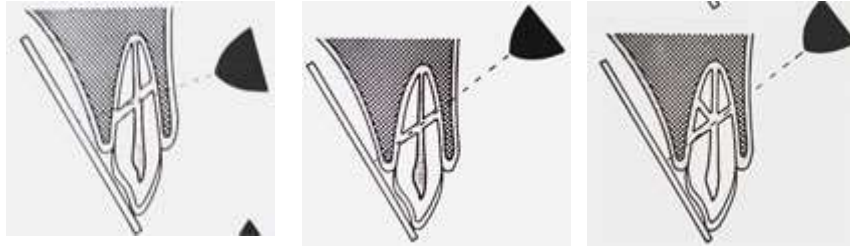
Las fracturas radiculares generalmente están acompañadas de otros tipos de trauma dental como fractura del proceso alveolar, especialmente en dientes anteriores inferiores.

La etiología de las fracturas radiculares se puede clasificar en dos grupos:

1. Dientes tratados endodónticamente (fractura vertical)
2. Dientes no tratados endodónticamente (fractura horizontal); el primer grupo son más comunes y se deben a diferentes causas como excesiva fuerza e condensación al obturar o al cementar un poste colado; el segundo grupo ocurren en casos de trauma severo como accidentes automovilísticos, accidentes en deportes extremos, peleas callejeras, etc. ²⁹

El examen clínico los dientes con fractura horizontal usualmente presentan una ligera extrusión, frecuentemente con desplazamiento en dirección lingual, cierta movilidad determinada por el sitio de fractura. Pruebas eléctricas con el vitalometro están indicadas, cuando la respuesta es negativa o no responde a esta prueba, puede existir un daño severo de la pulpa en el sitio de fractura o bien en la constricción apical. La inspección y palpación proveen información del grado de malposición dental.

El diagnóstico radiográfico de las fracturas horizontales se facilita debido a que la línea de fractura usualmente es oblicua y en un ángulo óptimo para la visualización radiográfica. Es importante mencionar que la fractura va a ser visible únicamente si el haz de rayo X es dirigido entre un rango máximo de 15 a 20° del plano de la misma, es por eso que es necesario tomar varias radiografías periapicales variando el ángulo del rayo X. Ocasionalmente es difícil detectar radiográficamente una fractura horizontal inmediatamente después del trauma, mientras que radiografías posteriores pueden revelar la fractura, esto se debe a la hemorragia o tejido de granulación entre los fragmentos.



Las fracturas horizontales se dan con mayor frecuencia en el tercio apical y medio, en raras ocasiones en el tercio cervical radicular, también pueden presentarse como una fractura única transversa u oblicua o múltiples fracturas, su dirección varía considerablemente, una típica fractura en tercio apical o medio sigue un curso vestibulo-palatino o lingual en dirección incisal mientras que una fractura en tercio cervical tiende a ser más horizontal, estas características las dictaminan la dirección y la técnica radiográfica. Las fracturas radiculares pueden ser incompletas es decir un rompimiento unilateral de la continuidad de una pared radicular, estas cicatrizan con tejido calcificado, sin ningún tratamiento. Algunos autores denominan las fracturas radiculares del tercio apical y medio como fracturas profundas y las fracturas del tercio cervical cerca de la cresta alveolar como fracturas en sombra.^{30. 24.}



Tratamiento de fracturas radiculares horizontales

El tratamiento básico de una fractura horizontal en dientes permanentes es la reducción de la fractura y ferulización. Si este procedimiento se lleva a cabo inmediatamente después del trauma, la reposición del fragmento coronal por medio de manipulación digital es fácil de conseguir. Si existe una resistencia durante el procedimiento puede ser debido a fractura de la tabla ósea vestibular, entonces es necesario reducir primero la fractura ósea antes de reposicionar los fragmentos. Seguido de la reducción de la fractura es necesario tomar

radiografías para verificar si está en la posición correcta. La vitalidad pulpar se ve afectada por el estado de desarrollo radicular, localización de la fractura y habilidad del operador en la reducción de los segmentos.³¹

Diferentes tipos de técnicas se han descrito para inmovilización del diente. Hoy en día, la férula ideal debe ser pasiva y flexible para permitir la movilidad fisiológica del diente su duración depende del tipo de trauma pero usualmente, en fracturas radiculares el periodo de uso es de 2 a 3 meses, aunque periodos cortos como 4 o 5 semanas parecen ser suficiente en algunos casos para favorecer la reparación. Las férulas rígidas están contra indicadas porque pueden conllevar a efectos adversos tales como desplazamiento de los fragmentos durante su posicionamiento, anquilosis y reabsorción por reemplazo. Durante el periodo de ferulización es importante darle seguimiento al diente, hacer observaciones radiográficas y realizar pruebas de sensibilidad para determinar la vitalidad del diente.^{32 33}

Actualmente se ha demostrado que el tiempo ideal de ferulización dependerá del nivel de la fractura, movilidad del fragmento coronal; se ha reportado casos de fracturas radiculares horizontales en los que no se han ferulizado los segmentos y existe reparación; una reducción incompleta de la fractura solamente retrasa la reparación pero no la detiene, incluso hay reportes de casos en que existe una reparación completa sin haber realizado ningún tipo de tratamiento y se encuentran como hallazgos durante un examen radiográfico.^{34. 27.}

Descripción del tratamiento en caso de necrosis pulpar:

1. Terapia endodóntica del segmento coronal al nivel de fractura, luego de preparar esa porción se realizan terapias de hidróxido de calcio, para estimular la formación de tejido duro, este procedimiento fue propuesto debido a que el conducto a nivel de la fractura es similar o comparable con un foramen apical inmaduro, entonces se asume que la reparación será similar a un procedimiento de apexificación empleado en ápices abiertos; además estudios demuestran un mayor porcentaje de éxito es casos donde se utiliza la terapia de hidróxido de calcio

comparado con los casos que se obtura con gutapercha inmediatamente después de la preparación, este proceso aun es incierto; debido a que también hay un alto porcentaje de éxito cuando se obtura inmediatamente esto se logra fabricando un cono de gutapercha con técnicas químicamente reblandecidas para sellar el ápice del segmento corona. El segmento apical si es vital, llevara a cabo un proceso de deposición de tejido duro hasta la obliteración del conducto radicular. Una vez se confirma la presencia de un tope apical del segmento coronal, se obtura el conducto con gutapercha de forma convencional.

2. En raras ocasiones ambos segmentos están necróticos, esto se puede reconocer si persiste la sintomatología después de la pulpotomía del segmento coronal o por la presencia de una lesión en el ápice. En este caso se debe de realizar terapia endodóntica a los dos segmentos, después de la preparación se coloca hidróxido de calcio y cuando se evidencia reparación, se debe obturar los conductos de forma convencional. Cuando se realiza el tratamiento endodóntico a los dos segmentos y el material de obturación fluye a través de la fractura el porcentaje de fracaso es muy alto, esto puede deberse a que tejido contaminado no puede ser removido y estando en relación directa con el material de obturación puede contaminar el mismo deteniendo así la reparación.

3. Si el tratamiento endodóntico fracasa en el segmento apical, la remoción quirúrgica de este está indicada.^{35. 36}

Variables que pueden afectar la reparación

Existen ciertas variables que pueden afectar la reparación, entre ellas se encuentran el grado de desarrollo radicular, se ha demostrado que la fusión de los segmentos con tejido duro ocurre regularmente en dientes inmaduros; dislocación del fragmento coronal y diastasis o espacio entre los segmentos, la reparación con tejido calcificado es más frecuente en dientes sin o pequeña dislocación entre los segmentos; sensibilidad pulpar en el momento de la fractura es una variable clave para la reparación; la reposición o reducción de la fractura, estudios demuestran que si se logra una reducción optima la reparación se llevara a cabo con más frecuencia. Existen también variables que no afectan la reparación como la posición y tipo de

fractura, el tiempo que transcurre desde la fractura hasta el tratamiento, la utilización de antibióticos ha resultado tener un efecto negativo (no significativo), el tipo de férula siempre y cuando sea pasiva y el tiempo que se feruliza, debido a que es necesario que el diente traumatizado este bajo estrés funcional.^{30, 31}

PROBLEMAS DESPUÉS DE FRACTURAS RADICULARES HORIZONTALES

Obliteración del conducto radicular

Un hallazgo frecuente es la obliteración total o parcial del conducto radicular, se presenta en un rango de 69 a 73% en los dientes con fracturas. La obliteración parcial se ve con más frecuencia en la línea de fractura y se extiende de 1 a 2mm dentro de los segmentos; la obliteración completa se observa como un decremento de la luz de toda la extensión del conducto radicular. Radiográficamente pueden evidenciarse de 9 a 12 meses y una densidad total en 1 o 2 años después del trauma.^{24.}

Reabsorción Radicular

La reabsorción radicular aparece en aproximadamente el 60% de los casos y se puede detectar radiográficamente 1 año después de la fractura.

La reabsorción radicular se manifiesta de cinco formas:

1. Reabsorción de la superficie externa de la línea de la fractura, caracterizado por superficies redondeadas mesiales y distales de los fragmentos radiculares.
2. Reabsorción externa inflamatoria.
3. Reabsorción externa por reemplazo.
4. Reabsorción interna superficial.
5. Reabsorción interna en forma de túnel.^{37 38}

7. Hipótesis

H0: Los localizadores electrónicos de foramen Ipex y Root ZX II no son precisos en la determinación de la localización de las fracturas radiculares horizontales.

H1: Los localizadores electrónicos de foramen Ipex y Root ZX II son igual de precisos en la determinación de la localización de las fracturas radiculares horizontales.

H2: El localizador electrónico apical Ipex es más preciso que Root ZX II en la determinación de la localización de las fracturas radiculares horizontales.

H3: El localizador electrónico apical Root ZX II es más preciso que Ipex en la determinación de la localización de las fracturas radiculares horizontales.

8. Objetivo

Comparar la precisión de 2 localizadores electrónicos de foramen apical en la determinación de fracturas horizontales in vitro.

9. MATERIAL Y METODO

9.1 TIPO DE ESTUDIO

Prospectivo, transversal, comparativo, observacional

9.2 UNIVERSO DE TRABAJO

40 Dientes permanentes unirradiculares superiores e inferiores

9.3 CRITERIOS DE INCLUSIÓN

Órganos dentarios anteriores superiores e inferiores.

Raíces rectas

Conductos amplios

Ápice formado

9.4 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

Formación radicular incompleta

Dientes con reabsorciones externas

Dientes con reabsorciones internas

Dientes fracturados

Dientes con conductos calcificados

Dientes con restauraciones metálicas

9.5 MATERIALES

- Disco de carburo (Brasseler)
- Disco de diamante de 0.2mm de grosor (Brasseler)
- Limas #15 tipo K (Maillefer)
- Regla milimétrica (Maillefer)
- Explorador de conductos DG 16 (Hu-Friedy)
- Solución isotónica de cloruro de sodio (Abotts)
- Grenetina (Knots)
- Vaso de vidrio
- Fresas de carburo #330 (Mani)
- Fresas de carburo bola # 4, 6 (Mani)
- Espátula de metal (Hu-Friedy)
- Motor de alta velocidad de laboratorio (Red Wing)
- Localizador de foramen apical Ipex (NSK)
- Localizador de foramen apical Root ZX II (J. Morita)

9.6 Variables

Variable Dependiente

Precisión.

Variable Independiente

Localizadores electrónicos de foramen apical.

Operación de Variables

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

10. Metodología

Se recolectaron las muestras de distintos consultorios en los cuales se dejaron frascos para su almacenamiento en Cloramina T.

Las muestras consisten en 40 órganos dentales que tengan desarrollo radicular completo, sin reabsorciones, sin curvaturas muy marcadas, conductos no muy estrechos y/o calcificados a los cuales se les tomo radiografía con radiovisiografo para determinar estos criterios.

A las 40 muestras obtenidas se les cortara la corona dental con disco de carburo mediante el uso de motor de laboratorio de esta manera dejaremos una superficie plana para una mejor medición y que el tope de la lima no sufra alguna variación al momento que hagamos las mediciones.

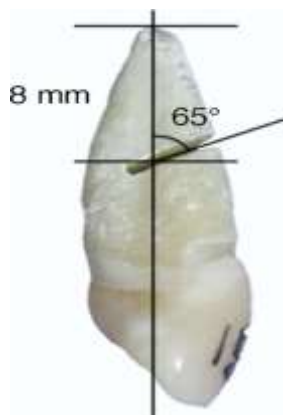


Las piezas dentales ya eliminada su corona dental se le enumerara

con un plumón de tinta negra del número 1 al 40 para un control de las muestras. Se patentizara los conductos, y se irrigara con NaOCl al 5.25% y se mantendrá los conductos húmedos. La realización de las fracturas se hará con disco de diamante de 0.2mm de grosor utilizando un micromotor de laboratorio para tener mayor control y precisión a la hora de realizar las fracturas.



Las fracturas simuladas se harán aproximadamente a 8mm de distancia del ápice anatómico cortando parcialmente y de manera oblicua la porción radicular hasta descubrir el conducto radicular.



Se introducirá la espátula de metal por la fractura simulada hecha en la raíz de cada uno de los dientes para que sirva como tope y a la hora de colocar la lima por el conducto esta sea la medida que tomaremos como medida real de la localización de la fractura horizontal la cual

anotaremos en hoja de recolección de datos de datos enumerada del 1 al 40 que corresponderá también al número de muestra.



El agar para las mediciones con los localizadores se prepara utilizando solución de cloruro de sodio colocándolo a hervir en estufa, después colocándolo en un refractario de vidrio para agregarle un sobre de Grenetina y revolverlo hasta obtener una consistencia homogénea y refrigéralo por aproximadamente 1 hora de la cual obtendremos una gelatina en la cual será posible introducir las muestras y el gancho labial de los localizadores.

Cada una de las raíces irrigadas con solución salina se insertara en el agar elaborado colocándolas con respecto al orden de su numeración e insertando una lima #15 tipo k con el



gancho labial sumergido en el agar por un extremo y el clip sobre la lima que hará la medición de la localización de fractura; en cuanto el aparato nos indique en la pantalla que está detectando que el instrumento se encuentra fuera del forman apical calibraremos el tope y de la lima y tomaremos esa medida en la hoja de recolección, esto se hará de igual manera para los dos localizadores de foramen apical.³

Ya una vez obteniendo todos los resultados se procederá al análisis estadístico para determinar su exactitud y valoración de este estudio.

Muestra	Medición Inicial	Root ZX II J. Morita	Ipex NSK

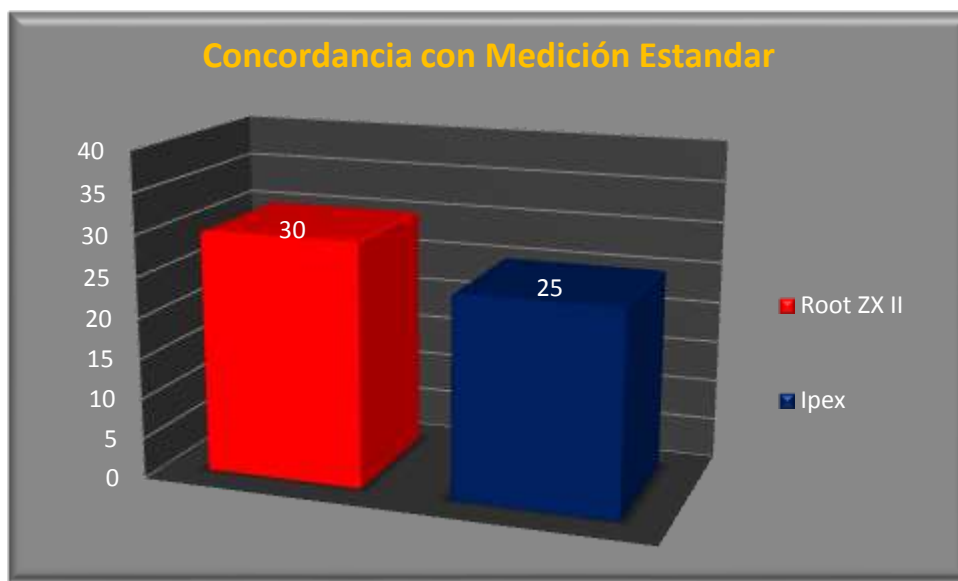
Tabla de recolección de Datos.

11. Resultados

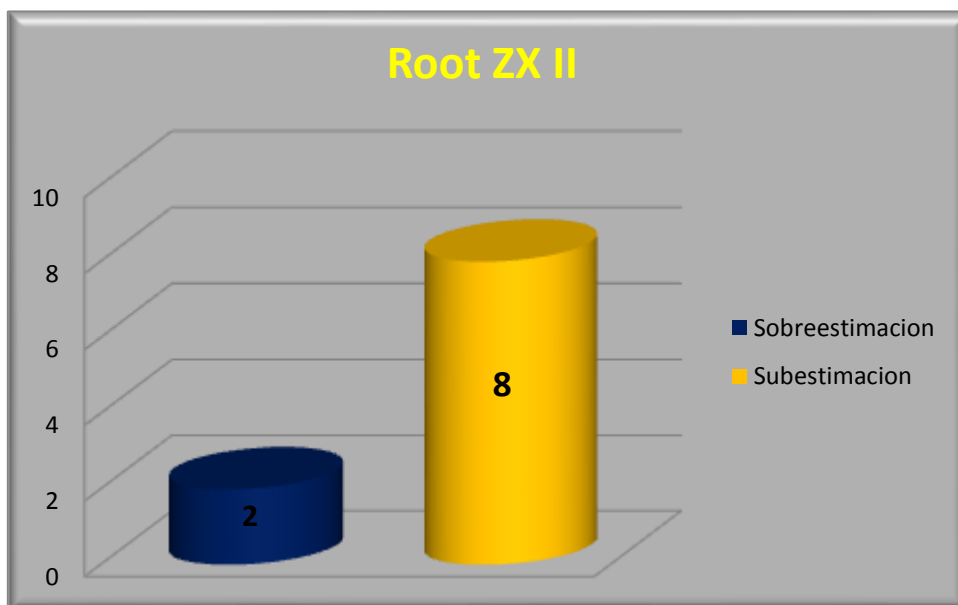
Tabla de recolección de datos

Muestra #	Grupo		
	Control	Root Zx II	iPex
1	8.5	8.5	8.5
2	10.0	9.5	9.5
3	9.5	9.5	9.5
4	11.5	11.0	11.5
5	12.0	12.0	12
6	11.5	11.5	11
7	12.0	12	12
8	10.5	10.5	10.5
9	11.5	11.5	11.5
10	8.5	8.5	8
11	7.5	7	7.5
12	9.5	9	9
13	10.5	10.5	10.5
14	9.0	9	9
15	10.5	10	10
16	9.5	9	9.5
17	10.5	10.5	10.5
18	9.5	9.5	9.5
19	8.5	8	8
20	7.5	7.5	7
21	7.5	7.5	7.5
22	10.5	10.5	10.5
23	9.5	9.5	9.5
24	11.5	11.0	11.5
25	12.0	12.0	12
26	10.5	10.5	10
27	11.0	11	11
28	11.5	11.5	11.5
29	10.5	10.5	10.5
30	9.5	9.5	8.5
31	7.5	7.5	7
32	9.5	9.5	9.5
33	10	10.5	10
34	9.0	9	9.5
35	10.0	10	10
36	9.5	9.5	9
37	10.0	10	10.5
38	9.0	9	9
39	8.0	8.5	8.5
40	7	7	7.5

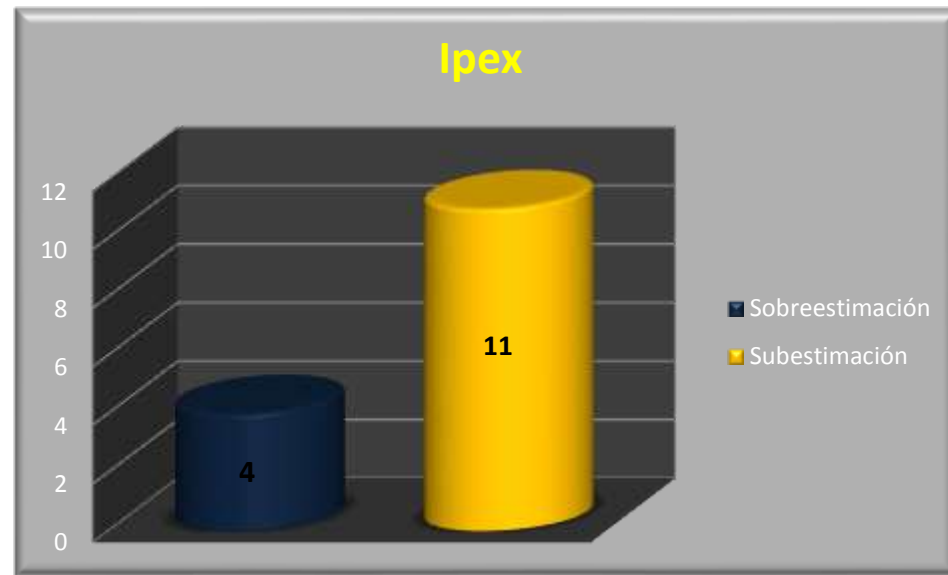
En esta grafica se muestra la concordancia entre Root ZX II y Ipex con respecto a la medición estándar.



En esta grafica se muestra los valores en los cuales hubo sobreestimación y subestimación con respecto a la medición estándar.



En esta grafica se muestra la sobreestimación y subestimación de los valores obtenidos en las muestras con respecto a la medición estándar.



Estatus	Root ZX II	iPex												
Concordancia con estándar	30	25												
Sobreestimación	2	4												
Subestimación	8	11												
Total	40	40												
Porcentaje concordancia con el estándar	75.0%	62.5%												
(IC 95% para la concordancia observada)	(61.1% - 88.4%)	(47.5% - 77.5%)												
Comparación entre Root ZX II y iPex en cuanto a concordancia con el estándar.	<table> <tr> <td></td><td>Concordancia con estándar</td><td>No concordancia</td></tr> <tr> <td>Root ZX II</td><td>30</td><td>10</td></tr> <tr> <td>iPex</td><td>25</td><td>15</td></tr> <tr> <td>Total</td><td>55</td><td>26</td></tr> </table> Chi² 1.455, g.l. 1 p = 0.228 Diferencia no significativa entre ambos.			Concordancia con estándar	No concordancia	Root ZX II	30	10	iPex	25	15	Total	55	26
	Concordancia con estándar	No concordancia												
Root ZX II	30	10												
iPex	25	15												
Total	55	26												

Conclusión: Como resultado del análisis estadístico se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna de igualdad en la precisión de localización de fracturas radiculares horizontales.

12. Discusión

La presencia de fracturas radiculares como consecuencia de traumatismo dental en dientes permanentes se presenta con frecuencia en un 75% de las consultas por esta razón.²⁸

Estas fracturas no siempre se pueden diagnosticar por medio de radiográfico y/o examen clínico en las primeras horas después de haberse presentado el accidente, por lo que se hace necesario las revisiones periódicas de control clínico y radiográfico.

La localización de las fracturas con respecto al eje longitudinal del diente por medio de radiografías es complicado por lo que siempre se recomienda tomar 3 distintas angulaciones para ser comparadas y facilitar el diagnóstico de una fractura radicular.^{28, 39}

En estos traumatismos es común que el segmento coronal pierda la vitalidad mientras que el segmento apical conserve su vitalidad. Bajo estas circunstancias hay varias investigaciones que sugieren la realización del tratamiento endodóntico solo del segmento coronal en el cual se perdió la vitalidad y considerando el límite de la fractura como plano terminal de la longitud de trabajo, sin embargo, una localización exacta, limpieza, conformación y obturación es a menudo complicada para el endodoncista debido a la ambigua interpretación radiográfica.^{38, 40}

Por este sentido y citando algunas investigación como la del Dr. Ebrahim y cols. del año 2006 en la cual realizando fracturas horizontales incompletas en los segmentos apicales de dientes extraídos, para comparar la exactitud de 3 localizadores electrónicos de foramen apical que en este caso fueron Root ZX, NRG apex y Foramatron, o la investigación del Dr. Ozgur en el año 2008 en la cual evaluaron motores endodónticos con localizador de foramen integrado los cuales fueron TCM Endo V y de Tri Auto ZX obteniendo resultados según las pruebas estadísticas de Kruskal-Wallis que revelaron no diferencias estadísticamente significativas tanto entre los tres localizadores de foramen apical, así como en los motores endodónticos.^{4,6}

Y no dejando de mencionar el estudio de Azabal y Cols que realizó in vitro, únicamente utilizando un localizador electrónico de foramen apical (Justy II), estos autores informan de un 93.5% de exactitud en la localización de las fracturas horizontales, con un 0.5 a 1mm de tolerancia en las medidas obtenidas, lo cual este estudio concuerda con nuestra investigación realizada.⁷

Por estos casos, varias investigaciones han demostrado que los localizadores electrónicos de foramen apical pueden ser auxiliares útiles en la localización del límite de la fractura.

13. Conclusión

La presente investigación nos da como resultado que no hay diferencia estadísticamente significativa entre Root ZX II y Ipex en la localización de fracturas radiculares horizontales.

Sin embargo, Root ZX II presenta un ligero porcentaje de mayor exactitud con respecto que Ipex, el cual fue de tan solo un 12.5% de diferencia, que estadísticamente no muestra ninguna tendencia a favor.

Los localizadores de foramen apical en la actualidad ya forman parte del equipo básico para la realización de tratamientos de conductos, como muestra esta investigación puede ser un auxiliar de mucha utilidad en el diagnostico de fracturas radiculares horizontales.

Sería de gran utilidad poder realizar este estudio in vivo para así obtener datos más fidedignos acerca de la precisión de estos aparatos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

¹ Kiumars Nazari Moghaddam DDS, MS, Shahrzad N. DDS, MS, Leila S. DDS, MS, Kiamars H. DDS, MS, and Farshid M. DDS, M.S **In vitro detection of simulated apical root perforation with two electronic apex locators.** International Endodontic Journal 2010 Vol 5 No. 1 Pag 23-26

² Dr. Al Kadi Hani BDS,MDS. Dr. Sykes LM, Dr. Vally Z **Accuracy of the Raypex-4 and Propex Apex Locators in Detecting Horizontal and Vertical Root Fractures: An In Vitro Study.** Smile Dental Journal Vol.4 Issue 3 2009 Pag 12-15

³ Fernando Goldberg, DDS, PhD,* Santiago Frajlich, DDS,* Sergio Kuttler, DDS,† Emilio Manzur, DDS,* and Benjamín Briseño-Marroquín, DMD, MDS, PhD‡ **The Evaluation of Four Electronic Apex Locators in Teeth with Simulated Horizontal Oblique Root Fractures.** Journal of Endodontic 2008 pag 1497-1499

⁴ Ozgur Topuz DDS, Phd, Ozgur U. , A.Cemal T. **Accuracy of Two Apex-locating Handpieces in Detecting Simulated Vertical and Horizontal Root Fractures.** Journal of Endodontic Marzo 2008 Vol. 34 Issue 3 Pag. 310-313

⁵ Aqeel K. Ebrahim bds , Reiko Wadachi dds , phd, Hideaki Suda dds , phd **Accuracy of three different electronic apex locators in detecting simulated horizontal and vertical root fractures.** Australian Endodontic Journal Julio 2006 issue 2 Vol. 32 Pag. 64-69

⁶ Ebrahim AK, Wadachi R, Suda H. **Accuracy of three different electronic apex locators in detecting simulated horizontal and vertical root fractures.** Australian Endodontic Journal 2006; Vol 32: Pag. 64 –9.

⁷ M. Azabal, D. Garcia-Otero, J. C. De La Macorra **Accuracy of the Justy II Apex locator in determining working length in simulated horizontal and vertical fractures** International Endodontic Journal Marzo 2004 Vol. 37, pag 174-177

⁸ Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi. **An in vitro study of two kinds of root apex locators to diagnose vertical root fracture**, West China Journal Of Stomatology. Octubre 2003 Vol. 27(5): Pag. 528-30

⁹ A. Y. KAUFMAN, Z . F U S S, S . KEILA & S. WAXENBERG
Department of Endodontology **Reliability of different electronic apex locators to detect root perforations in vitro** The Maurice and Gabriela Goldschleger School of Dental Medicine, Tel Aviv University, Israel.
International Endodontic Journal, Noviembre 1997 Vol 30(06) Pag. 403-7

¹⁰ **The Glossary of Prosthodontic Terms**, Journal Of Prosthetic Dentistry
Julio 2005 Vol 94. Issue 1, Pag 10

¹¹ **Ingle, Bakland**, Endodoncia, Cuarta edición, McGraw- Hill Interamericana, 1996.
Cap. 10 pag. 518-533

¹² Dummer PM, McGinn JH, Rees DG. ***The position and topography of the apical canal constriction and apical foramen.*** International Endodontic Journal. Vol. 20 p. 120-123 1984

¹³ **Cohen S.** Pathways of the Pulp. 8va.ed. San Francisco, California. Mosby 2002
Cap. 7 pag. 152-238

¹⁴ **Sergio H. Flores Covarruvias**, Manual de Practicas, Endodoncia Clinica, México 2004 p. 365-69

¹⁵ **Weine, Franklin S.**, TERAPIA ENDODÓNTICA. Trad. de la 2a ed. Editorial Médica Panamericana. Buenos Aires. 1991 Cap. 7 pag. 230-255

¹⁶ Fava L. **Periapical Radiographic techniques during endodontic diagnosis and treatment.** International Endodontic Journal. 1997; Vol 30: Pag 250-261

¹⁷ Lavelle CLB. **Digital radiographic images will benefit endodontic services.** Endodontic Dental Traumatology.1995; Vol. 11 Pag. 253-60

¹⁸ Elayouti, A., Weiger, R., Lost, C. **The ability of root zx apex locator to reduce the frequency of overestimated radiographic working length.** Journal of Endodontic. 2002; Vol 28(2) Pag.116-119

¹⁹ Pagavino, G., Pace, R., Baccetti, T.A **SEM Study of in vivo accuracy of the root zx electronic apex locators.** Journal of Endodontic. 1998; Vol. 24(6): Pag. 438-441

²⁰ Gordon MPJ, Chandler NP. **Electronic apex locators.** International Endodontic Journal. Vol. 20 pag 36-39 2004.

²¹ Lucena – Martin C, Robles – Gijon V, Ferrer – Luque CM, Navajas – *Rodriguez J.* **In Vitro evaluation of the accuracy of three electronic apex locators.** Journal Of Endodontics.2004 Vol. 20 pag.236-239

²² Kaufman A, Keila S, Yoshpe M. **Accuracy of a new apex locator: an in vitro study.** International Endodontic Journal, 2004; Vol.35: Pag.186–192

²³ **Johnson, W.** Color Atlas of endodontics. Ed. W.B Saunders Company. 2002

²⁴ Kaufman, A., Fuss, Z., Keila, S., Waxenberg, S. **Reability of different electronix apex locators to detect root perforations in vitro.** International Endodontic Journal 1997; Vol. 30 (6): Pag. 403-7.

²⁵ Kaufman, A; Fuss, Z; Keila, S; Waxenberg, S; **Reliability Of Different Electronic Apex Locators To Detect Root Perforations In Vitro.** International Endodontic Journal 1997 Vol 30: Pag.403-407

²⁶ Garofalo,R; Ede, E; Dorn, S; Kuttler, S; **Effect of Electronic Apex Locator On Cardiac Pacemaker Function.** Journal Of Endodontic. 2002 Vol.12 Pag. 831-833.

²⁷ Beach CW, Bramwell JD, Hutter JW **Use of an Electronic Apex Locator on Cardiac Pacemaker Patient.** Journal Of Endodontics 1996 Apr 22:4 Pag.182-186

²⁸ **F.M Andreasen & J.O. Andreasen** Texbook and color atlas of traumatic injuries to the teeth. 3 edition, MOSBY, St. Louis Missouri 1994 Pag. 279- 310

²⁹ Öztan M, Sonat B. **Repair of untreated horizontal root fractures: two case reports.** Dental Traumatol 2001; Vol 17: Pag. 240-243.

³⁰ **Mitsushiro Tbukibosh.** Treatment planning for traumatized teeth. Quintessence Publishing Co. 2000.

³¹ Mata Estuardo, Gross Marvin, Koren Larry, **Divergent types of repair associated with root fractures in maxillary incisors,** Endodontic Dental Traumatology 1985; Vol 1: Pag. 150 – 153

³² **Mitsushiro Tbukibosh.** Treatment planning for traumatized teeth. 2da. Edición, Quintessence publishing Co. 2000. Japón

³³ Andreasen JO, Andreasen FM, Mejare I, Cvek M. **Healing of 400 intra.alveolar root fractures 2. Effect of treatment factors such as treatment delay, repositioning, splinting type, and period and antibiotics.** Dental Traumatology 2004; Vol 20: Pag.203 – 211

³⁴ Cvek M, JO Andreasen, Borum MK, **Healing of 208 intraalveolar root fractures in patients aged 7 – 17 years.** Dental Traumatology 2001; Vol 17 Pag.53 – 62

-
- ³⁵ Cohen S, Blanco L & Berman L. **Vertical root fractures clinical and radiographic diagnosis.** Journal Of America Dental Association. 2003; Vol 134: Pag. 434-42.
- ³⁶ Cvek M, Mejare I, Andreasen JO, **Healing and prognosis of teeth with intra-alveolar fractures involving the cervical part of the root.** Dental Traumatology 2002; Vol. 18: Pag. 57-65
- ³⁷ Gomes Apm, Araujo Eaf, Gonçalves Sep Kräft R., **Treatment of traumatized permanent incisors with crown and root fractures: a case report.** Dental Traumatology 2001; Vol.17: Pag. 236 – 239.
- ³⁸ Cvek M, Mejare I, Andreasen JO., **Conservative endodontic treatment of teeth fractured in the middle or apical part of the root.** Dental Traumatology, 2004 Vol. 20: Pag. 261 – 269
- ³⁹ Lindhal B. **Transverse intraalveolar root fractures: Roentgen diagnosis and prognosis.** Odontology Review 1958; 9:10 –24.
- ⁴⁰ Andreasen JO, Hjorting-Hansen E. **Intraalveolar root fractures: radiographic and histologic study of 50 cases.** Journal Of Oral Surgery 1967;25:414 –26.

AGRADECIMIENTOS