

Universidad Católica de Santa María
Facultad de Odontología
Segunda Especialidad de Cariología y Endodoncia



DETERMINACIÓN IN VITRO DE LA LONGITUD DE TRABAJO SEGÚN LA TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA CONE BEAM Y EL LOCALIZADOR DE ÁPICE ELECTRÓNICO EN PREMOLARES INFERIORES EN EL SERVICIO DE RADIOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA. AREQUIPA 2017

Tesis presentada por la Cirujano Dentista:

Arce Aguilar, Alexia Elena

Para optar el Título de:

Segunda Especialidad de Cariología y Endodoncia

Asesor: **Dr. Salas Beltrán, Hair**

Arequipa – Perú

2018

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
URB. SAN JOSE S/N - UMACOLLO

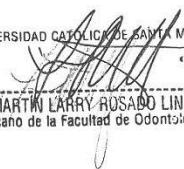
DR LARRY ROSADO LINARES

BOLETA DE DICTAMEN DE BORRADOR DE TESIS Nro 103

Vista la solicitud que presenta don (ña **ARCE AGUILAR ALEXIA ELENA** sobre el dictamen de la Tesis titulada **ESTUDIO COMPARATIVO IN VITRO DEL LOCALIZADOR DE ÁPICE ELECTRÓNICO Y LA TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA EN LA DETERMINACIÓN DE LA LONGITUD DE TRABAJO EN PREMOLARES INFERIORES. AREQUIPA 2017**" y en concordancia con la Ley Universitaria 30220, y el Art. 13 del Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Odontología, se nombra el JURADO DICTAMINADOR para que en el lapso de ocho a diez días, se sirvan evaluar el dictamen correspondiente

DR LARRY ROSADO LINARES
DR HERBERT GALLEGOS VARGAS
DR MARCO ZEVALLOS CHAVEZ

Arequipa, 06 de DICIEMBRE del 2017

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

Dr. MARTIN LARRY ROSADO LINARES
Decano de la Facultad de Odontología

INFORME

Sr. Decano:

① Habiendo revisado el presente Borrador de Tesis sugiero:
que se reformule el Título de la Investigación en los
siguientes términos:

"Determinación in vitro de la longitud de trabajo según
la Tomografía Computarizada Cone Beam y el localizador
ápical electrónico en premolares inferiores en el Servicio
de Radiología de la Universidad Católica de Santa María, Arequipa,
2017"

② En base a este enunciado revisar correctamente los
componentes metodológicos de la investigación

Habiendo realizado la interacción y corrección de
detalles, cuenta con MI OPINIÓN FAVORABLE
Arequipa, 2017 13 Diciembre

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
URB. SAN JOSE S/N - UMACOLLO

DR HERBERT GALLEGOS VARGAS

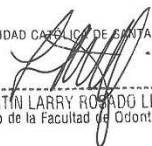
BOLETA DE DICTAMEN DE BORRADOR DE TESIS Nro 103

Vista la solicitud que presenta don (ña **ARCE AGUILAR ALEXIA ELENA** sobre el dictamen de la Tesis titulada **ESTUDIO COMPARATIVO IN VITRO DEL LOCALIZADOR DE ÁPICE ELECTRÓNICO Y LA TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA EN LA DETERMINACIÓN DE LA LONGITUD DE TRABAJO EN PREMOLARES INFERIORES. AREQUIPA 2017**" y en concordancia con la Ley Universitaria 30220, y el Art. 13 del Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Odontología, se nombra el JURADO DICTAMINADOR para que en el lapso de ocho a diez días, se sirvan evaluar el dictamen correspondiente

DR LARRY ROSADO LINARES
DR HERBERT GALLEGOS VARGAS
DR MARCO ZEVALLOS CHAVEZ

Arequipa, 06 de DICIEMBRE del 2017

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARÍA


Dr. MARTÍN LARRY ROSADO LINARES
Decano de la Facultad de Odontología

INFORME

*Revisado el pte borrador de tesis es necesario
realizar los siguientes cambios:*

- Introducción

- Discusión, por de pgs. - conclusiones

- Recomendaciones

*Realizados los cambios el pte borrador se
encuentra en condiciones de ser presentado*

Arequipa, 2017 *Diciembre 22*

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
URB. SAN JOSE S/N - UMACOLLO

DR MARCO ZEVALLOS CHAVEZ

BOLETA DE DICTAMEN DE BORRADOR DE TESIS Nro 103

Vista la solicitud que presenta don(ña ARCE AGUILAR ALEXIA ELENA sobre el dictamen de la Tesis titulada ESTUDIO COMPARATIVO IN VITRO DEL LOCALIZADOR DE ÁPICE ELECTRÓNICO Y LA TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA EN LA DETERMINACIÓN DE LA LONGITUD DE TRABAJO EN PREMOLARES INFERIORES. AREQUIPA 2017" y en concordancia con la Ley Universitaria 30220, y el Art. 13 del Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Odontología, se nombra el JURADO DICTAMINADOR para que en el lapso de ocho a diez días, se sirvan evaluar el dictamen correspondiente

DR LARRY ROSADO LINARES
DR HERBERT GALLEGOS VARGAS
DR MARCO ZEVALLOS CHAVEZ

Arequipa, 06 de DICIEMBRE del 2017

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

Dr. MARTÍN LARRY ROSADO LINARES
Decano de la Facultad de Odontología

INFORME

- Verificar el título y la determinación del problema.
 - las interrogantes como indican la variable
 - Precisar los argumentos de la justificación
 - Revisar los objetivos e hipótesis
- 23/12/17

Vistos los antecedentes se da por a la sustento

Arequipa, 2017 26/12/17



A Dios y a mis padres, por su buen humor y apoyo incondicional, por ser ellos mi mejor ejemplo no sólo profesional, sino un gran ejemplo de persona.

INDICE

CAPITULO 1: PLANTEAMIENTO TEÓRICO

| | |
|--|----|
| 1. Problema de investigación | 2 |
| 2. Objetivos | 5 |
| 3. Marco conceptual | 5 |
| 3.1 Longitud de trabajo | 5 |
| 3.1.1 Foramen apical | 6 |
| 3.1.2 Métodos para hallar la longitud de trabajo | 6 |
| 3.1.2.1 Longitud de trabajo radiográfica | 7 |
| A. Ventajas y desventajas de la LTR | 8 |
| 3.1.2.2 Longitud de trabajo electrónica | 9 |
| A. Evolución histórica de los LEF | 10 |
| B. Factores a considerar en la LTE | 13 |
| C. Indicaciones y contraindicaciones de la LTE | 13 |
| D. Técnica clínica para la LTE | 15 |
| E. Ventajas | 16 |
| 3.2 Tomografía computarizada cone beam | 16 |
| 3.2.1 Introducción | 16 |
| 3.2.2 Historia | 17 |
| 3.2.3 Características del CBCT | 17 |
| 3.2.4 Dosis de radiación | 18 |
| 3.2.5 Exactitud de reproducción | 19 |
| 3.2.6 Limitaciones del CBCT | 20 |
| 3.2.7 Diferencias Entre TC Tradicional y Tomografía Computarizada Cone Beam | 20 |
| 3.2.8 Usos de Cone Beam en endodoncia | 22 |
| 4. Análisis de antecedentes investigativos | 27 |
| 5. Hipótesis | 31 |

CAPITULO 2: PLANTEAMIENTO OPERACIONAL

| | |
|--|----|
| 1. Técnicas, instrumentos y materiales de verificación | 33 |
| 2. Campo de verificación | 36 |
| 3. Estrategia de investigación y recolección | 37 |
| 4. Estrategia para el manejo de los resultados | 38 |

CAPITULO 3: RESULTADOS

40

DISCUSION

53

CONCLUSIONES

56

RECOMENDACIONES

57

BIBLIOGRAFÍA

58

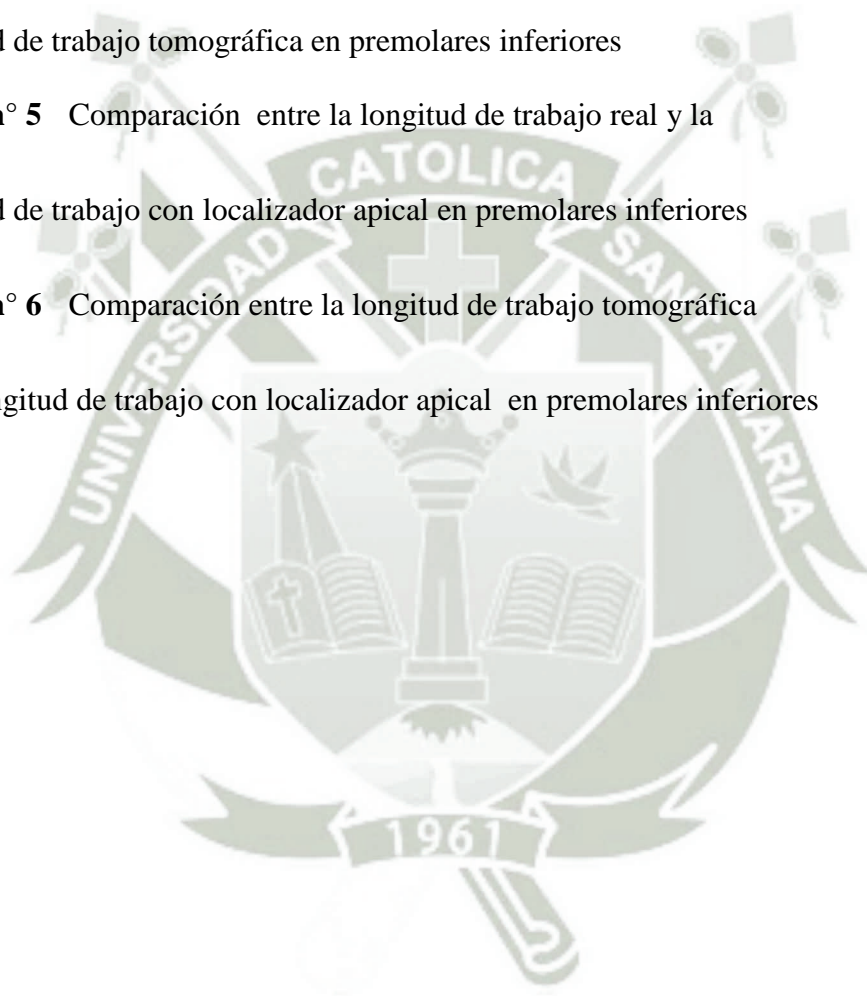
ANEXOS

62



INDICE DE TABLAS

| | | |
|-------------------|---|----|
| Tabla n° 1 | Longitud de trabajo real en premolares inferiores | 41 |
| Tabla n° 2 | Longitud de trabajo tomográfica en Premolares inferiores | 43 |
| Tabla n° 3 | Longitud de trabajo con localizador apical en Premolares Inferiores | 45 |
| Tabla n° 4 | Comparación entre la longitud de trabajo real y la longitud de trabajo tomográfica en premolares inferiores | 47 |
| Tabla n° 5 | Comparación entre la longitud de trabajo real y la longitud de trabajo con localizador apical en premolares inferiores | 49 |
| Tabla n° 6 | Comparación entre la longitud de trabajo tomográfica y la longitud de trabajo con localizador apical en premolares inferiores | 51 |



INDICE DE GRÁFICAS

| | | |
|---------------------|--|----|
| Gráfico N° 1 | Longitud de trabajo real en premolares inferiores | 42 |
| Gráfico n° 2 | Longitud de trabajo tomográfica en Premolares inferiores | 44 |
| Gráfico n° 3 | Longitud de trabajo con localizador apical en Premolares inferiores | 46 |
| Gráfico n° 4 | Comparación entre la longitud de trabajo real Y la longitud de trabajo tomográfica en premolares inferiores | 48 |
| Gráfico n° 5 | Comparación entre la longitud de trabajo real y la Longitud de trabajo con localizador apical en premolares inferiores | 50 |
| Gráfico n° 6 | Comparación entre la longitud de trabajo tomográfica Y la longitud de trabajo con localizador apical en premolares inferiores | 52 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1: Circuito eléctrico en el cuerpo humano | |
| Figura 2: Total de premolares usados | 67 |
| Figura 3: Radiografía de descarte | 67 |
| Figura 4: Molde de silicona con los premolares | 68 |
| Figura 5: Tomografía del primer grupo de premolares | 68 |
| Figura 6: Determinación de la longitud de trabajo tomográfica corte axial | 69 |
| Figura 7: Determinación de la longitud de trabajo tomográfica corte sagital | 69 |
| Figura 8 : Determinación de la longitud de trabajo con localizador apical APEX ID a 00 mm | 70 |
| Figura 9 : Determinación de la longitud de trabajo con localizador apical APEX ID a 0.5 mm | |

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar la precisión en la determinación de la longitud de trabajo mediante el uso del localizador electrónico de ápice y la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) en premolares extraídos.

Métodos: Se utilizaron treinta premolares inferiores. Las mediciones de la longitud de trabajo electrónica fueron realizadas utilizando el localizador de ápice electrónico APEX ID. Las mediciones de la longitud de trabajo con la tomografía computarizada de haz cónico se basó en delimitar y medir la distancia entre la cúspide más alta de la corona dental y el vértice radicular. A ambas medidas se le restaron 0.5mm.

Tanto la longitud tomográfica como la que fue hallada con localizador apical, fueron comparadas con las medidas reales las cuales se tomaron de manera directa colocando una lima K # 15 hasta que la punta sea visible por el agujero apical. La distancia desde la base de silicona hasta la punta de la lima se midió con un calibrador digital, y la longitud de trabajo se estableció restando 0,5 mm de esa medida.

Los datos se analizaron utilizando la prueba estadística T.student .

Resultados: Según la prueba estadística aplicada ,no hubo diferencias significativas entre la longitud tomográfica y la longitud con el localizador apical.

Conclusiones : Este estudio demostró que la longitud de trabajo con localizador apical y la longitud de trabajo tomográfica son eficaces para determinar la longitud de trabajo.

Palabras Clave: Localizador de ápice, Foramen Apical, Conductometría, Longitud de Trabajo, endodoncia , Tomografía computarizada de Haz cónico.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the accuracy of working length determination by using an electronic apex locator, and cone-beam computed tomographic (CBCT) in extracted premolars.

Methods: thirty extracted mandibular premolars were used, the electronic working length measurements were performed by using an electronic apex locator APEX ID. Working length measurements with cone beam computed tomography (CBCT) were based on the delimitation and measurement of the distance between the highest dimension of the dental crown and the root vertex. Both measures were subtracted 0.5mm.

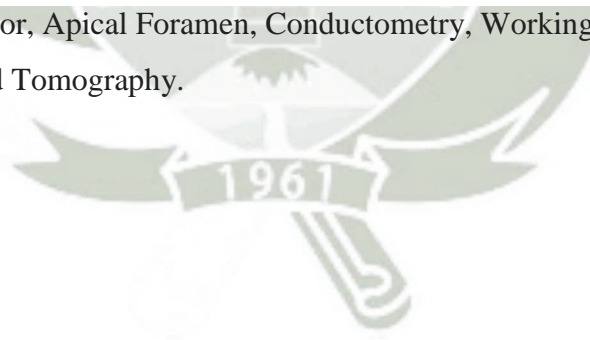
Both the tomographic working length and electronic working length measurements were compared with the real measurements which were taken directly by placing a K # 15 file until the sea tip visible through the apical hole. The distance from the silicone base to the tip of the file was measured with a digital caliper, and the working length was established by subtracting 0.5 mm from that measurement.

The data were used with the T.student statistical test.

Results: there were no significant differences between the tomographic length and the length determined with the apical locator.

Conclusions: This study showed that cone beam computed tomography can be used for working length measurement.

Keywords: apex locator, Apical Foramen, Conductometry, Working Length, endodontics, Cone Beam Computed Tomography.



INTRODUCCIÓN

La preparación del conducto radicular tiene dos objetivos: la limpieza del sistema de conductos radiculares y su conformación específica para recibir una obturación que llene totalmente el espacio diseñado, para ello la etapa más importante para asegurar el éxito del tratamiento es la determinación correcta de la longitud de trabajo antes de la preparación, la que influirá en el éxito o fracaso del tratamiento.

La determinación correcta de la longitud de trabajo tiene como finalidad evitar accidentes como perforación apical y sobreobtención, acompañado de dolor post-operatorio ; si no respetamos esos límites, se genera un período de reparación más prolongado y un mayor índice de fracasos debido a la regeneración incompleta de cemento, ligamento periodontal y hueso alveolar, entonces se tiene que tener presente que la instrumentación de conductos ideal se tiene que limitar a la constricción apical.

Actualmente hay diferentes métodos para determinar la longitud de trabajo idónea durante el tratamiento endodóntico, el localizador apical electrónico se convirtió en un instrumento básico para determinar la longitud de trabajo correcta, ya que corrigió los múltiples errores reportados con la radiografía.

La tomografía computarizada de haz cónico (CBCT siglas en inglés) ingresó al mercado odontológico a grandes pasos , mostrando imágenes del conducto radicular en diferentes ángulos, además de poder definir la ubicación del foramen principal, que no es fácilmente identificable.

Las principales ventajas de la tomografía computarizada volumétrica en comparación con tomografía computada médica son del tamaño del escáner, su costo y su facilidad de uso para aplicaciones dentales junto con dosis de radiación más bajas. En las tomografía de haz cónico los vóxeles son isotrópicos, y las imágenes pueden ser construidas en cualquier plano con alta fidelidad.

Actualmente, el localizador de ápice se considera la herramienta más segura para determinar la longitud de trabajo; sin embargo, las complejidades anatómicas apicales pueden afectar el rendimiento de ellos lo que resulta en lecturas inestables y mediciones incorrectas. Según Piasecki y cols. el posicionamiento lateral del foramen apical o la

presencia de forámenes apicales múltiples pueden afectar negativamente la precisión en la medición con el localizador de ápice electrónico.

Por lo tanto , el objetivo de este estudio fue evaluar la determinación de la longitud de trabajo mediante la tomografía de haz cónico o volumétrica y la determinación de la longitud de trabajo con el localizador apical.

Teniendo en cuenta las preocupaciones sobre la radiación, se sugiere el uso de imágenes CBCT disponibles tomadas para otros fines como complemento de técnicas clínicas para la determinación de la longitud de trabajo

Finalmente, esta tesis está organizada en tres capítulos; en el capítulo I se explica el planteamiento teórico de la tesis, donde incluye el problema de investigación, objetivos, marco teórico, antecedentes investigativos e hipótesis.

En el capítulo II se explica el planteamiento operacional de investigación, técnicas usadas en la investigación, instrumentos y materiales utilizados, así también como la estrategia para manejar los resultados obtenidos.

El capítulo III contiene los datos estadísticos procesados juntos con sus respectivos gráficos e interpretaciones, luego la discusión, conclusiones y recomendaciones.



CAPITULO 1

PLANTEAMIENTO TEÓRICO



1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Determinación del problema

Un tratamiento endodóntico tiene como objetivo principal prevenir lesiones pulpares y periodontales, y tratar las ya instaladas. En mi experiencia como profesional, reafirmé que uno de los pasos más importantes durante en tratamiento de conducto es determinar la longitud de trabajo precisa tomada desde un punto de referencia coronal hasta la constricción apical, del cual dependerá el éxito del tratamiento, ya que la instrumentación y obturación dependen estrictamente de la longitud de trabajo. Errores en este proceso pueden favorecer la ocurrencia de accidentes y complicaciones postoperatorias, por ello es necesario tener en cuenta los reparos anatómicos de cada diente.

Actualmente hay diferentes técnicas para hallar la longitud de trabajo, y una de las más confiables y usadas por los especialistas es el localizador apical electrónico, éste es un dispositivo que permiten determinar, bajo diferentes principios eléctricos, la longitud de trabajo del conducto radicular. Sin embargo, su precisión y exactitud han sido frecuentemente cuestionadas, por lo que sus resultados se deben tomar como referencia, mas no como una realidad absoluta, es necesario conocer la morfología del sistema de canales en este proceso ,ya que el localizador únicamente nos indicará si la lima está dentro o fuera del conducto, por lo cual siempre será necesaria su complementación con una radiografía periapical.. Estudiar y conocer la anatomía radicular es un requisito fundamental para un tratamiento de endodoncia exitoso.

La tomografía computarizada Cone Beam gracias a su alta resolución está especialmente diseñada para producir información tridimensional (3D), presenta grandes ventajas para la endodoncia ya que con su alta precisión y diversos cortes axial, coronal y sagital , nos van a permitir dar un diagnóstico más preciso , con medidas exactas que son de gran utilidad para la endodoncia.

1.2 Enunciado

Determinación in vitro de la longitud de trabajo según la tomografía computarizada Cone Beam y el localizador de ápice electrónico en premolares inferiores en el servicio de radiología de la Universidad Católica de Santa María. Arequipa 2017

1.3 Descripción

- a. Área de Conocimiento
 - b) Área General: Ciencias de la Salud
 - c) Área Específica: Odontología
 - d) Especialidad: Endodoncia
 - e) Línea o Tópico: Conductometría
- b. Operacionalización de Variables

| Tipo | Variable | Indicadores |
|-------|---------------------|-----------------|
| Única | Longitud de trabajo | Milímetros (mm) |

- c. Interrogantes Básicas
 - a) ¿Cuál es la longitud de trabajo usando la tomografía computarizada Cone Beam en premolares inferiores?
 - b) ¿Cuál es la longitud de trabajo usando el localizador de ápice electrónico en premolares inferiores?
 - c) ¿Cuál es la diferencia en la determinación de la longitud de trabajo según la tomografía computarizada Cone Beam y el localizador de ápice electrónico en premolares inferiores?

d. Taxonomía

| ABOR- DAJE | TIPO DE ESTUDIO | | | | | DISEÑO | NIVEL |
|---------------|------------------------|---------------|---------------------------------|----------------|-----------------------|-----------------|-------------|
| | Técnica de recolección | Tipo de datos | Nº de mediciones de la variable | Nº de muestras | Ámbito de recolección | | |
| Cuantitativa | Observacional | Prospectivo | Transversal | Comparativo | De laboratorio | No Experimental | Comparativo |

1.4 Justificación

El problema en cuestión se justifica por las siguientes razones

a. Relevancia Científica.

Su relevancia científica se encuentra en la intención de verificar y determinar las mejores condiciones para la formación científica odontológica de las diferentes técnicas de conductometría en endodoncias; y así mismo hacer un aporte cognoscitivo y pragmático.

b. Relevancia Social.

Esta investigación tiene relevancia social ya que la tomografía computarizada cone beam es un equipo de la actualidad y al ser específicamente de uso odontológico, presenta mayores beneficios que la tomografía convencional médica , con el que se llegará a diagnósticos más precisos para garantizar el tratamiento de los pacientes.

c. Originalidad

Esta investigación es novedosa, ya que hallar la conductomtria usando la tomografía computarizada cone beam como medio de diagnóstico es poco usual, pero nos permite una medida repetible de la longitud de trabajo. así mismo es un problema actual y contemporáneo

d. Factibilidad

Se consideró que la investigación es viable o factible pues se contó con todos los elementos y medio requeridos: infraestructura, equipos, materiales, tiempo, conocimientos metodológicos para la investigación.

e. Interés personal

Existe especial interés personal y motivación por el esclarecimiento del problema, porque se ha constituido en una incógnita y curiosidad permanente que se desea despejar con la presente investigación.

Así mismo el presente trabajo tiene por finalidad optar por el título de Especialista en Careología y Endodoncia.

2 OBJETIVOS

2.1 Determinar la longitud de trabajo usando la tomografía computarizada cone beam en premolares inferiores.

2.2 Determinar la longitud de trabajo usando el localizador de ápice electrónico en premolares inferiores

2.3 Precisar la diferencia en la determinación de la longitud de trabajo según la tomografía computarizada Cone Beam y el localizador de ápice electrónico en premolares inferiores.

3 MARCO CONCEPTUAL

3.1 LONGITUD DE TRABAJO

Para el éxito de la terapia endodóntica., es esencial la remoción del tejido vital, necrótico y bacterial del sistema de conductos radiculares.

La determinación exacta de la longitud de trabajo es uno de los pasos más importantes dentro de este proceso.

La longitud real de trabajo, comprende la distancia entre un punto de referencia, ubicado en la corona del diente y otro, en el límite final de la preparación y obturación del conducto, el cual será la unión cemento- dentinaria.

La obturación del conducto debe limitarse a la constricción apical, de esa manera habrá mayor probabilidad de éxito endodóntico.

La constricción apical, que es el punto final apical ideal para la instrumentación en un diente con formación de raíz completa , se encuentra a 0,5-1 mm de distancia del

foramen apical ¹, cuando la instrumentación y obturación no sobrepasan el límite, existe una mineralización (cierre fisiológico) a nivel foraminal ²

3.1.1 Foramen apical

El foramen apical es el principal orificio apical del conducto radicular. A menudo está situado excéntrico alejado del vértice anatómico o radiográfico. Es por esta apertura que pasan las terminaciones nerviosas así como los vasos sanguíneos que abastecen la pulpa. Todo lo que esté más allá del ápice se llama región perapical.

3.1.2 Métodos para hallar la longitud de trabajo

A través de los años, las técnicas más habituales para determinar la longitud de trabajo han sido la sensación táctil y la técnica radiográfica ³, sin embargo, ninguna de las dos técnicas puede determinar la ubicación de la constricción apical. La sensación táctil es altamente inespecífica, más aún en canales de raíces con ápice inmaduro, con curvatura excesiva o que se van estrechando a lo largo de todo su recorrido. Por otra parte, la única información segura que nos ofrece la radiografía es la localización del ápice radiográfico, definido como la porción más apical del diente en una radiografía, lo cual está determinado también por la interpretación que le da el clínico⁴. El ápice anatómico puede coincidir o no con el foramen apical, que es la zona en donde el canal se abre a la superficie radicular contactando con el ligamento periodontal. Dado que frecuentemente el foramen apical no se localiza en el ápice radiográfico, sino lateralmente a este, la ubicación de la lima a esta longitud produciría muchas veces sobre instrumentación y sobre obturación.

Con frecuencia se puede observar en la conductometría radiográfica el lugar por donde la lima sale de la raíz cuando el foramen apical está ladeado hacia mesial

¹ KUTTLER Y. *Microscopic investigation of root apexes*. . J Indiana Dent Assoc. 2010;pag 89:26

² LEONARDO ,Mario Roberto, *Tratamiento de conductos radiculares; principios técnicos y biológicos*, pg.852

³ SHANMUGARAJ, M.; NIVEDHA, R.; MATHAN, R. & BALAGOPAL, S. *Evaluation of working length determination methods: an in vivo / ex vivo study*. Indian J. Dent. Res., 18(2):61, 2007

⁴ Idem

o distal, o bien cuando coincide con el ápice anatómico. Sin embargo, cuando el foramen se encuentra en dirección vestibular o lingual, ocurre una superposición de su imagen con el ápice, lo cual puede ocasionar un error de interpretación radiográfica.

En la actualidad, existen herramientas que permiten obtener una medición de la longitud de trabajo más confiable; la más utilizada en la actualidad es el localizador apical.

3.1.2.1 Longitud de trabajo radiográfica (LTR)

Es una de las técnicas que más se utilizó y se sigue utilizando en la actualidad, ya que además de mostrar la situación del instrumento respecto al ápice radiográfico, proporciona información acerca de las curvaturas del conducto radicular.

Previo a hallar la longitud de trabajo radiográfica, al igual que otras técnicas se tiene que permeabilizar el conducto, y para que la lima endodóntica se note de manera clara en la radiografía, es ideal que se dé un número igual o superior a 15k.

Los métodos fundamentales en tomas radiográficas son los de Best, Bregman e Ingle, de las cuales la técnica de Ingle es la más acertada para la determinación de la longitud de trabajo.⁵

Técnica de Ingle

- Medir el diente en la radiografía preoperatoria (tomada con técnica de paralelismo)
- Restar un margen de seguridad de 2 mm por la posible distorsión o amplificación de la imagen
- Transferir la longitud a la lima endodóntica y ajustar el tope de goma a ese nivel
- Colocar el instrumento dentro del conducto hasta que el tope se encuentre en el punto de referencia.
- Tomar una radiografía periapical

⁵ LEONARDO ,Mario Roberto, *Tratamiento de conductos radiculares; Ob Cit* , pag 858

- Sobre la radiografía, medir la diferencia entre el extremo del instrumento y el extremo de la raíz, agregándole o restándole ese valor a la longitud del instrumento, esta será la Longitud real del diente.
- La longitud real de trabajo se determinará restando 1 mm (mas o menos, dependiendo del caso) al valor encontrado.

Técnica de Bregman

La técnica de Bregman consiste en colocar un instrumento con 10 mm de longitud dentro del conducto; posteriormente se toma la radiografía y con una regla milimetrada se mide en la radiografía, la longitud del diente y la del instrumento.

Con esos tres valores, se hace una regla de tres (Theorema de Thales), para obtener la longitud real del diente (LRD)⁶

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

LRI = Longitud real del instrumento

LAD= Longitud aparente del diente

LAI= Longitud aparente del instrumento

LRD= Longitud real del diente

A. Ventajas y desventajas de la LTR

Como dijimos anteriormente, una de las ventajas de hallar la longitud de trabajo con la técnica radiográfica, se encuentra en que no sólo nos dará la ubicación de la lima respecto al ápice radiográfico, sino que nos brindará información acerca de las curvaturas del conducto radicular, conductos laterales, raíces accesorias, reabsorciones apicales y otras anomalías anatómicas.

Desafortunadamente esta técnica tan utilizada, tiene grandes desventajas, ya que las imágenes con variables de lo cual dependerá si la posición de la película o el ángulo vertical y horizontal son correctos, trayendo como

⁶ LEONARDO ,Mario Roberto, *Tratamiento de conductos radiculares*; Ob. Cit pag 866

resultados negativos imágenes elongadas, escorsadas o presencia de interferencia de estructuras (anatómicas, grapa), además de ello, la imagen radiográfica tiene que ser lo más clara posible, es decir, haber tenido un tiempo de exposición y revelado adecuado.

Otra desventaja es que se tiene que recurrir a diferentes técnicas de angulación en la proyección mesio/distoradial para lograr la separación de los conductos y tener una mejor visualización. Y es importante recalcar que la radiografía es la interpretación bidimensional de una estructura tridimensional (varía de un especialista a otro).

En la conductometría radiográfica, cuando la lima se observa corta, en realidad está más cerca del foramen apical y cuando la lima se observó al ras o fuera, realmente está más afuera del conducto.⁷

3.1.2.2 Longitud de trabajo electrónica

Es la medición del conducto radicular con un dispositivo electrónico, denominado localizador electrónico de foramen (LEF).⁸

El LEF es un dispositivo electrónico utilizado como auxiliar en la determinación de la longitud de trabajo o perforación radicular, opera bajo los principios de resistencia, frecuencia o impedancia.⁹

El principio de funcionamiento de los localizadores es a través del uso del cuerpo humano, en que se completa el circuito eléctrico. Un lado del circuito está conectado a la mucosa oral a través del clip labial y el otro lado a la lima endodóntica. El circuito eléctrico es completado cuando la lima se coloca dentro del conducto radicular y presionado apicalmente hasta que la punta del instrumento toca el periodonto en el ápice a través del foramen apical.¹⁰

⁷ CLAYTON B. Williams, ANTHONY P. Joyce, and STEVEN Roberts *A Comparison between Radiographic Working Length Determination and Measurement after Extraction*. Journal of Endodontics. Pag 625.

⁸ ADAPTADO DE EBRAHIM AK, WADACHI R, SUDA H. *Electronic apex locators*. J Med Dent Sci. 2007;54:126.

⁹ American Association of Endodontists (2016) *Glossary of Terms Used in Endodontics*. Chicago, IL: American Association of Endodontists.

¹⁰ EBRAHIM AK, WADACHI R., SUDA H. *Electronic apex locators- a review*. J Med Dent Sci 2007;54:132

Cuando la lima está en el interior del conducto (rodeado por dentina y cemento), actúan como aislantes de la corriente eléctrica y al sobrepasar el foramen apical (ubica el ligamento periodontal) actúa como un conductor de la corriente eléctrica.

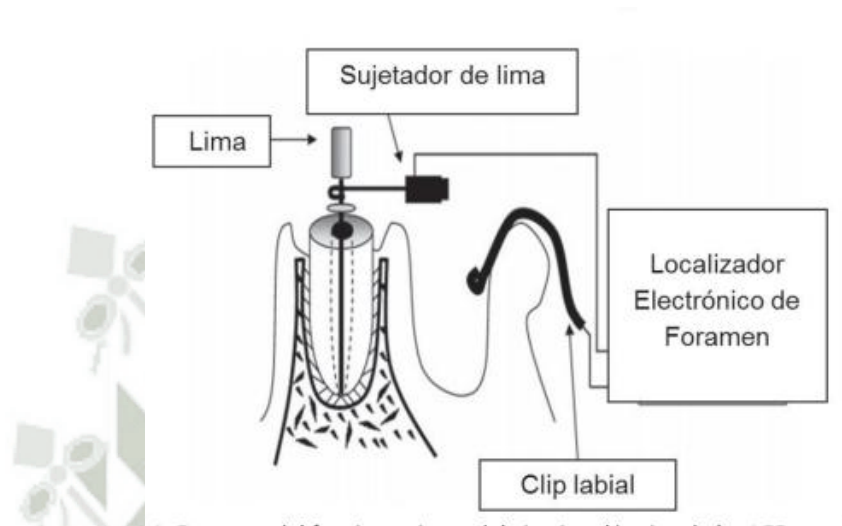


Figura 1: Circuito eléctrico en el cuerpo humano

A. Evolución histórica de los LEF

El método electrónico para localizar el foramen apical fue propuesto por primera vez por Custer en 1918, mediante el principio de conductividad eléctrica. Suzuki en 1942 indicó que la resistencia eléctrica entre un instrumento dentro del conducto radicular y un electrodo aplicado a la mucosa oral, registraba valores constantes. Con estos conceptos y principio de funcionamiento, Sunada en 1962, propuso un método para determinar la longitud de trabajo sin la utilización de radiografías. Diseñó el primer dispositivo electrónico, que tenía la capacidad de medir la resistencia eléctrica de los tejidos, principalmente la diferencia del potencial eléctrico entre la zona del foramen apical y el ligamento periodontal.

La primer generación de localizadores se basaron en el principio de resistencia eléctrica que consistía en dos electrodos, uno acoplado al

instrumento que va insertado en el conducto radicular y otro aplicado en la mucosa bucal, entre los electrodos se determina una corriente continua de bajo amperaje. Dispositivos como el Root Canal Meter fue desarrollado en 1969. El principio de funcionamiento fue de resistencia y corriente alterna con una onda sinusoidal de 150Hz. Esto provocaba dolor en los pacientes debido a las elevadas corrientes. Posteriormente fue mejorado y se lanzó al mercado con el nombre de Endodontic Meter y Endodontic Meter SII. La diferencia entre ellos era que utilizaba una corriente de menos $5\mu\text{A}$. Otros dispositivos en la primera generación incluyeron el Dentometer y el Endoradar. Se encontró que estos dispositivos son poco fiables en comparación con las radiografías porque muchas de sus lecturas resultaban significativamente largas o cortas para una longitud de trabajo aceptable.

La segunda generación, se basaron en el principio de una corriente alternada, es decir, en la que no existe interposición entre los polos positivo y negativo, la resistencia eléctrica medida a partir de corriente eléctrica alternada se denomina impedancia (capacidad de materiales que impiden el paso de corriente eléctrica), siendo medida en ohms (Ω), la cantidad de veces que la polaridad oscila en el electrodo determina el valor de la frecuencia a la corriente. Estos aparatos utilizaban la impedancia en una sola frecuencia. La impedancia se compone de resistencia y capacitancia. La propiedad se utiliza para medir la distancia en diferentes condiciones del conducto mediante el uso de diferentes frecuencias. El cambio en éste método de medición fue desarrollado por Inoue en 1971, el cual realizó un dispositivo con un sistema de lectura sónico con una oscilación de baja frecuencia para desarrollar el sonido y le llamó Sono-Explorer y el Neosono-D que era una modificación del Sono-Explorer.

La tercera generación de localizadores, utilizan frecuencias múltiples, estos cuentan con microprocesadores potentes, capaces de procesar el cociente matemático y el algoritmo de cálculos para obtener lecturas precisas. Al inicio de los años 90, fueron introducidos este tipo de

localizadores. Utilizan una tecnología más avanzada y miden la diferencia que existe entre la impedancia entre dos frecuencias (número de veces que se repite un proceso periódico por unidad de tiempo), o bien el rango de dos impedancias eléctricas. El Root ZX es un claro ejemplo de esta generación.

La cuarta generación de LEFs miden la resistencia y capacitancia por separado en lugar de medir el valor resultante de la impedancia (una función de resistencia y capacitancia). Un aspecto importante con estos LEFs es que tienen integrado un microprocesador, el cual computa los valores obtenidos y elimina la necesidad de hacer una calibración durante la determinación de la longitud de trabajo. Estos dispositivos no son afectados por la presencia de irrigantes, sin embargo, es posible que la causa de mediciones erróneas sean los aspectos morfológicos, tales como conductos laterales, accesorios, convergentes, bifurcaciones, reabsorciones patológicas, perforaciones, contacto con fluidos o metales. Algunos ejemplos de aparatos de esta generación son el Bingo 1020, lanzado al mercado en el 2002, Propex, Raypex 4, Elements Diagnostic Unit, Root ZX II, Raypex 5, Raypex 6, i-Pex.¹¹

Impedancia:

Los localizadores de ápice trabajan por medio de la impedancia, esta se define como la relación entre la tensión alterna aplicada a un circuito y la intensidad de la corriente producida. Se mide en ohmios. Es una magnitud que establece la relación entre la tensión y la intensidad de corriente. Es la oposición total sobre la corriente. La pared dentinaria del conducto radicular exhibe una baja conductividad eléctrica, de esta forma a medida que se aproxima al tercio apical, la capa de tejido dentinario se vuelve menos espesa y disminuye su capacidad de aislamiento eléctrico. Esta disminución gradual se interpreta eléctricamente como una disminución de la impedancia de la dentina. Los aparatos basados en el método de frecuencia tienen una calibración tal, que permite indicar la

¹¹ BROON N. CRUZ A. ANDARACUA S .*Principios, evolución y precisión de los LEFs* . Revista Endodoncia Actual /Noviembre 2015- Enero 2016/Vol. X. No.3. PP. 14-27

variación de los valores relativos a la impedancia (cociente o diferencia) de la región apical, y permiten colocar la punta del instrumento a aproximadamente 1 mm del foramen apical, posición idónea para la terminación apical de la endodoncia. La impedancia es la capacidad que los materiales exhiben de resistir al paso de la corriente eléctrica. En el conducto radicular se conecta el instrumento (lima) mediante una pinza al aparato de medición. A través de la lima se dirige una corriente hacia el conducto radicular. Como electrodo contrario se usa un gancho en el labio del paciente. Los aparatos indican el orificio apical cuando se alcanza un valor de resistencia (a la corriente) prefijado, no obstante ni los aparatos más modernos pueden determinar el área CDC, solamente localizan el cambio de impedancia cuando la lima pasa al tejido periodontal del ápice. La caída de la tensión entre los dos electrodos (lima y gancho del paciente) se indica en una escala de diodos luminosos, sin embargo esta indicación no corresponde a la distancia real desde la lima al orificio.¹²

B. Factores a considerar en la LTE

Se tiene que tomar en cuenta el calibre del instrumento, éste debe ser lo más compatible con el conducto, es decir tiene que ajustar en el foramen apical y no en las paredes del conducto.

Los instrumentos más gruesos no alcanzan el tercio apical y los más delgados tienen dificultad en la lectura del localizador electrónico.

C. Indicaciones y contraindicaciones de la LTE

Los LEA facilitan la determinación de la longitud de trabajo en casos donde la porción apical del sistema de conductos radiculares no puede ser observada radiográficamente por la presencia de estructuras que obstruyan su visibilidad como dientes implantados, torus o el proceso malar, el arco cigomático, cuando existe densidad de hueso excesiva o aún en patrones de hueso medular y cortical normal. Es recomendable en

¹² Meza P.Marco. Guía para el uso del localizador apical. Int. J. Dent. Sc. | No.17-1.; 2015 Pag 34

el tratamiento de pacientes embarazadas para reducir la exposición de radiación, 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.

Los LEA también están indicados para diagnosticar fracturas o perforaciones radiculares, ya que cuando existe una perforación hacia vestibular o lingual se superpone con la imagen del conducto radicular y su detección es muy complicada. También son muy útiles para determinar la longitud de trabajo en aquellos dientes con inflamación crónica de la pulpa o tejido periapical o ambos que terminan en reabsorción apical, debido a que la constricción apical ha sido patológicamente alterada. Es recomendable en estos casos utilizar limas de mayor calibre para lograr una medición más exacta.

La cámara puede estar húmeda, pero solo los conductos radiculares pueden estar llenos de la solución. El exceso de la humedad dificulta la precisión de los resultados. El diente deberá estar bien aislado. Si existe una comunicación de la cámara pulpar con la cavidad bucal a través de una caries, se obtendrán determinaciones erróneas. Hay que usar la lima de mayor calibre posible para que se ajuste a las paredes de la zona final del conducto radicular, ya que la precisión de la determinación aumenta.¹³

Su uso está contraindicado en conductos radiculares no permeables, fracturas radiculares y en personas con marcapasos por la posibilidad de interferencias. La principal situación en la que los LEA realizan medidas erróneas es cuando existen grandes caries o destrucciones que comunican el conducto con la encía, ya que la saliva cierra el circuito, la solución será realizar una restauración de la caries o la obturación defectuosa, lo mismo pasa si hay hemorragia que desborde la corona, en este caso se debe detener ésta.

La lima no debe entrar en contacto con los metales, ya que impide la determinación. Si hay restauraciones de amalgama, muñones, coronas metálicas, es mejor retirarlas, ya que, además, puede existir filtración

¹³ Canalda C, Beau E. Endodoncia: Técnicas clínicas y bases científicas. 3 ed. España: Masson; 2014. Pag 173

marginal o caer fragmentos de ésta al interior de los conductos radiculares.¹⁴

Los dientes con ápices no formados suelen dar resultados erróneos y debe recurrirse a las radiografías . Tampoco pueden utilizarse en los retratamientos hasta que el conducto esté libre de restos de gutapercha y de selladores para que el instrumento pueda alcanzar la constricción apical. En casos de pulpitis agudas irreversibles puede dar falsas mediciones.

D. Técnica clínica para la LTE

- ✓ Asepsia, Anestesia, aislamiento absoluto
- ✓ Eliminación de caries y restauraciones metálicas
- ✓ Abertura coronaria e Identificación de conductos
- ✓ Permeabilización del conducto con lima tipo K #8, 10.
- ✓ Irrigación con hipoclorito de sodio al 2.5%
- ✓ Eliminación de interferencias en la entrada de los conductos con Gates Glidden #4
- ✓ Aspiración de exceso del irrigante de la cavidad pulpar.
- ✓ Colocar el clip sobre la mucosa labial del paciente y encender el LEF.
- ✓ Introducir una lima tipo K (tercio medio) #10 o 15. – lima que “ajuste” a la anatomía del conducto .Se coloca el sujetalimas.
- ✓ La lima identifica el foramen apical cuando en la pantalla del LEF marca un punto rojo (según el tipo de LEF).
- ✓ Reajustar la posición de la lima hasta que la pantalla indique que se encuentra a 1 mm.
- ✓ Mantener conectado a la lima por 5 segundos (lectura se estabilice).

¹⁴ Canalda C, Beau E. Endodoncia: Técnicas clínicas y bases científicas. Ob Cit. Pag 173

E. Ventajas

La localización electrónica del ápice es más fácil y rápida que con medios radiográficos.

La longitud de trabajo es fácilmente reproducible son necesidad de exponer al paciente a radiación.

El localizador se puede usar para corroborar la longitud de trabajo en cualquier momento del procedimiento.

La determinación de la longitud de trabajo es más certera y predecible.

Los localizadores modernos pueden localizar no solo el foramen apical sino también la última constricción apical en sentido apical, lugar idóneo de terminación de la endodoncia en este sentido.

Los localizadores de ápice pueden diagnosticar perforaciones.

Para el diagnóstico de fracturas radiculares son una herramienta muy útil. • Usada junto con la verificación radiográfica, la determinación exitosa de la longitud de trabajo aumenta al máximo.

3.2 TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA CONE BEAM

3.2.1 Introducción

La introducción de las imágenes obtenidas mediante el uso de la tomografía volumétrica de haz cónico, también denominada tomografía volumétrica digital o cone beam computed tomography (CBCT), está cambiando el ejercicio diagnóstico y de tratamiento en la práctica endodóntica de la actualidad.

La CBCT ofrece al endodoncista herramientas que no estaban disponibles hasta hace unos pocos años, facilitando la manipulación interactiva de las imágenes, así como la mejora en la visualización del área de interés como un volumen tridimensional.¹⁵

¹⁵ CANALDA C., *Endodoncia Técnicas Clínicas y Bases Científicas* Ob. Cit . Pag 98

La llegada de la tomografía computarizada de haz cónico (Cone Beam) representa el desenvolvimiento de un tomógrafo relativamente pequeño y de menor costo, especialmente indicado para la región dentomaxilofacial. El desarrollo de esta nueva tecnología esta dando a la odontología la reproducción de una imagen tridimensional de tejidos mineralizados maxilofaciales, con mínima distorsión y dosis de radiación, significativamente reducida comparación de la TC tradicional

3.2.2 Historia

Los primeros relatos literarios sobre la tomografía computarizada de haz cónico (Cone Beam) para uso en odontología, ocurrieron recientemente a fines de la década de los 90. Entre los pioneros de esta nueva tecnología se encuentran los italianos Mozzo et al. de la Universidad de Verona, que en 1998 presentaron los resultados preliminares de un nuevo aparato de TC volumétrico para imágenes odontológicas basado en la técnica de haz en forma de cono (técnica Cone Beam). Reportado la alta precisión de las imágenes, así como una dosis de radiación equivalente a 1 / 6 de los liberados por el TC tradicional. Anteriormente, la técnica de haz de cono ya se había utilizado con diferentes fines: la radioterapia, imágenes vasculares y microtomografía de ejemplares pequeños con aplicación biomédica e industrial.¹⁶

3.2.3 Características de CBCT

Diversos términos se han empleado para describir esta técnica, siendo el más frecuente tomografía computarizada de haz cónico. El resultado diferente de generaciones de tomógrafos anteriores es un haz orientado de forma piramidal, adquiriendo mayor volumen de área. Por lo tanto, el término probablemente más preciso a ser utilizado es “tomografía computarizada de haz volumétrico”.

¹⁶ GAMBA D, Raymundo R, Vasconcellos M, Vasconcellos D, Niza S. *Tomografía computadorizada de feixe cónico (Cone beam)*: Rev Dent Ortodon Ortop Fac 2007; 12: 143

El equipo de tomografía computarizada de haz volumétrico es muy compacto, y se asemeja al aparato de radiografías panorámicas. Generalmente el paciente es posicionado sentado, y en algunos casos el paciente va decúbito.

Presenta dos componentes principales posicionados en extremos opuestos de la cabeza del paciente: una fuente o tubo de rayos x, que emite un haz en forma de cono, y un detector de rayos x. el sistema tubo- detector realiza solo un giro de 360° alrededor de la cabeza del paciente y a cada determinado grado de giro (generalmente 1°), el equipo adquiere una imagen base de la cabeza del paciente, muy semejante a una telerradiografía bajo diferente ángulos o perspectivas.¹⁷

Al termino del examen, esa secuencia de imágenes base (raw data) es reconstruida para generar una imagen volumétrica 3D, por medio de un software específico con un sofisticado programa de algoritmos, instalado en una computadora convencional acoplado a un tomógrafo. El tiempo del examen puede variar de 10 a 70 segundos (una vuelta completa del sistema), por eso el tiempo de exposición efectiva de los rayos x es menor, variando de 3 a 6 segundos.¹⁸

3.2.4 Dosis de radiación

La dosis de radiación efectiva de la tomografía computarizada volumétrica, varía de acuerdo a la marca del aparato y con las especificaciones técnicas seleccionada durante toma (campo de visión, el tiempo de exposición, el kilovoltaje y el miliamperaje).¹⁹

Una de las ventajas principales del CBCT sobre la CT es la dosis de radiación efectiva significativamente menor a la que los pacientes son expuestos. La dosis efectiva de los scanner CBCT varia, pero puede ser casi tan baja como un rayo X dental panorámico y considerablemente menor que una

¹⁷ Garib DG, Raymundo Júnior R, Raymundo MV, Raymundo DV, Ferreira SN. *Tomografía computarizada de feixe cônico (Cone beam)*. R Dental Press Ortodon Ortop Facial, 2007; 12:144

¹⁸ GAMBA D, Raymundo R, Vasconcellos M, Vasconcellos D, Niza S. *Tomografía computarizada de feixe cônico*. Ob.Cit 154

¹⁹ LUDLOW, J. B. et al. *Dosimetry of 3 CBCT devices for oral and maxillofacial radiology: CB Mercuray, NewTom 3G and i-CAT*. Dentomaxillofac Radiol, Tokyo, v. 35, no. 4, pag. 220

exploración TC médica. El haz está más enfocado y la radiación menos dispersa. La radiación total equivaldría a un 20% de TC convencional y a una exposición radiográfica de una serie periapical completa.²⁰ Como podría esperarse, los escáneres de volumen limitado que son específicamente diseñados para capturar información de una zona pequeña de maxilar o mandíbula liberan una dosis efectiva menor ya que la zona irradiada es menor.

La CBCT es el mejor instrumento para obtener imágenes para endodoncia de un solo diente o de varios dientes juntos.

3.2.5 Exactitud de la reproducción

Las imágenes 3D están constituidas por voxels en lugar de pixels que son los que determinan las imágenes digitales 2D. El tamaño de cada voxel depende de su altura, anchura y grosor o profundidad y es el elemento más pequeño del volumen de la imagen radiográfica 3D. En TC los voxels son anisotrópicos (no idénticos en todos los planos), la altura del voxel depende del grosor del haz de TC (grosor del corte), lo que limita la precisión de imágenes reconstruidas en determinados planos (por ejemplo, en el sagital) puesto que depende de la distancia entre dichos cortes (gap) programada en la adquisición. Pero con los datos CBCT, los voxels son isotrópicos, (iguales en longitud, altura y profundidad), lo que permite unas mediciones geométricamente precisas para los datos de CBCT en cualquier plano.²¹

Los cortes tomográficos, son tan gruesos como el grosor de un voxel y pueden verse en distintas formas. Una opción es ver las imágenes en los tres planos ortogonales: axial, sagital y coronal en una única pantalla, permitiendo al clínico una visión tridimensional real del área de interés. Seleccionando y moviendo el cursor en la imagen se alteran simultáneamente los cortes en los otros planos reconstruidos permitiendo el cambio dinámico en tiempo real para ver el área de interés. La calidad de la imagen de los escáneres de CBCT

²⁰ Lenguas, A.L., Ortega, R., Samara, G., López, M.A. *Tomografía computerizada de haz cónico*. Ob Cit Pag 151

²¹ Cotton TP, Geisler TM, Holden DT, Schwartz SA, Schindler WG. *Endodontic applications of cone-beam volumetric tomography*. J Endod. 2008; 9, Pag 1123

es superior a la TC helicoidal para el análisis de tejidos dentales duros en la zona maxilofacial según algunos autores.²²

3.2.6 Limitaciones de CBCT

Presencia de artefactos: Es un problema significativo, que puede afectar la calidad de imagen y la exactitud diagnóstica de las imágenes CBCT es la dispersión y el endurecimiento del haz, causado por la alta densidad de las estructuras vecinas, tal como el esmalte, postes de metal y restauraciones. Si esta dispersión y endurecimiento del haz se asocia íntimamente con el diente que se evalúa, las imágenes CBCT resultantes puede ser de valor diagnóstico mínimo.²³

Finalmente, los períodos de exploración son largos de 15-20 s y requieren que el paciente permanezca absolutamente quieto.

3.2.7 Diferencias Entre TC Tradicional y Tomografía Computarizada Cone Beam

La tomografía computada puede dividirse en dos categorías, basada en el formato del haz de rayos X:

- Tomografía Computarizada Tradicional, en haz de rango
- Tomografía Computarizada Volumétrica en haz volumétrico

²² Lenguas, A.L., Ortega, R., Samara, G., López, M.A. *Tomografía computerizada de haz cónico*. Ob Cit Pag157

²³ S. Patel. *New dimensions in endodontic imaging*. Ob Cit Pag466

| | TC tradicional | TC cone beam |
|-----------------------------|--|--|
| DIMENSIÓN DEL APARATO | <ul style="list-style-type: none"> • Grande • Permite examen de todo el cuerpo | <ul style="list-style-type: none"> • Más compacto. • Permite apenas el examen de la región de la cabeza y cuello. |
| ADQUISICIÓN DE IMAGEN | <ul style="list-style-type: none"> • Varias vueltas del haz de rayos X en torno al paciente. • Cortes axiales. | <ul style="list-style-type: none"> • Una vuelta del haz de rayos X en torno al paciente. Imágenes base semejantes a la telerradiografía |
| TIEMPO DE SCANNER | <ul style="list-style-type: none"> • 1 seg. multiplicado por la cantidad de cortes axiales necesarios. | <ul style="list-style-type: none"> • 10 - 70 seg. de examen. 3 – 6 seg. de exposición a la radiación |
| DOSIS DE RADIACIÓN | <ul style="list-style-type: none"> • Alto | <ul style="list-style-type: none"> • Menor, aproximadamente 15 veces menos en relación a TC helicoidal |
| COSTO FINANCIERO DEL EXAMEN | <ul style="list-style-type: none"> • Alto | <ul style="list-style-type: none"> • Reducido |
| RECURSO DE EXAMEN | <ul style="list-style-type: none"> • Reconstrucciones multiplanares y en 3D | <ul style="list-style-type: none"> • Reconstrucciones multiplanares y en 3D, además de reconstrucción de radiografías convencionales |
| CALIDAD DE IMAGEN | <ul style="list-style-type: none"> • Buena nitidez • Optimo contraste. • Validación de estimación cuantitativa y cualitativa. | <ul style="list-style-type: none"> • Baja nitidez • Bajo contraste entre tejido duro y blando. • Buena exactitud |
| PRODUCCION DE ARTEFACTOS | <ul style="list-style-type: none"> • Mucho artefacto en presencia de materiales no metálicos | <ul style="list-style-type: none"> • Poco en presencia de metales |

nado, una gran ventaja de la tomografía computarizada odontológica es que los programas que ejecutan la reconstrucción computarizada de las imágenes pueden ser instalados en computadoras convencionales, y no necesitan de un WORKSTATION como la tomografía computarizada tradicional, a pesar de ambas ser almacenadas en el idioma Dicom (Digital imaging y communication in Medicine)

3.3.8 Usos de Cone Beam en endodoncia

Aunque la radiografía convencional es más práctica y adecuada para los procedimientos habituales de endodoncia, el CBCT aporta una visión axial, coronal y sagital que con la RX convencional no se obtiene. La capacidad de reducir o eliminar la superposición de las estructuras circundantes la hace muy ventajosa en su aplicación endodóntica

A. Anatomía de Conductos Radiculares

El escáner CBCT con un limitado FOV identifica con mayor exactitud los canales radiculares al compararlo con la radiografía periapical digital, además de aportar unas mediciones de las angulaciones de las raíces muy precisas en comparación con la imagen convencional, lo que sirve para poder evaluar la curvatura de la raíz.²⁴

B. Determinación de la curvatura de la raíz.

Se han desarrollado varias técnicas de instrumentación para que la preparación del conducto radicular sea más fácil y más eficaz, especialmente después del desarrollo de instrumentos de níquel-titanio. Sin embargo, el transporte de detritus al foramen apical, la creación de escalones, perforaciones y fracturas de instrumentos pueden ocurrir junto con pérdida de la longitud trabajo. El conocimiento de la anatomía interna compleja del diente y una cuidadosa planificación del tratamiento endodóntico son obligatorios para reducir las tasas de fracaso. La forma

²⁴ Lenguas, A.L., Ortega, R., Samara, G., López, M.A. *Tomografía computerizada de haz cónico* Ob Cit pag 158

del conducto radicular puede suponer un reto para el endodoncista, especialmente en los dientes con raíces de dilaceradas, que requieren precaución para elegir el instrumento y la técnica de instrumentación.²⁵

C. Fracturas Radiculares

El diagnóstico de algunas fracturas radiculares en radiografías convencionales puede ser complicado, debido a la falta de signos y síntomas clínicos específicos.

El diagnóstico clínico también es complicado, la presencia de una bolsa profunda, fístula son algunos de los síntomas, algunos de estos síntomas no son convincentes para justificar la extracción de un diente, ya que este es el tratamiento de elección porque el diagnóstico de dientes con fractura radicular es malo. Una limitación de las radiografías intraorales es cuando el haz de rayos X no está paralelo al plano de la fractura. La superposición de otras estructuras limita más la sensibilidad de la radiografía para la detección de fracturas longitudinales. La visualización de una línea de fractura radiolúcida en las radiografías es la única característica explícita para la detección de fracturas radiculares. Una fractura radicular puede pasarse por alto si el haz de rayos X no pasa a lo largo de la línea de fractura, por lo tanto es recomendable tomar 2 ó 3 radiografías con distintas angulaciones. La interpretación radiográfica de la fractura es problemático, en particular cuando el desplazamiento de los fragmentos aun no se ha producido a causa de un edema o por tejido de granulación. El uso de la tecnología en tomografía computarizada Cone Beam en imágenes dentomaxilofacial proporciona una serie de ventajas potenciales en comparación con la tomografía computarizada (TC) ya que los rayos X dan al área de interés, reduciendo la dosis de exposición y la presencia de artefactos.²⁶

²⁵ Oviedo Muñoz, Pamela. "Tomografía cone beam aplicado a la endodoncia". *Investigación Bibliográfica* 2011. Pag 36

²⁶ Oviedo-Muñoz P1, Hernández-Añaños JF2. *Tomografía computarizada Cone Beam en endodoncia*. *Rev Estomatol Herediana*. 2012; 22(1):pag 60

D. Perforación Radicular

La perforación radicular es la comunicación artificial entre el conducto radicular y los tejidos perirradiculares. Si bien esto puede ocurrir debido a la reabsorción radicular, generalmente es el resultado de daños iatrogénicos realizados durante la preparación de cavidades en la apertura cameral, durante la preparación biomecánica del conducto radicular y durante la preparación post tratamiento para la colocación de poste preformados o colados. La comunicación artificial es un factor potencial para una lesión inflamatoria con la destrucción de los tejidos periodontales adyacentes. El pronóstico del diente con perforación depende principalmente del control de la infección bacteriana en el sitio de la perforación. La evaluación preoperativa, de la presencia de perforación radicular es importante para definir el pronóstico y plan de tratamiento. La detección radiográfica de la superficie vestibular o lingual es dificultosa, porque la imagen de la perforación esta superpuesta en la raíz. Si se toma radiografías pre operativas en distintos ángulos horizontales puede facilitar la identificación en la superficie vestibulo – lingual. Sin embargo el CBCT nos permite dar un diagnóstico mas preciso en este tipo de lesiones.

E. Cirugía Apical

El uso de tomografía computarizada permite evaluar la verdadera extensión de las lesiones y la relación espacial con estructuras anatómicas importantes. La interpretación es más difícil cuando motivo principal es complejo, esto ocurre a menudo en la región posterior del maxilar, donde la raíces de los dientes se superponen a estructuras anatómicas como el arco cigomático y el seno maxilar. Los defectos óseos artificiales en el piso del seno van desde 1 a 2 mm de diámetro y esto no es detectado por la radiografía convencional, en comparación con la CT que puede detectar un 62.5% de los defectos óseos. La presencia de materiales de obturaciones radiopacos y postes también se sumaran al problema de fondo²⁷

²⁷ Oviedo Muñoz, Pamela. "Tomografía cone beam aplicado a la endodoncia". Ob. Cit Pag 47

F. Reabsorción Radicular .

La reabsorción radicular es una condición fisiológica o patológica asociada con la pérdida de estructura dental causada por las células clásticas. La capa superficial interna o externa de células de protección podrían ser dañadas o sustituidas y la reabsorción radicular podría afectar cualquier parte de la raíz. Varios aspectos de la reabsorción radicular inflamatoria, como prevalencia, factores etiológicos, la clasificación basada en la superficie dental, progresión, extensión y los mecanismos patológicos se han discutido ampliamente. Sin embargo la reabsorción radicular inflamatoria es una lesión asintomática que es difícil de diagnosticar y tratar. Algunos estudios de casos han demostrado las ventajas de la tecnología CBCT sobre la radiografía convencional, no sólo en detectar la reabsorción sino también en evaluar su extensión. El escáner CBCT demostró mayor sensibilidad en detectar las cavidades de reabsorción radicular externa que la radiografía panorámica convencional en un estudio in vitro sobre un cráneo disecado que reproducía diferentes grados de reabsorciones radiculares de incisivos laterales producidas por un canino impactado.²⁸ Hay un consenso generalizado acerca de que con el CBCT se puede conocer la localización exacta y la extensión de la reabsorción radicular así como la posible perforación y comunicación con el espacio del ligamento periodontal aportando una gran información acerca del diagnóstico, pronóstico, plan de tratamiento y seguimiento para manejar estos casos.

G. Periodontitis Apical

El CBCT ha mostrado tener una mayor sensibilidad y precisión diagnóstica que las radiografías convencionales para detectar lesiones periapicales experimentales. De un total de 1.020 dientes, la periodontitis apical fue detectada en el 38,92% de los casos con radiografía periapical y en el 60,19% por CBCT. En un estudio de pacientes que incluía 74 dientes posteriores superiores e inferiores con un total de 156 raíces, el CBCT detectó 34% más de lesiones periapicales que las radiografías intrabucales

²⁸ Oviedo-Muñoz P1 , Hernández-Añaños JF2 . *Tomografía computarizada Cone Beam en endodoncia*. Ob Cit 61

y con una mayor frecuencia demostró la expansión de la lesión hacia el seno maxilar, el engrosamiento de la mucosa del seno y la presencia de conductos si tratar.²⁹

Algunos investigadores demostraron que un quiste puede distinguirse de un granuloma periapical con CBCT porque nos muestra una marcada diferencia en densidad entre el contenido de la cavidad del quiste y el tejido granulomatoso, favoreciendo así un diagnóstico no invasivo.³⁰



²⁹ Lenguas, A.L., Ortega, R., Samara, G., López, M.A. *Tomografía computerizada de haz cónico*. Ob Cit pag 71

³⁰ Oviedo-Muñoz P1 , Hernández-Añaños JF2 . *Tomografía computarizada Cone Beam en endodoncia*. Ob Cit Pag 63

4 ANÁLISIS DE ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

4.1 Título: Medición de la longitud de trabajo mediante imágenes de la tomográficas computarizadas obtenidas a diferentes tamaños de Voxel y campo de visión, radiografía periapical y localizador de vértice: un estudio comparativo ex vivo.

Autor: Yılmaz F, Kamburoğlu K, Şenel B.

Fuente: J Endod. 2017 Jan;43(1):152-156

Resumen: El objetivo de este estudio fue evaluar la exactitud de la determinación de la longitud de trabajo mediante el uso de un localizador de vértice electrónico, radiografía periapical y tomografía computarizada por haz cónico obtenida a diferentes tamaños de voxel y campo de visión en dientes humanos extraídos. **MÉTODOS:** Se utilizaron 30 dientes premolares humanos extraídos. Las mediciones de longitud de trabajo electrónicas se realizaron utilizando un localizador de ápice electrónico (Root ZX, J Morita Corp, Kyoto, Japón). Cinco grupos de imágenes diferentes se obtuvieron de la siguiente manera: (1) CBCT imágenes: 40 × 40 mm FOV, 0,080 mm³ (FOV40); (2) Imágenes CBCT: 60 x 60 mm FOV, 0,125 mm³ (FOV60); (3) imagen CBCT: 80 x 80 mm FOV, 0,160 mm³ (FOV80); (4) Imágenes de CBCT: 100 x 100 mm FOV, 0,250 mm³ (FOV100); Y (5) radiografía digital periapical. Las mediciones directas realizadas con un calibrador digital electrónico se consideraron como el patrón oro y se compararon con el localizador del ápice electrónico, CBCT, y las mediciones de imagen periapical. Los datos se analizaron mediante un análisis de varianza de dos vías. El nivel de significación se estableció en $P < 0,05$. **RESULTADOS:** No hubo diferencias significativas entre o dentro de los operadores en las radiografías intraorales ($P > 0,05$ y el valor de Gage R & R fue $< 30\%$). Hubo diferencias significativas entre y dentro de los operadores para las imágenes CBCT ($P < 0,05$ y Gage R & R valor fue $> 30\%$). Hubo diferencias significativas en los métodos en términos de diferencias de medias con respecto al patrón oro ($P < 0,05$). **CONCLUSIONES:** Este estudio mostró que las exploraciones CBCT disponibles con FOV diferentes se pueden utilizar para medir la longitud de trabajo.

4.2 Título: Evaluación de la fiabilidad de la tomografía computarizada Cone Beam y del localizador de ápice electrónico en la determinación de la longitud de trabajo de los dientes con lesiones periapicales grandes.

Autor: Üstün Y, Aslan T, Şekerci AE, Sağsen B.

Fuente: J Endod. 2016 Sep;42(9):1334-7

Resumen: Este estudio evalúa las mediciones endodónticas de longitud de trabajo en dientes con grandes lesiones periapicales y exudado intracanal persistente mediante la utilización de la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT). Se comparan las mediciones con las longitudes del conducto radicular clínico determinado mediante el uso de 2 localizadores de ápice electrónicos. **MÉTODOS:** Todos los pacientes habían sido sometidos a un CBCT scan independiente del presente estudio y necesitó tratamiento de conducto de al menos un diente visible en el campo de visión. Se estudiaron 71 dientes con raíces y canales únicos. Un endodoncista midió cada longitud del canal de la raíz con 2 diferentes localizadores electrónicos del ápice. Las mediciones se repitieron 3 veces usando un calibre digital, y se registró la media. Esta media se comparó con la longitud del conducto radicular medida en las secciones CBCT por un radiólogo oral no implicado en el tratamiento endodóntico. Las medidas de CBCT se tomaron dos veces para el análisis de fiabilidad. Los datos se analizaron estadísticamente. **RESULTADOS:** No hubo diferencias significativas en la medición entre los métodos utilizados ($P > 0,05$). **CONCLUSIONES:** En los dientes con grandes lesiones periapicales y exudado persistente intracanal, la medida de la longitud del conducto radicular utilizando CBCT fue tan fiable como las mediciones que usaron localizadores de vértice.

4.3 Título: Uso de la tomografía micro-computarizada para determinar la exactitud de 2 localizadores de ápices electrónicos y variaciones anatómicas que afectan a su precisión.

Autor: Piasecki L, Carneiro E, da Silva Neto UX, Westphalen VP, Brandão CG, Gambarini G, Azim AA.

Fuente: J Endod. 2016 Aug;42(8):1263-7.

Resumen: El objetivo de este estudio fue comparar la precisión de 2 localizadores de ápices electrónicos (EALs), Apex ID (SybronEndo, Glendora, CA) y Root ZX (J. Morita, Tokio, Japón), mediante microcodificación -CT) y para determinar las variaciones anatómicas que pueden afectar su exactitud. **MÉTODOS:** La longitud del conducto radicular (RCL) y la longitud de trabajo (WL) de 33 premolares de una sola raíz se midieron mediante un método visual, reconstrucciones tridimensionales de CT y 2 EAL diferentes. Se registraron dos mediciones diferentes para cada EAL: a la marca "APEX / 0.0" ya la marca "0.5". La WL se determinó utilizando 2 métodos

diferentes: método 1: en la "marca 0,5" del localizador del ápice y método 2: restando 0,5 mm de la marca "APEX / 0.0". La precisión de las mediciones se comparó con los registrados por micro-TC. Se midieron la posición y el diámetro del agujero apical (AF), el diámetro de la constricción apical (AC), la distancia entre la CA y la FA y la presencia / ausencia de conductos accesorios de la micro-tomografía computarizada y su correlación con la exactitud de los EALs determinado. RESULTADOS: No hubo diferencias estadísticamente significativas en las mediciones de RCL por ninguno de los diferentes métodos. Hubo una diferencia estadísticamente significativa en el WL registrado por micro-CT imágenes comparadas con las del método visual y en el "APEX / 0,0 marca" - 0,5 mm ($P = .031$). No hubo diferencias en las mediciones adquiridas por ninguna de las EAL. La "marca APEX / 0,0" - 0,5 mm era menos precisa que la marca "0,5". Sin embargo, los resultados no fueron estadísticamente significativos ($P > 0,05$). La posición de la AF y la distancia AC-AF afectaron la precisión de la RCL ($P = 0,003$) y la marca "0,5" ($P = 0,013$). CONCLUSIONES: Root ZX y Apex ID son igualmente precisos en la determinación de RCL y WL. La marca "0,5" se puede utilizar para determinar la WL con alta precisión. Algunas variaciones anatómicas pueden influir en la precisión de los EAL.

4.4 Título: Determinación de longitud de trabajo mediante tomografía computarizada de haz de coníco, radiografía periapical y localizador de ápice electrónico en dientes con periodontitis apical: un estudio clínico.

Autor: de Morais AL, de Alencar AH, Estrela CR, Decurcio DA, EstrelaC

Fuente: Iran Endod J. 2016 Summer;11(3):164-8

Resumen: El propósito de este estudio clínico fue comparar la exactitud de la determinación de la longitud de trabajo (WL) utilizando la tomografía computarizada de haz de coníco (CBCT), las radiografías periapicales convencionales y el localizador de ápice electrónico. MÉTODOS Y MATERIALES: Este estudio se llevó a cabo durante el tratamiento del conducto radicular de 19 pacientes con un total de 30 dientes con una sola raíz diagnosticados con periodontitis apical. Después de tomar las radiografías periapicales paralelas iniciales, la lima inicial fue avanzado en el canal hasta que el WL fue detectado por el localizador de ápice. Posteriormente, se midió la WL y se tomaron radiografías de WL con el archivo fijado en el canal. Posteriormente, se adquirieron imágenes de CBCT. Estas tres medidas fueron tabuladas y comparadas y los datos fueron analizados usando la prueba de Friedman.

El nivel de significación se fijó en 0,05. RESULTADOS: Los valores medios para la determinación de WL por localizador de vértice electrónico, radiografía periapical e imágenes de CBCT fueron 22,25, 22,43 y 22,65, respectivamente, lo que no fue estadísticamente significativo ($P > 0,05$). CONCLUSIÓN: La determinación de la longitud de trabajo utilizando imágenes CBCT fue precisa en comparación con el método radiográfico y localizador de ápice electrónico.

4.5 Título: Precisión de la medición de la longitud de trabajo: localizador de ápice electrónico versus tomografía computarizada de haz cónico.

Autor: Lucena C, López JM, Martín JA, Robles V, González-Rodríguez MP.

Fuente: Int Endod J. 2014 Mar;47(3)

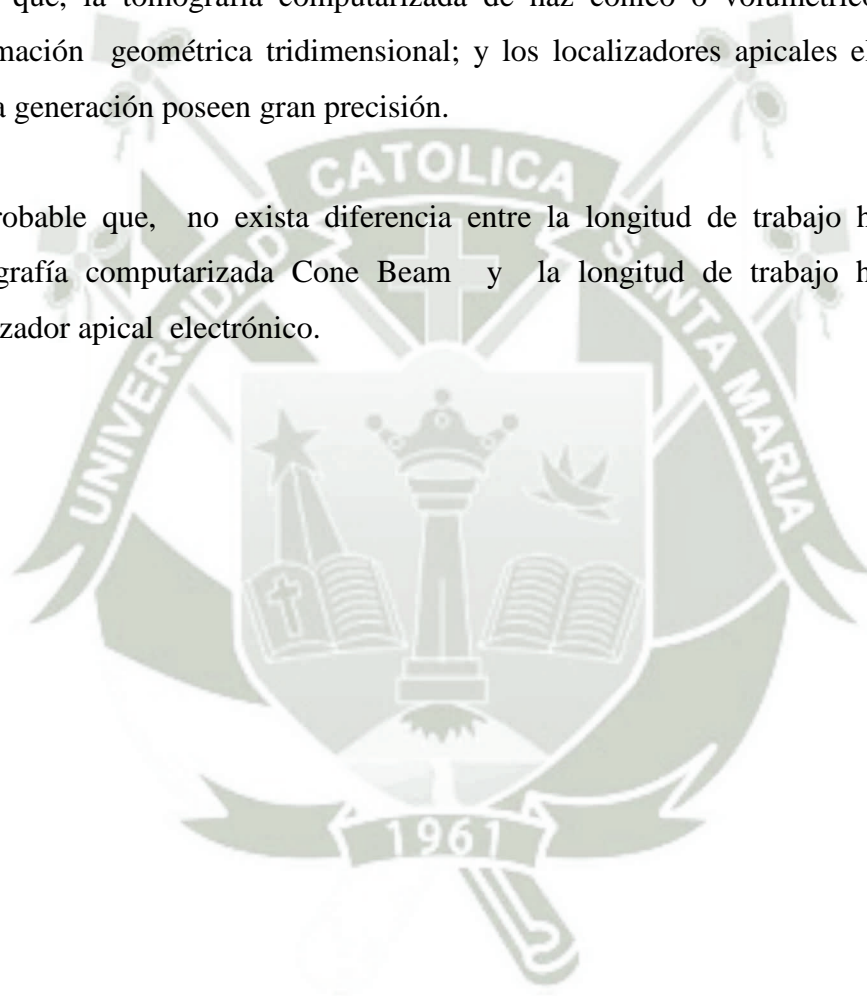
Resumen: OBJETIVO: Comparar la exactitud de la determinación de la longitud de trabajo (WL) usando el localizador de vértice electrónico Raypex 6 y la tomografía computarizada de haz de cono (CBCT). METODOLOGÍA: Un total de 150 dientes humanos extraídos fueron decorados y asignados aleatoriamente a cinco grupos ($n = 30$). El WL se midió con el Raypex 6 (®) en las marcas 'constricción' y 'ápice' en condiciones secas (grupo 1) o con NaOCl al 2,5%, agua destilada o Ultracain ® (grupos 2-4). El WL radiológico (grupo 5) se calculó a partir de bucal-lingual y mesio-distal CBCT secciones. Se calcularon las diferencias entre las mediciones electrónicas, CBCT y la longitud real (AL). Los valores positivos y negativos, respectivamente, indican mediciones que son cortas o largas de AL. Se utilizaron anova de dos vías y las pruebas de Bonferroni y Welch para comparar las diferencias de medias entre los grupos. Las pruebas exactas de chi cuadrado y de Fisher se utilizaron para comparar los porcentajes de precisión, $\pm 0,5$ y $\pm 1,0$ mm de las medidas de AL entre los grupos experimentales. El análisis estadístico se realizó en $\alpha = 0,05$. RESULTADOS: Las diferencias medias con respecto a la AL variaron de 0,26 a -0,36 mm y de 0,05 a 0,18 mm, respectivamente, para las mediciones electrónicas en la marca de "constricción" y la marca "ápice". Las mediciones con CBCT fueron un promedio de 0,59 mm más corto que AL. Los porcentajes de mediciones electrónicas que se encontraban dentro de $\pm 0,5$ mm de la AL correspondiente a la marca 'ápice' fueron mayores que en la marca de 'constricción', pero las diferencias sólo fueron significativas en el grupo 4 (con Ultracain ®). Los porcentajes de medidas CBCT dentro de $\pm 0,5$ mm de AL (46.7%) fueron significativamente menores que las mediciones electrónicas, independientemente de la condición del

conducto radicular. En el 30-38,5% de las mediciones tomadas en la marca 'ápice' y en el 3,4-13,3% de las de la marca 'constricción', la punta de la lima se extendió más allá del foramen. **CONCLUSIONES:** Las mediciones electrónicas fueron más confiables que las exploraciones CBCT para la determinación de WL. El Raypex 6 (®) fue más precisa en la localización del agujero mayor que la constricción apical bajo la configuración experimental.

5. HIPÓTESIS

Dado que, la tomografía computarizada de haz cónico o volumétrico proporciona información geométrica tridimensional; y los localizadores apicales electrónicos de cuarta generación poseen gran precisión.

Es probable que, no exista diferencia entre la longitud de trabajo hallada con la tomografía computarizada Cone Beam y la longitud de trabajo hallada por el localizador apical electrónico.





CAPITULO II

PLANTEAMIENTO

OPERACIONAL

1. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y MATERIALES DE VERIFICACIÓN

1.1 TÉCNICA

a. Especificación

Consistió en aplicar la técnica de observación directa y sistemática (de laboratorio)

b. Esquematización

| Variables investigativas | Indicadores | Técnicas |
|--------------------------|-----------------|---------------------|
| Longitud de trabajo | Milímetros (mm) | Observación Directa |

c. Procedimiento

Preparación del conducto

Se utilizaron 30 piezas dentarias humanas extraídas recientemente correspondientemente a premolares inferiores unirradiculares, los cuales fueron almacenados en una solución de agua destilada con el objeto de mantener su hidratación, hasta que sean utilizadas en la etapa experimental.

Los dientes fueron sumergido en una solución de hipoclorito de sodio (NaOCl) de 5% durante 2 horas y almacenados en agua destilada hasta que fuese necesario. El tejido blando y cálculo fue mecánicamente retirado de los dientes. Las Radiografías fueron tomadas en sentidos bucolingual y mesiodistal para confirmar la presencia de un único canal sin previo tratamiento del conducto radicular, excesiva curvatura, reabsorciones, o calcificaciones. Luego se almacenaron en solución salina estéril hasta que fueron utilizados. A partir de entonces, todos los dientes fueron numerados, y se realizó la apertura cameral. El tejido pulpar de los canales se retiró utilizando limas K.

Determinación de longitud de trabajo

La longitud real del conducto radicular se midió mediante la inserción de una lima K #15 en el canal hasta que la punta de la lima fue visible en el agujero apical, Cuando la punta de la lima fue visible en el agujero apical, el tope de silicona se

colocó en el punto de referencia, y posteriormente la lima fue retirada del canal. La distancia desde el tope de silicona a la punta de la lima fue medida. El promedio de 2 mediciones se consideró como el estándar de referencia. La longitud real de trabajo se estableció Restando 0,5 mm de la longitud real.

La longitud de trabajo electrónica se obtuvo mediante el uso del localizador apical electrónico APEX ID.

Los dientes correspondientes fueron incrustados en alginato al nivel de la unión cemento-esmalte. La raíz se mantuvo en esa posición hasta que el alginato frague completamente. Todas las mediciones se hicieron a intervalos de 2 horas, manteniéndose el alginato en condiciones suficientemente húmedas.

Durante la Medida electrónica, se insertó el clip labial del localizador en el alginato. La lima que se ajustó al sostenedor de lima fué suavemente insertado hasta que la pantalla muestre "00" , luego fué retirado hasta que el nivel de visualización sea 0,5 lo cual indica que la lima está muy cerca de la constricción apical.

Posteriormente, el tope de goma fué colocado en la referencia coronal, y se midió la longitud de trabajo. El promedio de 2 mediciones fué considerado como el estándar de referencia.

Las imágenes del CBCT fueron adquiridas con Cone-Beam del centro radiológico de la UCSM .El voltaje del tubo fué de 120 kVp y la corriente del tubo de 3,8 mA., con un tiempo de exposición de 40 seg. Las imágenes se examinaron con el software propietario del escáner.

El método utilizado para estudiar la determinación de LT del conducto radicular con CBCT se basó en delimitar y medir la distancia entre los puntos de referencia anatómicos de las cúspides más altas de las coronas dentales y el vértice radicular. Todas las mediciones en las imágenes de CBCT se hicieron utilizando una herramienta de medición suministrada con el escáner CBCT. Se utilizó una función específica del software que ofrece valores en milímetros para medir las imágenes de los dientes. Las mediciones se realizaron en el plano sagital.. La medida fue 0.5 mm menor que la indicada con la tomografía.

Los grupos de imágenes fueron medidos nuevamente en una semana, para comprar los resultados.

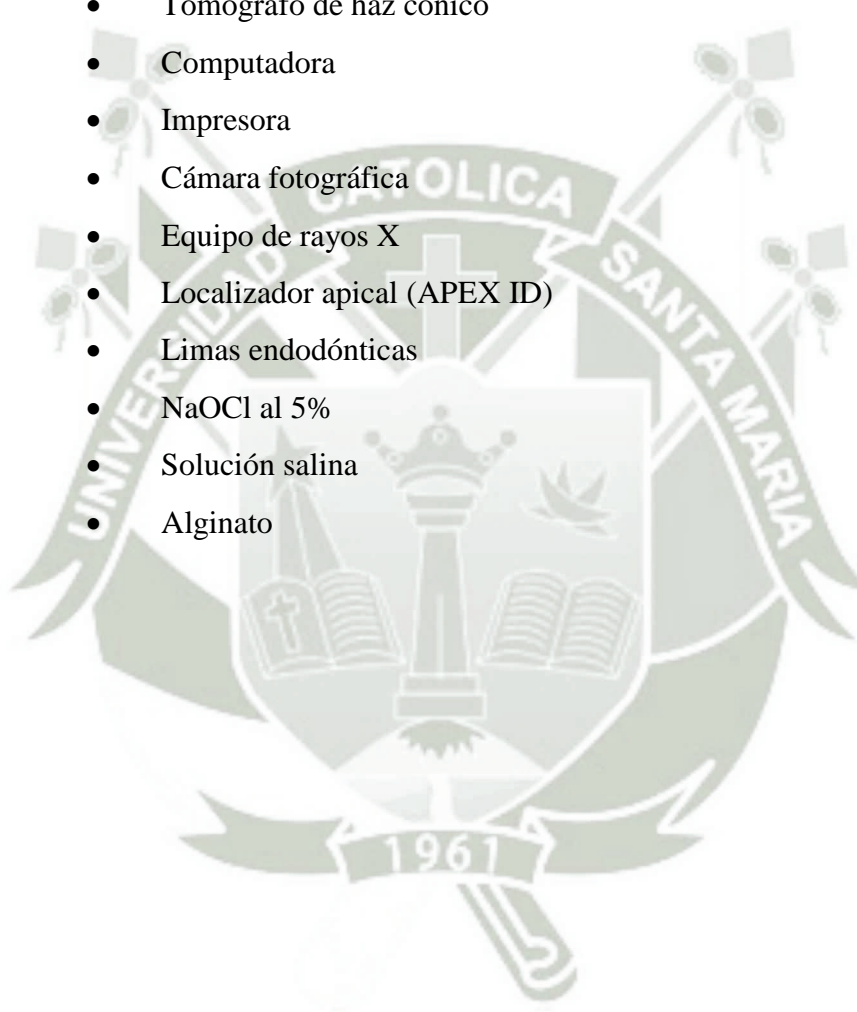
1.2 INSTRUMENTOS

1.2.1 Instrumento documental

El instrumento que corresponde a la técnica señalada fué la ficha de Observación, para poder recolectar la información necesaria del presente trabajo, en el cual se indicó los datos, además de fotografías

1.2.2 Instrumentos mecánicos y materiales

- Tomógrafo de haz cónico
- Computadora
- Impresora
- Cámara fotográfica
- Equipo de rayos X
- Localizador apical (APEX ID)
- Limas endodónticas
- NaOCl al 5%
- Solución salina
- Alginato



2. CAMPO DE VERIFICACIÓN

2.1 Ubicación espacial

La investigación fue realizada en la ciudad de Arequipa.

Sala de radiología de la UCSM

Consultorio particular

2.2 Ubicación temporal

La investigación corresponde a una investigación cuasi- experimental por el tiempo es de corte trasversal

2.3 Unidades de estudio

a. Alternativa: Se trabajará por grupos

b. Identificación de grupos

Las unidades de estudio se trabajaron como un grupo de 30 dientes, en los cuales se realizaron dos diferentes técnicas para hallar la longitud de trabajo.

Técnica 1 : conductometría realizada con tomografía Cone Beam

Técnica 2: conductometría realizada con localizador apical electrónico

c. Control de los grupos

c.1 Criterios de inclusión

Piezas dentarias permanentes

Premolares unirradiculares

Premolares con un solo conducto

Pieza dentaria con ápice cerrado

Premolares sin tratamiento endodóntico

Piezas dentarias en buena condición radicular sin fracturas

c.2 Criterios de exclusión

Piezas anteriores y molares

Piezas dentarias que presenten fractura radicular

Piezas dentarias con calcificaciones del conducto radicular

Piezas dentarias con reabsorciones externas e internas.

Piezas dentarias con tratamiento endodóntico

Piezas dentarias que presentan malformaciones de estructuras

d. Asignación de los premolares a cada procedimiento

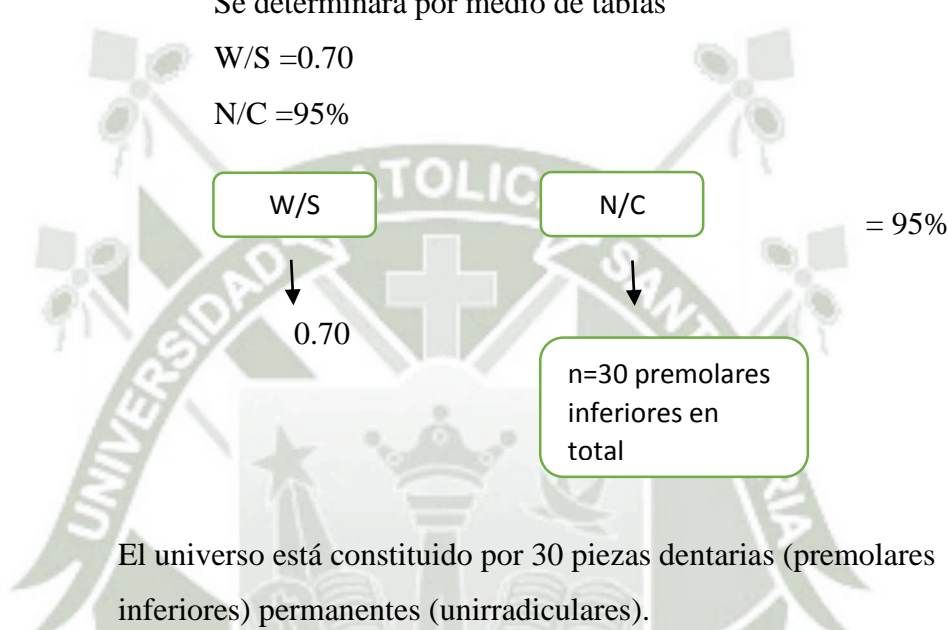
Cada premolar fue medido por las diferentes técnicas en diferentes momentos.

e. Tamaño del grupo

Se determinará por medio de tablas

W/S = 0.70

N/C = 95%



3. ESTRATEGIA DE INVESTIGACIÓN Y RECOLECCIÓN

3.1 ORGANIZACIÓN

Obtención de las piezas dentarias; extraídas recientemente correspondientemente a premolares inferiores unirradiculares, los cuales fueron almacenados en una solución de agua destilada con el objeto de mantener su hidratación; fueron recolectadas en coordinación con diferentes clínicas y/o consultorios odontológicos.

Los procedimientos fueron realizados en un ambiente adecuado

3.2 RECURSOS

3.2.1 Recursos humanos

Investigadora: Alexia Arce Aguilar

Asesor: Dr. Hair Salas Beltrán

3.2.2 Recursos físicos

Sala de radiología de UCSM

Consultorio particular

3.2.3 Recursos económicos

Autofinanciado por la investigadora

3.2.4 Recursos institucionales

Universidad Católica de Santa María

Biblioteca de la UCSM

Sala de radiología de la UCSM

3.3 VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTOS

La validación del instrumento se realizó a través de prueba piloto en 5 unidades de estudio

4. ESTRATEGIAS PARA EL MANEJO DE LOS RESULTADOS

4.1 PLAN DE SISTEMATIZACIÓN

4.1.1 TIPO DE PROCESAMIENTO

La información fue procesada estadísticamente, el tipo de procesamiento fue manual y computarizado.

Se hizo una matriz de registro, control recuento, análisis de datos tabulaciones y gráficas respectivamente

4.1.2 PLAN DE OPERACIONES

Los resultados obtenidos se registraron en una tabla y fueron sometidos a la tabla de variables.

a) Clasificación de datos

Una vez aplicados los instrumentos, la información obtenida fué convenientemente ordenada en una matriz de registro y control.

b) Recuento en la matriz de sistematización

El recuento fue básicamente manual, empleando la matriz de datos.

c) Tabulación

Se confeccionaron tablas conteniendo los datos obtenidos.

d) Graficación

Se utilizó gráficos de barras.

4.2 PLAN DE ANÁLISIS

a. Tipo de análisis

Cuantitativo

b. Tratamiento estadístico

| Variable investigativa | Tipo | Escala | Estadística Descriptiva | Prueba |
|-------------------------------|--------------|---------------|--|---------------|
| Longitud de trabajo | Cuantitativa | De razón | Media Desviación estándar Valor máximo Valor mínimo | T Student |



TABLA N°1

LONGITUD DE TRABAJO REAL EN PREMOLARES INFERIORES

| Estadísticos | Longitud |
|---------------------|----------|
| Media Aritmética | 21.66 |
| Desviación Estándar | 1.66 |
| Longitud Mínima | 18.60 |
| Longitud Máxima | 24.40 |
| Total | 30 |

Fuente: Matriz de datos

En esta tabla podemos ver que el promedio de la longitud real de trabajo fue de 21,66 mm oscilando entre un valor mínimo de 18,60mm y un valor máximo de 24,40 mm

GRÁFICO N°1

LONGITUD DE TRABAJO REAL EN PREMOLARES INFERIORES

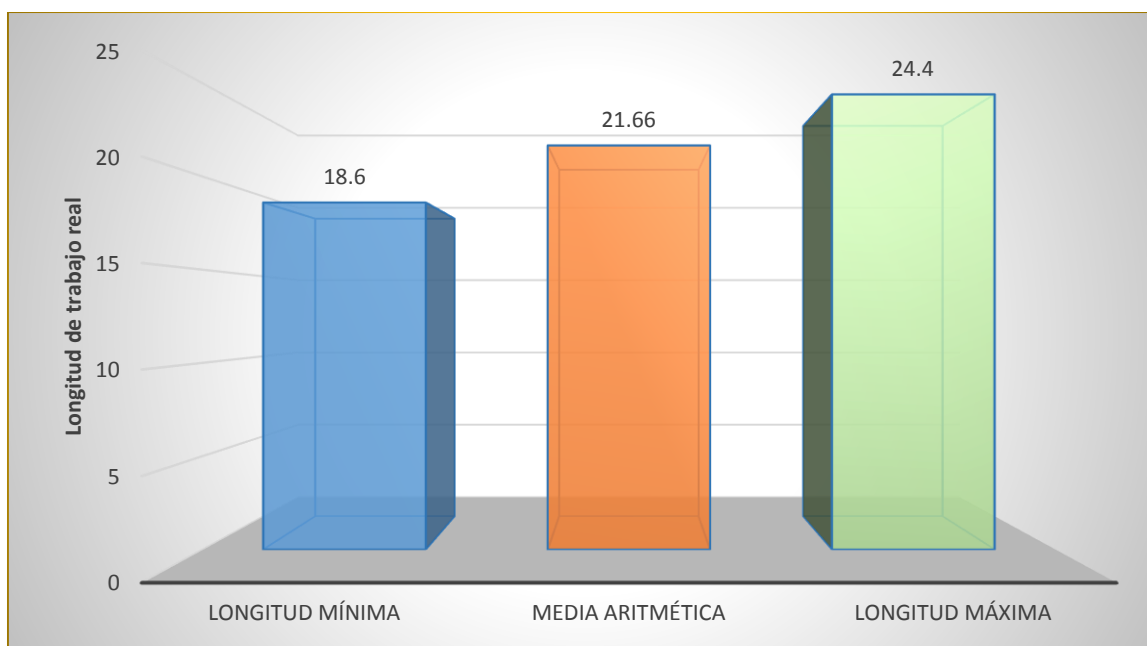


TABLA N°2

**LONGITUD DE TRABAJO TOMOGRÁFICA EN
PREMOLARES INFERIORES**

| Estadísticos | Longitud |
|---------------------|-----------------|
| Media Aritmética | 21.21 |
| Desviación Estándar | 1.65 |
| Longitud Mínima | 18.20 |
| Longitud Máxima | 23.70 |
| Total | 30 |

Fuente: Matriz de datos

En esta tabla podemos ver que el promedio de la longitud de trabajo tomográfica fue de 21,21 mm oscilando entre un valor mínimo de 18,20mm y un valor máximo de 23.70 mm

GRÁFICO N°2

LONGITUD DE TRABAJO TOMOGRÁFICO EN PREMOLARES INFERIORES

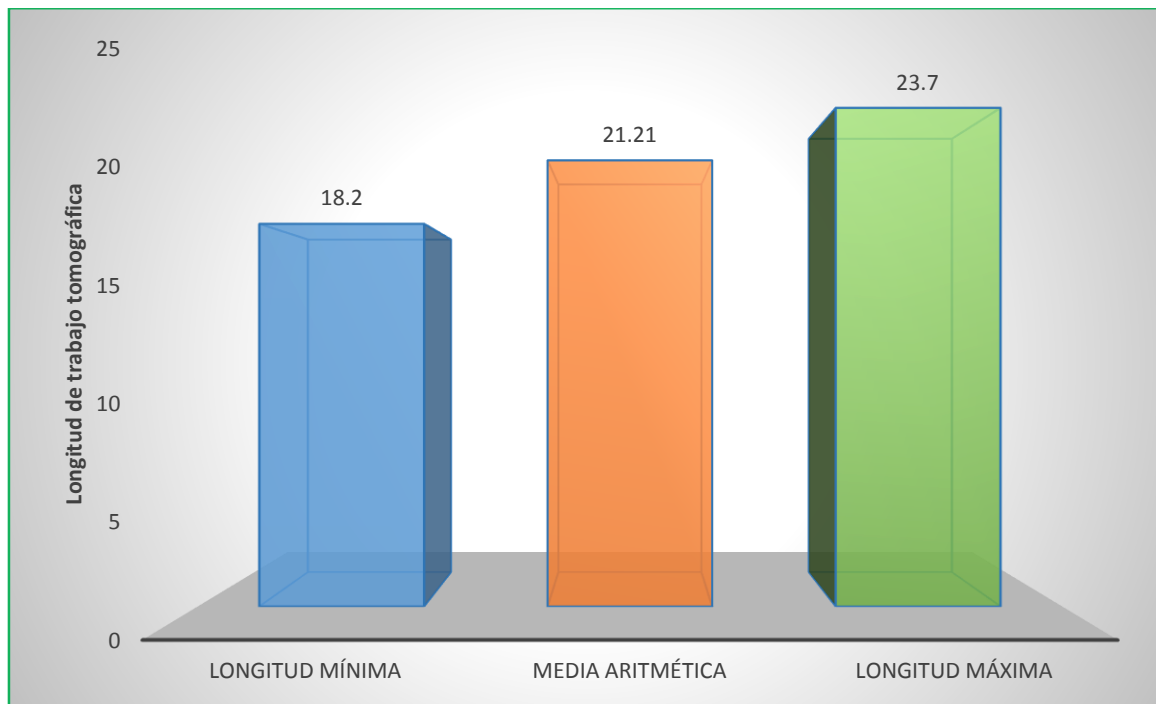


TABLA N°3
LONGITUD DE TRABAJO CON LOCALIZADOR APICAL EN
PREMOLARES INFERIORES

| Estadísticos | Longitud |
|---------------------|-----------------|
| Media Aritmética | 21.58 |
| Desviación Estándar | 1.64 |
| Longitud Mínima | 18.20 |
| Longitud Máxima | 24.20 |
| Total | 30 |

Fuente: Matriz de datos

En esta tabla podemos ver que el promedio de la longitud de trabajo con localizador apical fue de 21,58 mm oscilando entre un valor mínimo de 18,20mm y un valor máximo de 24,20 mm

GRAFICO N°3

LONGITUD DE TRABAJO CON LOCALIZADOR APICAL EN PREMOLARES INFERIORES

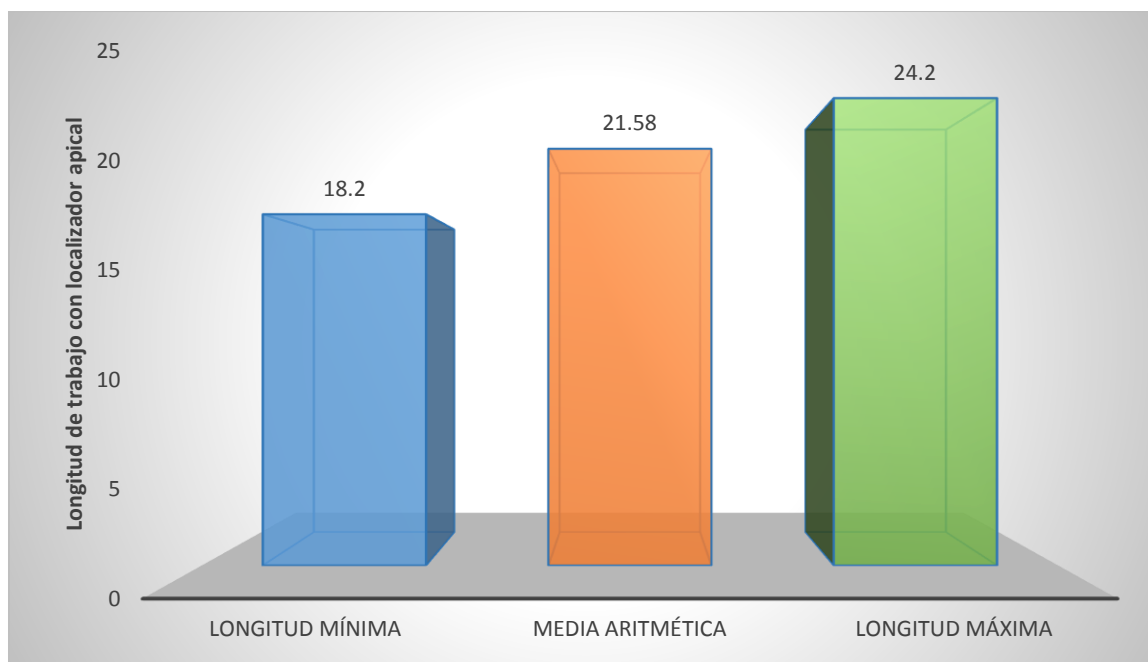


TABLA N°4

**COMPARACION ENTRE LA LONGITUD DE TRABAJO REAL Y LA
LONGITUD DE TRABAJO TOMOGRAFICA EN PREMOLARES INFERIORES**

| Estadísticos | Longitud | |
|---------------------|----------|-------------|
| | Real | Tomográfica |
| Media Aritmética | 21.66 | 21.21 |
| Desviación Estándar | 1.66 | 1.65 |
| Longitud Mínima | 18.60 | 18.20 |
| Longitud Máxima | 24.40 | 23.70 |
| Total | 30 | 30 |

Fuente: Matriz de datos

$P = 0.295$ ($P \geq 0.05$) N.S.

La longitud de trabajo real en premolares inferiores fue de 21,66 mm , mientras que la longitud de trabajo con tomográfica fue de 21,21 mm , estando la longitud de trabajo tomográfica 0,45 mm por debajo de la longitud de trabajo real.

Según la prueba estadística aplicada, la diferencia encontrada NO fue significativa; por lo tanto el procedimiento tomográfico se considera eficaz para determinar la longitud de trabajo.

GRÁFICO N°4

COMPARACION ENTRE LA LONGITUD DE TRABAJO REAL Y LA LONGITUD DE TRABAJO TOMOGRAFICA EN PREMOLARES INFERIORES

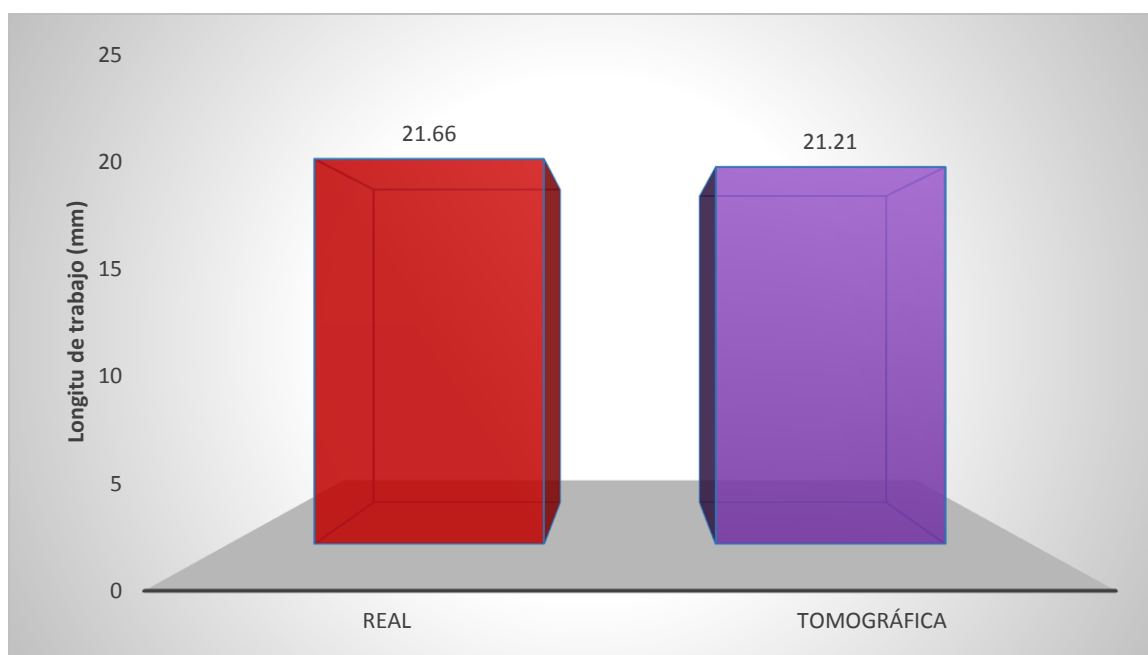


TABLA N°5
COMPARACION ENTRE LA LONGITUD DE TRABAJO REAL Y LA
LONGITUD DE TRABAJO CON LOCALIZADOR APICAL EN PREMOLARES
INFERIORES

| Estadísticos | Longitud | |
|---------------------|----------|-------------|
| | Real | Localizador |
| Media Aritmética | 21.66 | 21.58 |
| Desviación Estándar | 1.66 | 1.64 |
| Longitud Mínima | 18.60 | 18.20 |
| Longitud Máxima | 24.40 | 24.20 |
| Total | 30 | 30 |

Fuente: Matriz de datos

$P = 0.852$ ($P \geq 0.05$) N.S.

La longitud de trabajo real en premolares inferiores fue de 21,66 mm , mientras que la longitud de trabajo con localizador apical fue de 21,58 mm , estando ésta 0,08 mm menor que la longitud de trabajo real.

Según la prueba estadística aplicada, la diferencia encontrada NO fue significativa; por lo tanto la determinación de la longitud de trabajo con localizador apical se considera eficaz para determinar la longitud de trabajo.

GRÁFICO N°5

COMPARACIÓN ENTRE LA LONGITUD DE TRABAJO REAL Y LA LONGITUD DE TRABAJO CON LOCALIZADOR APICAL EN PREMOLARES INFERIORES

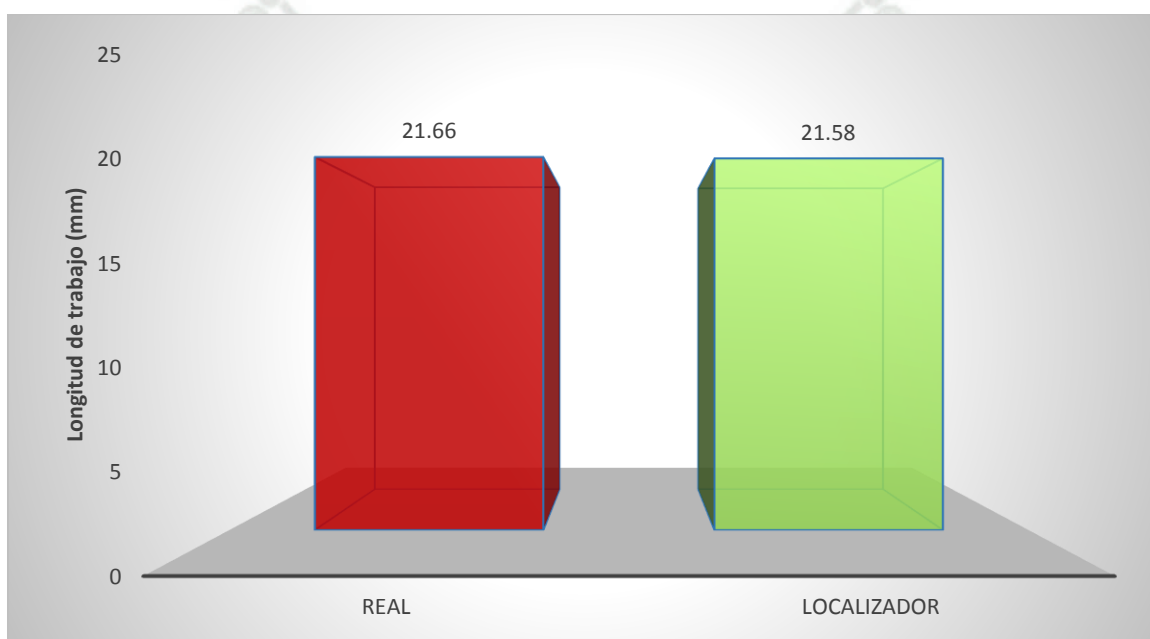


TABLA N°6

**COMPARACIÓN ENTRE LA LONGITUD DE TRABAJO TOMOGRAFICA Y LA
LONGITUD DE TRABAJO CON LOCALIZADOR APICAL EN PREMOLARES
INFERIORES**

| Estadísticos | Longitud | |
|---------------------|-------------|-------------|
| | Tomográfica | Localizador |
| Media Aritmética | 21.21 | 21.58 |
| Desviación Estándar | 1.65 | 1.64 |
| Longitud Mínima | 18.20 | 18.20 |
| Longitud Máxima | 23.70 | 24.20 |
| Total | 30 | 30 |

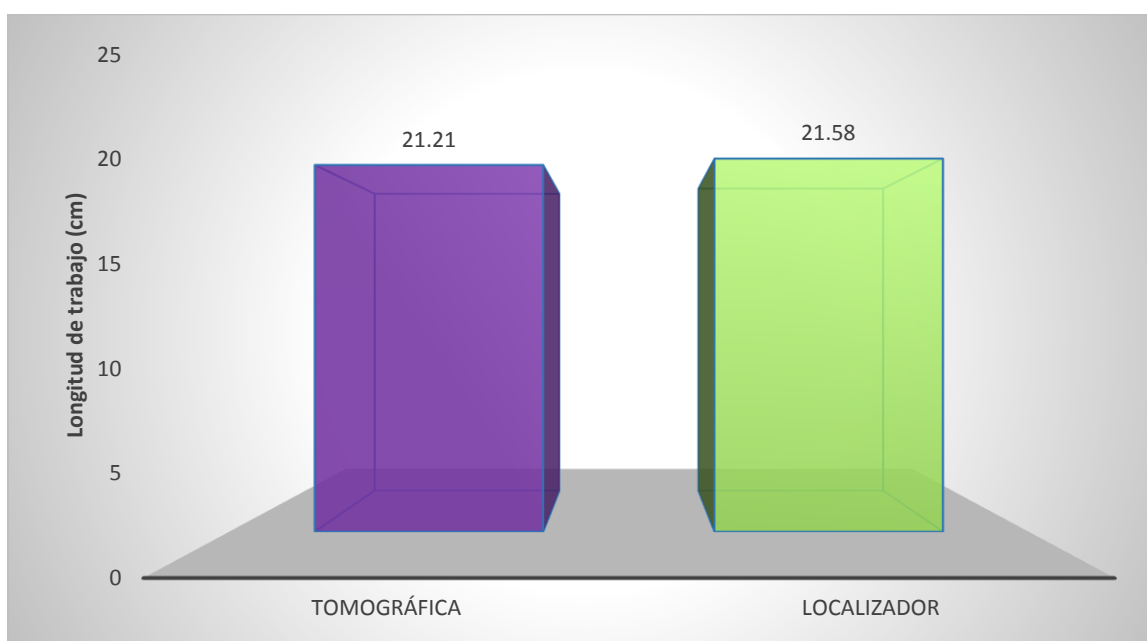
Fuente: Matriz de datos $P = 0.385$ ($P \geq 0.05$) N.S.

La longitud de trabajo tomográfica en premolares inferiores fue de 21,21 cm , mientras que la longitud de trabajo con localizador apical fue de 21,58 cm , siendo ésta 0,37 cm mayor que la longitud de trabajo tomográfica.

Según la prueba estadística aplicada, la diferencia encontrada NO fue significativa; por lo tanto la longitud de trabajo con localizador apical y la longitud de trabajo tomográfica se consideran eficaces para determinar la longitud de trabajo.

GRÁFICO N°6

COMPARACIÓN ENTRE LA LONGITUD DE TRABAJO TOMOGRÁFICA Y LA LONGITUD DE TRABAJO CON LOCALIZADOR APICAL EN PREMOLARES INFERIORES



DISCUSIÓN

Durante el tratamiento endodóntico una de las principales dificultades es establecer la longitud de trabajo del conducto radicular. Teóricamente este punto tendría que ser la constricción apical; clínicamente, la identificación de la constricción apical es un reto, ya que presenta variaciones anatómicas en el tercio apical del canal radicular.

En las imágenes CBCT, los vóxeles son generalmente isotrópicos y van desde 0.4 mm³ hasta una medida tan pequeña como 0.075 mm³. Esta resolución espacial superior es una de las cualidades más atractivas de las imágenes CBCT y es en gran parte el resultado de la tecnología de panel plano y adquisición de datos isotrópicos. Mientras el tamaño de voxel sea menor, mayor será la nitidez de la imagen. En esta investigación se trabajó con un tamaño de voxel de 0.3mm³. Funda y cols. afirman que al ser el voxel más pequeño se acercará más al patrón oro, pero al ser el voxel más grande, no hubo diferencias significativas con el patrón oro como era de suponer.³¹

Sherrard y cols. Evaluaron la precisión y fiabilidad de la longitud del diente y la longitud de la raíz medidas por el CBCT en tamaños de voxel de 0.2, 0.3 y 0.4 mm³. Ellos encontraron que las mediciones de CBCT no fueron significativamente diferentes de las longitudes reales; sin embargo, los escaneos CBCT de 0.4 mm³ parecían estar asociados con una confiabilidad ligeramente menor que los tamaños de voxel de 0.3 y 0.2 mm³.

Sugirieron que los tamaños de voxel CBCT de 0.2, 0.3 y 0.4 mm³ deberían ser considerados al menos tan precisos y confiables como las radiografías periapicales para las determinaciones de la longitud del diente y la longitud de la raíz.³² Se centraron en las mediciones de la longitud del diente con fines ortodónticos, que no están directamente relacionados con el tratamiento de endodoncia.³³

Hay varios factores que afectan la longitud de trabajo como variaciones anatómicas, angulación de raíz y ubicación del foramen mayor.

Los resultados de esta investigación sugieren que el localizador de ápices mostró la menor variación con la longitud real de trabajo la cual es considerada como el estándar de oro.

³¹ Funda Yilmaz, Kivanc, Kamburoglu, Bugra Senel. *Endodontic Working Length Measurement Using Cone-beam Computed Tomographic Images Obtained at Different Voxel Sizes and Field of Views, Periapical Radiography, and Apex Locator.* *J Endod.* 2017

³² Sherrard JF, Rossouw PE, Benson BW, et al. *Accuracy and reliability of tooth and root lengths measured on cone-beam computed tomographs.* *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2012;137

Similar a este estudio, Lucena y cols obtuvieron imágenes CBCT usando Planmeca ProMax 3Ds en un campo de concentración de 50 80 mm. También midieron la longitud de trabajo con Raypex 6 (VDW) en 4 condiciones diferentes de la siguiente manera: en seco, con 2.5% NaOCl, con agua destilada, o con Ultracain. Ellos encontraron que las mediciones CBCT eran más cortas que la longitud real en un promedio de 0.59 mm. Independientemente de la condición del conducto radicular.

Las mediciones electrónicas fueron más confiables que las exploraciones con CBCT para la determinación de la longitud de trabajo. El Raypex 6 fue más preciso en ubicando el foramen principal.³⁴

Nuestro estándar de oro fueron las mediciones directas; sin embargo, Lucena et al consideraron el localizador de ápices electrónico como el estándar de oro. Del mismo modo, obtuvimos medidas más cortas con imágenes CBCT en comparación con el localizador de ápice electrónico y las mediciones directas.

Cabe recalcar que las diferencias entre varios estudios son atribuibles a las diferencias entre el diseño del estudio, el rendimiento del observador, la selección de puntos de referencia, el sistema CBCT utilizado y la configuración CBCT, y capacidades de software.

En el estudio realizado por Janner y cols , la longitud del conducto radicular fue medido con un localizador de ápice electrónico (Root ZX). Esta medida se comparó con la longitud del conducto radicular medida en el respectivo CBCT. Los autores encontraron que había una fuerte correlación entre la longitud de trabajo de endodoncia medida en las imágenes CBCT y las mediciones electrónicas de localizador de ápice. Conforme para este estudio, las mediciones de CBCT mostraron una subestimación de 0.40 mm.

La tomografía micro computada (micro-CT) ofrece una mayor precisión de imágenes y resolución de los conductos radiculares en comparación con las imágenes CBCT.³⁵

³⁴ 5. Lucena C, Lopez JM, Martin JA, et al. Accuracy of working length measurement: electronic apex locator versus cone-beam computed tomography. *Int Endod J* 2014;47: 248

³⁵ Janner SEM, Jeger FB, Lussi A, Bornstein MM. *Precision of endodontic working length measurements: a pilot investigation comparing cone-beam computed tomography scanning with standad measurement techniques.* *J Endod* 2011;37:1050

Piasecki y cols compararon la precisión de 2 localizadores de ápice electrónicos, Apex ID (SybronEndo, Glendora, CA) y Root ZX, utilizaron imágenes de micro-CT como el estándar de oro. Descubrieron que Root ZX y Apex ID fueron igualmente precisos para determinar la longitud del conducto radicular y la longitud de trabajo. Utilizaron imágenes de micro-CT para eliminar variaciones en la topografía del canal y posición de constricción apical.³⁶

En la actual investigación se prefirió usar las medidas directas como el estándar de oro porque es más práctico para determinar la constricción apical, además, dosis ultra altas asociadas con sistemas de micro-TC impiden su uso clínico de rutina en pacientes.

Finalmente, estimo que el uso de diferentes métodos para determinar con mayor precisión la longitud de trabajo puede ser de mayor beneficio que el uso exclusivo de un solo método.

En la práctica actual de endodoncia clínica de rutina, el uso de los localizadores de ápice es el método más utilizado de confianza por los especialistas para hallar la longitud de trabajo.

En la planificación preendodóntica del tratamiento, las imágenes CBCT ofrecen la ventaja de evaluar la anatomía del conducto radicular con gran precisión en 3 dimensiones, pero no es el método de elección para obtener información sobre la determinación de la longitud de trabajo por razones obvias que son la dosis y el riesgo potencial de radiación³⁷



³⁶ Piasecki L, Carneiro E, da Silva Neto UX, et al. Ob Cit pag 1264

³⁷ AAE and AAOMR *joint position statement: use of cone beam computed tomography in endodontics* 2015 update. J Endod 2015;41:1394

CONCLUSIONES

PRIMERA: La longitud media de trabajo tomográfica en premolares inferiores fue de 21,21mm

SEGUNDA: La longitud media de trabajo con el localizador apical en premolares inferiores fue de 21,58mm

TERCERA: Consecuentemente, tanto la longitud de trabajo tomográfica y la longitud de trabajo con localizador apical fueron similares en la determinación de la longitud de trabajo, resultados hallados mediante la prueba estadística T-student con un nivel de significancia de 0.05.

CUARTA: Los resultados obtenidos demuestran que tanto la determinación de la longitud de trabajo con tomografía cone beam y la longitud de trabajo con localizador apical en premolares inferiores, no presentan diferencias estadísticamente significativas. Por lo tanto, la hipótesis planteada en éste trabajo de investigación es aceptada.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a los estudiantes de la especialidad de endodoncia realizar trabajos de investigación comparando diferentes marcas de localizadores electrónicos apicales, con el fin de verificar el más acertado.
2. Se recomienda a los estudiantes de la especialidad de endodoncia realizar trabajos de investigación donde la tomografía cone beam se realice con la lima endodóntica dentro del conducto de los premolares para que ésta sirva de referencia en la determinación de la longitud de trabajo.
3. Se sugiere a los estudiantes realizar trabajos de investigación haciendo uso del microscopio óptico para determinar la constricción apical para tener mayor precisión al determinar la longitud real de trabajo.
4. Se sugiere a los estudiantes realizar trabajos de investigación donde el uso de la tomografía computarizada cone beam sea con diferentes tamaños de voxel ,ya que al ser más nítido, las medidas podrían ser más reales.

BIBLIOGRAFÍA

- LEONARDO ,Mario Roberto, Tratamiento de conductos radiculares , Principio Técnicos y Biológicos.Vol 1 y 2. Sao Pablo 2005.
- CANALDA C, BEAU E. Endodoncia: Técnicas clínicas y bases científicas. 3 ed. España: Masson; 2014.
- COHEN, KENNETH M. HARGREAVES, Editor de la Web: BERMAN Louis ,Vias de la pulpa 10° Edición
- OVIEDO Muñoz, Pamela.”tomografía cone beam aplicado a la endodoncia”. Investigación Bibliográfica 2011
- SOARES-GOLDBERG, Endodoncia, técnicas y fundamentos.2°Edición 2003
- GUTMANN James, DUMSHA Thom, LOVDAHL Paul; Solución de problema en endodoncia, Prevención,Identificación y Tratamiento. 4°Edición.

HEMEROGRAFÍA

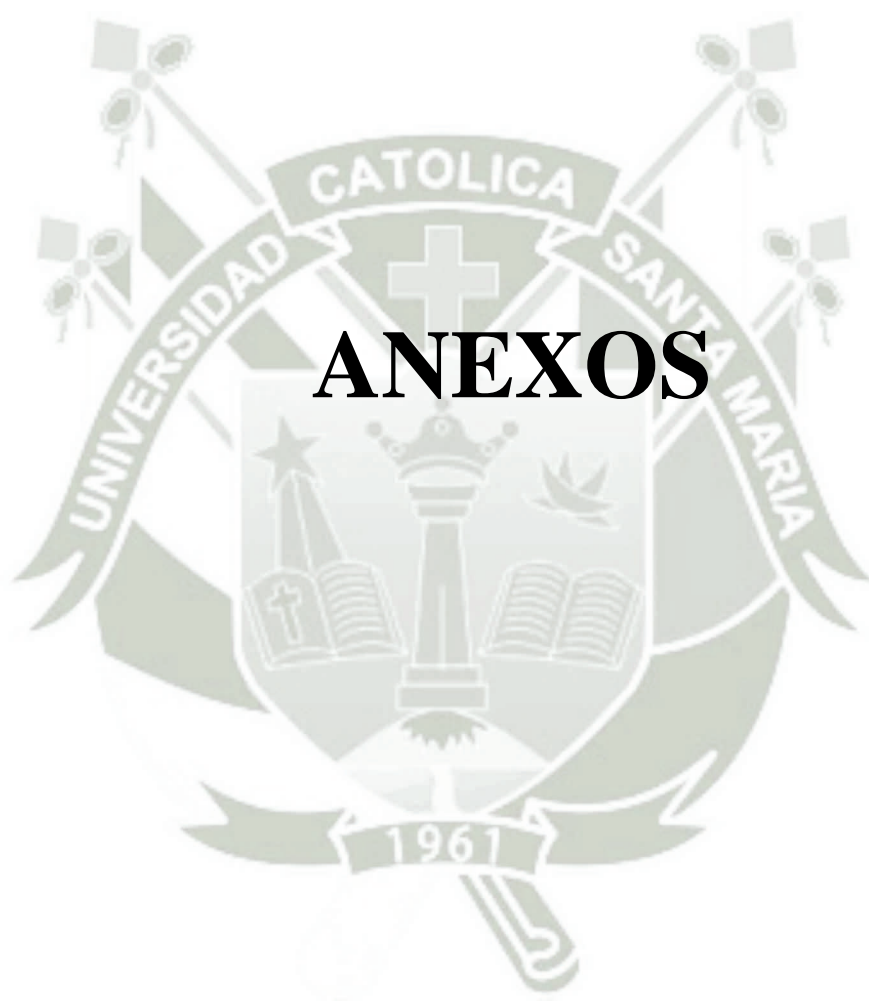
- AAE and AAOMR joint position statement: use of cone beam computed tomography in endodontics 2015 update. *J Endod* 2015;41:1393–6.
- ADAPTADO DE EBRAHIM AK, WADACHI R, SUDA H. Electronic apex locators. *J Med Dent Sci.* 2007;54:126.
- American Association of Endodontists (2016) Glossary of Terms Used in Endodontics. Chicago, IL: American Association of Endodontists.
- BROON N. CRUZ A. ANDARACUA S .Principios, evolución y precisión de los LEFs . *Revista Endodoncia Actual /Noviembre 2015- Enero 2016/Vol. X. No.3.* PP. 14-27
- CLAYTON B. Williams, ANTHONY P. Joyce, and STEVEN Roberts A Comparison between In Vivo Radiographic Working Length Determination and Measurement after Extraction. *Journal of Endodontics* Vol 32,7. Pag 625
- Cotton TP, Geisler TM, Holden DT, Schwartz SA, Schindler WG. Endodontic applications of cone-beam volumetric tomography. *J Endod.* 2008; 9,1121-32.
- de Morais AL, de Alencar AH, Estrela CR, Decurcio DA, Estrela C. Working Length Determination Using Cone-Beam Computed Tomography, Periapical Radiography and Electronic Apex Locator in Teeth with Apical Periodontitis: A Clinical Study. *Iran Endod J.* 2016 Summer; 11(3): 164–168
- EBRAHIM AK, WADACHI R., SUDA H. Electronic apex locators- a review. *J Med Dent Sci* 2007;54:132
- FUNDA Yılmaz, DDS, PhD, Kivanc, Kamburoglu, DDS, MSc, PhD, and Bugra Senel. Endodontic Working Length Measurement Using Cone-beam Computed Tomographic Images Obtained at Different Voxel Sizes and Field of Views, Periapical Radiography, and Apex Locator: A Comparative Ex Vivo Study. [J Endod.](#) 2017 Jan;43(1)
- GAMBA D, Raymundo R, Vasconcellos M, Vasconcellos D, Niza S. Tomografía computadorizada de feixe cônico (Cone beam): entendendo este novo método de diagnóstico por imagem com promissora aplicabilidade na Ortodontia. *Rev Dent Ortodon Ortop Fac* 2007; 12: 143

- GARIB DG, Raymundo Júnior R, Raymundo MV, Raymundo DV, Ferreira SN. Tomografía computadorizada de feixe cónico (Cone beam): entendiendo este novo método de diagnóstico por imagen con promissora aplicabilidad na Ortodontia. R Dental Press Ortodon Ortop Facial, 2007; 12:139-56.
- Janner SEM, Jeger FB, Lussi A, Bornstein MM. Precision of endodontic working length measurements: a pilot investigation comparing cone-beam computed tomography scanning with standad measurement techniques. J Endod 2011;37:1046–51
- KUTTLER Y. Microscopic investigation of root apexes. . J Indiana Dent Assoc. 2010;pag 89:26
- Lenguas, A.L., Ortega, R., Samara, G., López, M.A. Tomografía computerizada de haz cónico. Aplicaciones clínicas en odontología; comparación con otras técnicas. Cient Dent 2010;7;2:147-159
- Lucena C, Lopez JM, Martin JA, et al. Accuracy of working length measurement: electronic apex locator versus cone-beam computed tomography. Int Endod J 2014;47: 246–56.
- Meza P.Marco. Guía para el uso del localizador apical. ODOVTOS-Int. J. Dent. Sc. | No.17-1: 31-40, 2015
- LUDLOW, J. B. et al. Dosimetry of 3 CBCT devices for oral and maxillofacial radiology: CB Mercuray, NewTom 3G and i-CAT. Dentomaxillofac Radiol, Tokyo, v. 35, no. 4, p. 219-226, July 2006
- Oliver, P.R., Siliceo, T.G., Luna, .L.C.A., Llamas, C.R. Exactitud de los localizadores apicales electrónicos frente al método radiográfico convencional en la obtención de la longitud de trabajo en dientes jóvenes. Oral Año10. Núm.31.2010.505-510
- Oviedo-Muñoz P1 , Hernández-Añaños JF2 . Tomografía computarizada Cone Beam en endodoncia. Rev Estomatol Herediana. 2012; 22(1):59-64.
- Piasecki L, Carneiro E, da Silva Neto UX, Westphalen VP, Brandão CG³, Gambarini G⁴, Azim AA. The Use of Micro-Computed Tomography to Determine the Accuracy of 2 Electronic Apex Locators and Anatomic Variations Affecting Their Precision. J Endod. 2016 Aug;42(8):1263-7
- Ronda, N. Electronic Journal od endodontics Rosario. Año 11, volume 2, Octubre 2012.

- S. Patel. New dimensions in endodontic imaging: Part 2. Cone beam computed tomography. *Int Endod J* 2009; 42, 466
- SHANMUGARAJ, M.; NIVEDHA, R.; MATHAN, R. & BALAGOPAL, S. Evaluation of working length determination methods: an in vivo / ex vivo study. *Indian J. Dent. Res.*, 18(2):60-2, 2007
- Sherrard JF, Rossouw PE, Benson BW, et al. Accuracy and reliability of tooth and root lengths measured on cone-beam computed tomographs. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2012;137
- Üstün Y, Aslan T, Şekerci AE, Sağsen B² Evaluation of the Reliability of Cone-beam Computed Tomography Scanning and Electronic Apex Locator Measurements in Working Length Determination of Teeth with Large Periapical Lesions. *J Endod.* 2016 Sep;42(9):1334-7.
- Yılmaz F, Kamburoğlu K, Şenel B Endodontic Working Length Measurement Using Cone-beam Computed Tomographic Images Obtained at Different Voxel Sizes and Field of Views, Periapical Radiography, and Apex Locator: A Comparative Ex Vivo Study *J Endod.* 2017 Jan;43(1):152-156

INTERNET

- <http://ortoface.com/wp-content/uploads/2016/12/Tomografi%CC%81a-computerizada-de-haz-co%CC%81nico.-Aplicaciones-cli%CC%81nicas-en-odontologi%CC%81a-comparacio%CC%81n-con-otras-te%CC%81nicas.pdf>
- http://m.rephip.unr.edu.ar/bitstream/handle/2133/2074/ejer_023066sp.pdf?sequence=1





ANEXO N°1

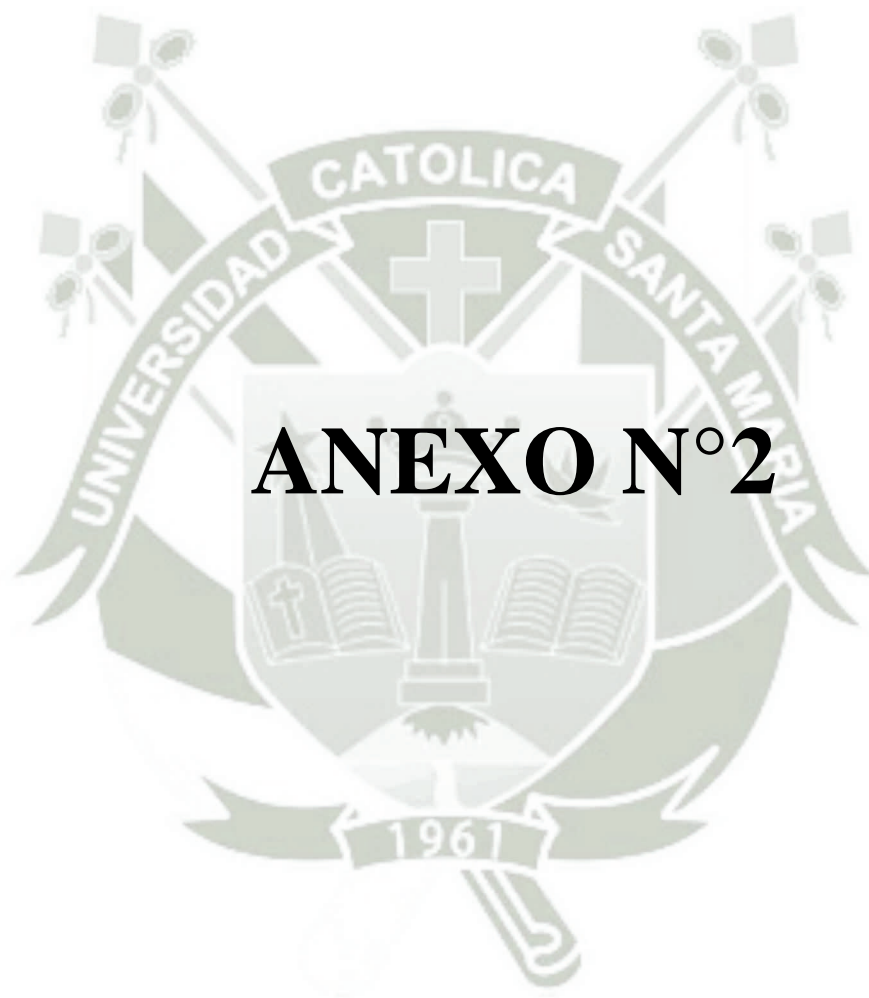
FICHA DE OBSERVACIÓN LABORATORIAL

FICHA N°1:

GRUPO DE ESTUDIO:

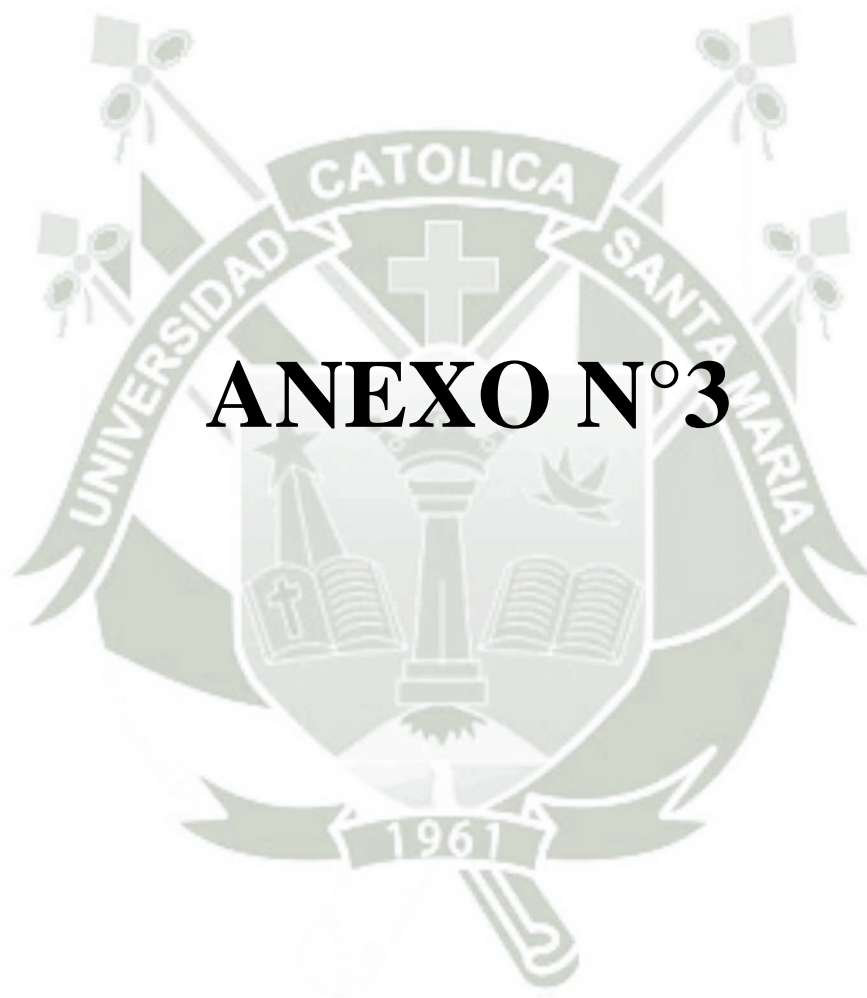
- Longitud real de trabajo ()
- Técnica 1 : Longitud de trabajo con CBCT ()
- Técnica 2 : Longitud de trabajo con localizador Apical ()

Longitud en milímetros : _____



MATRIZ DE REGISTRO Y CONTROL

| N° Pza | LRC | Técnica 1 : LT con Tomografía CB | | | Técnica 2: LT con Localizador apical | | |
|-----------|------|----------------------------------|----------|----------|--------------------------------------|----------|----------|
| | | Medida 1 | Medida 2 | Promedio | Medida 1 | Medida 2 | Promedio |
| 1 | 22,6 | 22.1 | 22.2 | 22,2 | 22.2 | 22.2 | 22,2 |
| 2 | 23,0 | 22.8 | 22.9 | 22,9 | 23.0 | 23.0 | 23,0 |
| 3 | 21,7 | 21.7 | 21.7 | 21,7 | 21.9 | 22.0 | 22,0 |
| 4 | 20,0 | 18.8 | 18,9 | 18,9 | 20.0 | 20.1 | 20,1 |
| 5 | 19,5 | 19.0 | 19.1 | 19,1 | 19.5 | 19.5 | 19,5 |
| 6 | 23,4 | 22.0 | 22.1 | 22,1 | 23.8 | 23.9 | 23,9 |
| 7 | 20,3 | 20.2 | 20.3 | 20,3 | 20.3 | 20.3 | 20,3 |
| 8 | 22,6 | 22.4 | 22.2 | 22,3 | 22.5 | 22.5 | 22,5 |
| 9 | 22,5 | 22.1 | 22.0 | 22,1 | 22.5 | 22.3 | 22,4 |
| 10 | 22,7 | 22.4 | 22.2 | 22,3 | 23.0 | 23.1 | 23,1 |
| 11 | 23,4 | 23.0 | 23.0 | 23,0 | 23.4 | 23.4 | 23,4 |
| 12 | 18,6 | 18.4 | 18.2 | 18,3 | 18.3 | 18.1 | 18,2 |
| 13 | 18,8 | 18.7 | 18.8 | 18,8 | 19.0 | 19.1 | 19,1 |
| 14 | 20,1 | 20.0 | 20.0 | 20,0 | 20.0 | 20.0 | 20,0 |
| 15 | 21,9 | 21.9 | 21.9 | 21,9 | 21.1 | 21.1 | 21,1 |
| 16 | 21,3 | 21.0 | 20.8 | 20,9 | 21.4 | 21.5 | 21,5 |
| 17 | 24,4 | 23.7 | 23.6 | 23,7 | 24.2 | 24.2 | 24,2 |
| 18 | 22,4 | 22.1 | 22.1 | 22,1 | 22.4 | 22.5 | 22,5 |
| 19 | 22,8 | 22.6 | 22.5 | 22,6 | 22.7 | 22.5 | 22,6 |
| 20 | 23,5 | 22.9 | 22.7 | 22,8 | 23.1 | 23.1 | 23,1 |
| 21 | 23,0 | 22.6 | 22.6 | 22,6 | 22.9 | 22.9 | 22,9 |
| 22 | 22,9 | 22.4 | 22.3 | 22,4 | 22.7 | 22.7 | 22,7 |
| 23 | 22,3 | 22.2 | 22.2 | 22,2 | 22.1 | 21.9 | 22,0 |
| 24 | 19,8 | 19.0 | 19.1 | 19,1 | 19.5 | 19.6 | 19,6 |
| 25 | 20,0 | 18.4 | 18.3 | 18,2 | 20.0 | 20.0 | 20,0 |
| 26 | 19,0 | 18.7 | 18.5 | 18,6 | 19.0 | 19.1 | 19,1 |
| 27 | 23,3 | 22.7 | 22.7 | 22,7 | 23.0 | 23.0 | 23,0 |
| 28 | 21,3 | 21.1 | 21.2 | 21,2 | 21.2 | 21.1 | 21,2 |
| 29 | 23,3 | 22.0 | 21.8 | 21,9 | 22.9 | 22.8 | 22,9 |
| 30 | 19,6 | 19.5 | 19.5 | 19,5 | 19.5 | 19.5 | 19,5 |



ANEXO N°3

SECUENCIA FOTOGRÁFICA

Figura 2: Total de premolares usados



Figura 3: Radiografía de descarte

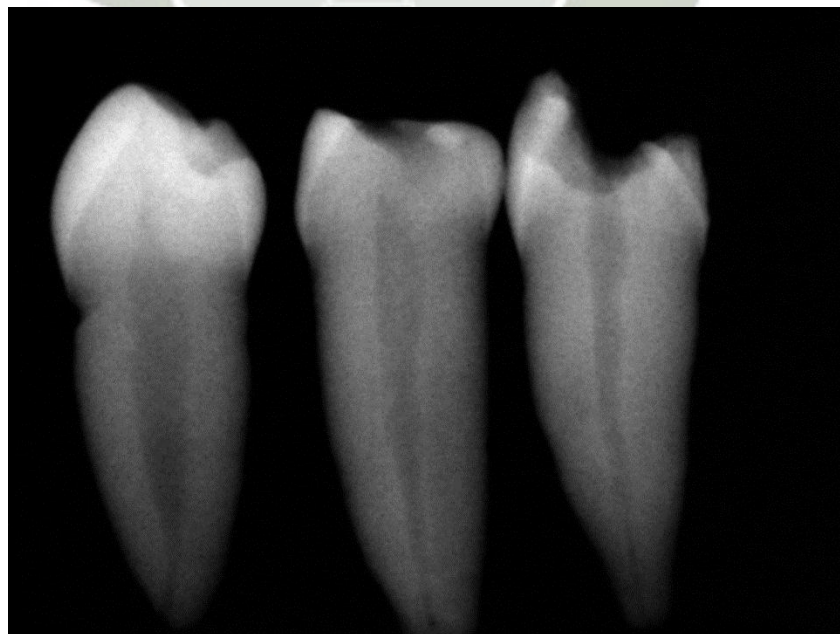


Figura 4: Molde de silicona



Figura 5: Tomografía del primer grupo de premolares



Figura 6: Determinación de la longitud de trabajo tomográfica corte axial

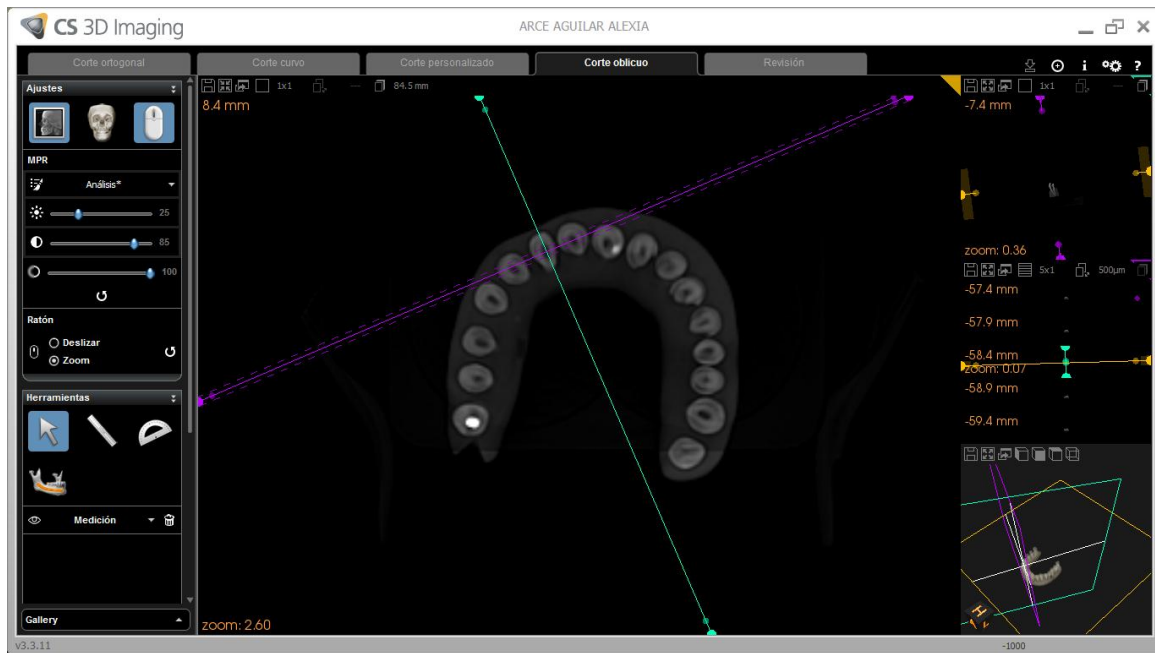


Figura 7: Determinación de la longitud de trabajo tomográfica corte sagital

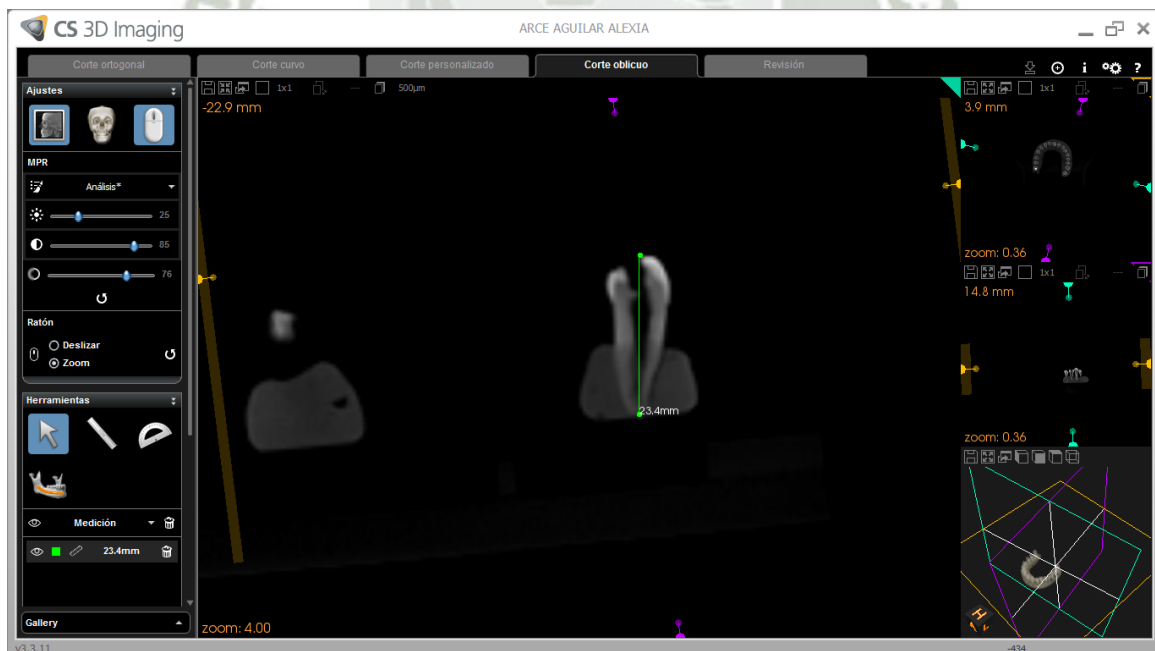


Figura 8 : Determinación de la longitud de trabajo con localizador apical APEX ID a 00 mm



Figura 9 : Determinación de la longitud de trabajo con localizador apical APEX ID a 0.5 mm

