



**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS**

**“Por la cultura de mi raza”**

**ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA**

**FACULTAD DE CIENCIAS ODONTOLÓGICAS Y  
SALUD PÚBLICA**

**TESIS**

**DISCREPANCIAS EN LA LONGITUD DE TRABAJO  
CON EL USO DE ABRIDORES. ESTUDIO EX VIVO EN  
LA RAÍZ MESIOVESTIBULAR DE MOLARES  
MANDIBULARES.**

**PARA OBTENER EL GRADO DE  
ESPECIALISTA EN ENDODONCIA**

**PRESENTA**

**DIANA RUIZ RODRÍGUEZ**

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas a 3 de noviembre del 2025



# UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

## SECRETARÍA ACADÉMICA DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas a 22 de septiembre de 2025

Oficio No. SA/DIP/1084/2025

Asunto: Autorización de Impresión de Tesis

C. Diana Ruiz Rodríguez

CVU: 2139196

Candidata al Grado de Especialista en Endodoncia  
Facultad de Ciencias Odontológicas y Salud Pública

UNICACH

Presente

Con fundamento en la opinión favorable emitida por escrito por la Comisión Revisora que analizó el trabajo terminal presentado por usted, denominado *Discrepancias en la longitud de trabajo con el uso de abridores. Estudio ex vivo en la raíz mesiovestibular de molares mandibulares* y como Director de tesis el Dr. Adrián Sesma Pereyra (CVU: 270835) quien avala el cumplimiento de los criterios metodológicos y de contenido; esta Dirección a mi cargo autoriza la impresión del documento en cita, para la defensa oral del mismo, en el examen que habrá de sustentar para obtener el Grado de Especialista en Endodoncia.

Es imprescindible observar las características normativas que debe guardar el documento, así como entregar en esta Dirección una copia de la *Constancia de Entrega de Documento Recepcional* que expide el Centro Universitario de Información y Documentación (CUID) de esta Casa de estudios, en sustitución al ejemplar empastado.

Atentamente  
"Por la Cultura de mi Raza"

Dra. Dulce Karol Ramírez López  
DIRECTORA



C.c.p. Dr. Adrián Sesma Pereyra, Director de la Facultad de Ciencias Odontológicas y Salud Pública, UNICACH. Para su conocimiento.  
Archivo/minutario.

EPL/DKRL/jgp/gtr

2025, Año de la mujer indígena  
Año de Rosario Castellanos

Ilustración: Noé Zenteno



Ciudad Universitaria, libramiento norte  
poniente 1150, col. Lajas Maciel C.P. 29039.  
Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México  
[investigacionyposgrado@unicach.mx](mailto:investigacionyposgrado@unicach.mx)



# **UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS**

**ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA  
FACULTAD DE CIENCIAS ODONTOLÓGICAS Y  
SALUD PÚBLICA**

## **TESIS**

**DISCREPANCIAS EN LA LONGITUD DE TRABAJO CON EL  
USO DE ABRIDORES. ESTUDIO EX VIVO EN LA RAÍZ  
MESIOVESTIBULAR DE MOLARES MANDIBULARES.**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
ESPECIALISTA EN ENDODONCIA**

**PRESENTA  
DIANA RUIZ RODRÍGUEZ**

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

Noviembre del 2025.

## COMITÉ TUTORIAL

---

Dra. Adrián Sesma Pereyra

Asesor Clínico

Vo. Bo.

---

Dr. Adrián Sesma Pereyra

Asesor Metodológico

Vo. Bo.

---

Dr. Adrián Sesma Pereyra

Coordinador del Posgrado de Endodoncia

Facultad de Odontología

Vo. Bo.

Apartado para la Carta de la Dirección General de Investigación y Posgrado. Comisión revisora.

## **DEDICATORIAS**

Agradezco a Dios por mi vida, por darme padres y hermanos maravillosos. Gracias, papá, mamá Ene, mamá Cecy, Mar y Hugo por apoyarme y confiar en mí.

Gracias, amor, Orlando, por tu apoyo incondicional en este proceso.

Gracias a mis amigos y familiares que siempre han tenido palabras de aliento hacia mí.

Siempre agradecida con mi asesora clínica y metodológica Dra. Mercedes por compartir conmigo su tiempo y dedicación en este estudio y con el Coordinador Dr. Sesma por todo su apoyo y enseñanzas en este camino.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

|                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------|----|
| MARCO TEÓRICO .....                                             | 12 |
| CAPÍTULO I: PRIMER MOLAR INFERIOR .....                         | 12 |
| 1.1 Clasificación de conductos radiculares .....                | 12 |
| 1.2 Anatomía del primer molar inferior .....                    | 14 |
| 1.3 Dentina .....                                               | 14 |
| 1.4 Angulación de las curvaturas. ....                          | 15 |
| CAPÍTULO II .....                                               | 16 |
| ÁPICE RADICULAR .....                                           | 16 |
| CAPÍTULO III .....                                              | 17 |
| LONGITUD DE TRABAJO .....                                       | 17 |
| 3.1 Localizadores apicales .....                                | 17 |
| 3.1.1 Medios de conducción. ....                                | 18 |
| CAPÍTULO IV .....                                               | 20 |
| INSTRUMENTOS ROTATORIOS .....                                   | 20 |
| 4.1 Composición .....                                           | 20 |
| 4.2 Sistema de limas ProTaper Gold.....                         | 21 |
| CAPÍTULO V .....                                                | 22 |
| DESGASTE CERVICAL.....                                          | 22 |
| 5.1 Instrumentación Cervical .....                              | 22 |
| 5.2 Instrumentos Níquel-Titanio para el desgaste cervical. .... | 24 |
| 5.3 La importancia de la Irrigación intraconducto .....         | 25 |
| CAPÍTULO VI .....                                               | 27 |
| IATROGENIAS DURANTE EL TRATAMIENTO ENDODÓNTICO .....            | 27 |

|                                          |    |
|------------------------------------------|----|
| 6.1 Pérdida de longitud de trabajo ..... | 27 |
| 6.1.1 Transporte apical.....             | 27 |
| 6.1.2 Zipping.....                       | 27 |
| 6.2 Perforaciones .....                  | 28 |
| 6.2 Escalones .....                      | 29 |
| 6.4 Bloqueo apical .....                 | 29 |
| 6.5 Fractura de limas.....               | 29 |
| 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....       | 31 |
| 3. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN .....       | 32 |
| 4. JUSTIFICACIÓN.....                    | 33 |
| 5. OBJETIVOS.....                        | 34 |
| 6. HIPÓTESIS .....                       | 35 |
| 7. DISEÑO DE ESTUDIO. ....               | 36 |
| 8. METODOLOGÍA.....                      | 37 |
| 9. RECOLECCIÓN DE DATOS .....            | 39 |
| 10. PRUEBA PILOTO .....                  | 40 |
| 11. PLAN DE ANÁLISIS .....               | 42 |
| 12. ASPECTOS ÉTICOS .....                | 43 |
| 13. TRABAJO DE CAMPO.....                | 44 |
| 14. RESULTADOS .....                     | 52 |
| 15. DISCUSIÓN.....                       | 55 |
| 16. CONCLUSIONES.....                    | 60 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....         | 61 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|                                                                                                  |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1. Base de datos Excel .....                                                               | 55 |
| Tabla 2. Frecuencias respecto a la longitud de trabajo con el instrumento SX ProTaper Gold. .... | 56 |
| Tabla 3. Discrepancias en la longitud de trabajo con el instrumento SX ProTaper Gold. ...        | 56 |
| Tabla 4. Prueba estadística Wilcoxon.....                                                        | 57 |

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

|                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------|----|
| Gráfico 1. Histograma de discrepancias expresado en milímetros..... | 55 |
|---------------------------------------------------------------------|----|

## ÍNDICE DE IMÁGENES

|                                                                                                                                                                                                                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Imagen 1 . Configuración del sistema de conductos, Vertucci 1974.....                                                                                                                                                                                              | 14 |
| Imagen 2. Evaluación del ángulo de Curvatura según Schneider .....                                                                                                                                                                                                 | 15 |
| Imagen 3 Sistema ProTaper Gold (Dentsply □) .....                                                                                                                                                                                                                  | 21 |
| Imagen 4 Fresas Gates Glidden de acero inoxidable.....                                                                                                                                                                                                             | 23 |
| Imagen 5 Abridor (Instrumento SX ProTaper Gold <sup>27</sup> .....                                                                                                                                                                                                 | 24 |
| Imagen 6 Formación del zipping, B) Deformación apical. En un canino curvo .....                                                                                                                                                                                    | 28 |
| Imagen 7 Perforación del conducto radicular curvo.....                                                                                                                                                                                                             | 28 |
| Imagen 8 Saliente en el lado exterior de la curvatura del conducto radicular.....                                                                                                                                                                                  | 29 |
| Imagen 9 Rejilla con agujeros de uso laboratorio.....                                                                                                                                                                                                              | 42 |
| Imagen 10 A) Establecimiento de la longitud de trabajo en molar de acrílico, B)<br>Verificación de la lima de pasaje en molar de acrílico, al que fue tomada la conductometría<br>previamente, C) Establecimiento de la longitud de trabajo en molar extraído..... | 43 |
| Imagen 11 Rejilla de plástico con gel para ultrasonido, sosteniendo un molar.....                                                                                                                                                                                  | 46 |
| Imagen 12 Elección de los 50 molares extraídos .....                                                                                                                                                                                                               | 47 |
| Imagen 13 Molares enumerados en la raíz distal.....                                                                                                                                                                                                                | 47 |
| Imagen 14 Radiografía periapical del molar #5 .....                                                                                                                                                                                                                | 48 |
| Imagen 15 Trazos para determinar la angulación.....                                                                                                                                                                                                                | 48 |
| Imagen 16 Eliminación de caries y restauraciones previas. ....                                                                                                                                                                                                     | 49 |
| Imagen 17 Terminado de cavidad de acceso con fresa endo zeta .....                                                                                                                                                                                                 | 49 |
| Imagen 18 Molares enumerados en la corona y estabilizados en la rejilla de plástico. ....                                                                                                                                                                          | 50 |
| Imagen 19 Establecimiento de la longitud de trabajo a 1mm del ápice anatómico.....                                                                                                                                                                                 | 51 |
| Imagen 20 Irrigación con Hipoclorito de Sodio al 5.25%.....                                                                                                                                                                                                        | 52 |
| Imagen 21 Instrumentación cervical con el instrumento SX de ProTaper Gold. ....                                                                                                                                                                                    | 52 |
| Imagen 22 Conductometría posoperatoria.....                                                                                                                                                                                                                        | 53 |
| Imagen 23 Comparación de longitudes de trabajo. ....                                                                                                                                                                                                               | 53 |

## RESUMEN

**Introducción:** En endodoncia, la conductometría es un paso fundamental para el tratamiento de conductos, gracias a ello, nos permite saber la longitud desde la referencia anatómica hasta el foramen apical, lo cual se denomina longitud de trabajo. Esta longitud de trabajo es de suma importancia para la instrumentación, ya que, la pérdida de la misma nos llevará a realizar iatrogenias como perforaciones, escalones o fracaso del tratamiento.

**Objetivo.** Comparar la longitud de trabajo antes y después del uso de abridores de la raíz mesiovestibular en molares mandibulares extraídos.

**Metodología.** Investigación de tipo experimental y analítica. Se recolectaron 50 molares mandibulares, los cuales se enumeraron aleatoriamente en la raíz distal. Se realizó toma de radiografía a cada molar para determinar la angulación de cada curvatura. Los molares seleccionados fueron con angulación mayor a 21°. Reducción de muestra  $n=30$ . Se realizó eliminación de caries, diseño de cavidad y localización de conducto mesiovestibular, cada conducto se permeabilizó con lima #10 e irrigación con hipoclorito de sodio al 5.25%. Se estabilizó cada molar en un agujero de la rejilla, se determinó la longitud de trabajo preoperatoria, seguido de irrigación usando el instrumento SX ProTaper Gold con indicaciones del fabricante, y se tomó la longitud de trabajo posoperatoria. Prueba estadística Wilcoxon.

**Resultados:** Se analizaron 30 datos en el programa Excel, análisis en el programa estadístico SPSS v.25, para determinar si existen discrepancias respecto a la longitud de medida. La prueba estadística determinó discrepancias en 27 de un total de 30. Valor  $p=.000$  rechazando la hipótesis, existiendo discrepancias en la longitud de trabajo posterior al uso del abiertos SX ProTaper Gold.

**Conclusión:** La investigación realizada permitió observar las discrepancias respecto a la longitud de trabajo después del uso del instrumento SX ProTaper Gold, siendo importante analizar el caso a abordar para en primera instancia eliminar las interferencias en la porción cervical, permitiendo que los instrumentos siguientes no sufran cambios en su diseño, ni alteración en la longitud de trabajo

# MARCO TEÓRICO

## CAPÍTULO I:

### PRIMER MOLAR INFERIOR

#### 1.1 Clasificación de conductos radiculares

En 1974 el Dr. Frank J. Vertucci publicó los resultados obtenidos en un estudio que había realizado en 300 dientes anteroinferiores (100 incisivos centrales, 100 incisivos laterales y 100 caninos) con el método de diafanización (in vitro). A partir de las observaciones realizadas propuso una clasificación del sistema de conductos radiculares para el grupo de dientes anteroinferiores permanentes que consistió en 4 tipos<sup>58</sup>:

- *Tipo I (1)*: Un solo conducto desde la cámara pulpar hasta el ápice
- *Tipo II (2-1)*: Dos conductos separados salen de la cámara pulpar y se unen próximos a llegar al tercio apical para constituir un solo conducto.
- *Tipo III (1-2-1)*: Un solo conducto sale de la cámara pulpar, se divide en dos conductos y se vuelven a unir para terminar como un solo conducto.
- *Tipo IV (2)*: Dos conductos independientes emergen desde la cámara pulpar hasta el ápice radicular.

Diez años después, en 1984 publicó un nuevo artículo en el cual complementó los resultados que había obtenido en 1974. Al grupo inicial de los 300 dientes anteroinferiores se le sumaron 2.100 dientes más, tanto superiores como inferiores, y pertenecientes a diferentes grupos: incisivos (centrales y laterales), caninos, primeros y segundos premolares y primeros y segundos molares. Como en el estudio que había realizado en 1974, nuevamente empleó el método de diafanización para teñir el tejido pulpar de los dientes evaluados. De esta manera, Vertucci se encontró ante un sistema de conductos complejo y quiso complementar los cuatro variaciones anatómicas del sistema de conductos radiculares ya establecidos en 1974 introduciendo cuatro tipos más, por lo cual propuso la clasificación que ha llegado hasta nuestros días y que ha sido considerada como “Gold Standard”<sup>59</sup>:

Clasificación propuesta por Frank J. Vertucci y Gainesville, Fla en 1984<sup>72</sup>:

- Tipo I: Un solo conducto que va desde la cámara pulpar hasta el ápice.
- Tipo II: Consiste en dos conductos radiculares independientes que inician en la cámara pulpar y se unen justo antes de llegar al ápice, constituyendo un soloconducto.
- Tipo III: Inicia un único conducto en la cámara pupar, este conducto se ramifica en dos conductos que nuevamente se unirán para terminar como un solo conducto.
- Tipo IV: Se trata de dos conductos radiculares independientes que inician en cámara pulpar y terminan cada uno en su foramen correspondiente.
- Tipo V: El conducto radicular sale de la cámara pulpar y antes de llegar al ápice se ramifica en dos conductos separados que terminan cada uno en su correspondiente foramen apical.
- Tipo VI: De la cámara pulpar salen dos conductos independientes los cuales se fusionan a nivel del tercio medio radicular y nuevamente se dividen cerca del ápice para terminar cada uno en un foramen.
- Tipo VII: Un único conducto parte de la cámara pulpar, se bifurca, vuelve a unirse a nivel del tercio medio radicular y nuevamente se divide cerca del ápice para dar lugar a dos conductos que terminarán cada uno en un foramen.
- Tipo VIII: Consiste en tres conductos independientes en todo su recorrido, desde la cámara pulpar hasta el ápice radicular, en donde terminarán cada uno en su foramen correspondiente<sup>59</sup>.

A continuación, se muestra de manera gráfica las ocho configuraciones del sistema de conductos propuestas por Vertucci (ver Imagen 1).

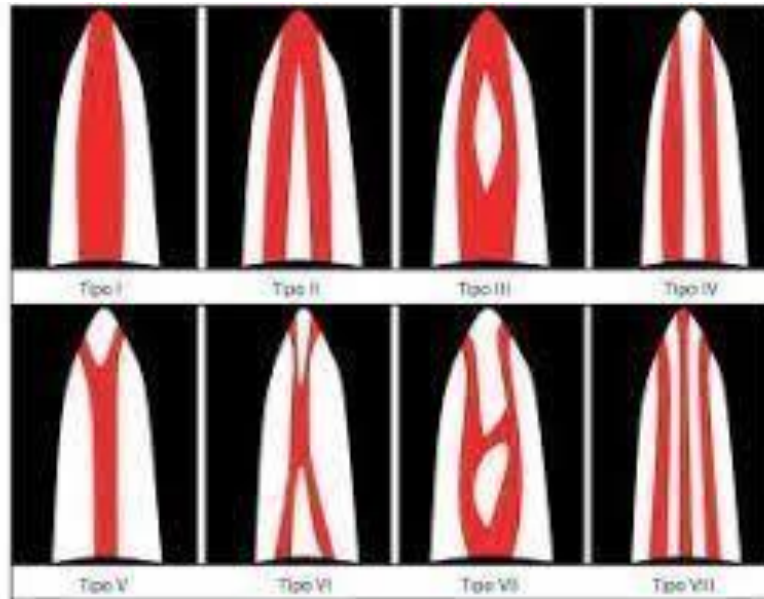


Imagen 1 . Configuración del sistema de conductos, Vertucci 1974.

Fuente: Gutiérrez AH et al. 2015 <sup>59</sup>

## 1.2 Anatomía del primer molar inferior.

El primer molar mandibular típicamente se presenta con 2 raíces bien definidas, una raíz mesial caracterizada por una superficie mesiodistal aplanada y una superficie bucolingual ensanchada, y una raíz distal en su mayoría recta con un conducto oval ancho o 2 conductos redondos<sup>1</sup>. La variable más relevante relacionada con el número de raíces es la presencia de una tercera raíz distolingual, cuya incidencia se ha relacionado con grupos étnicos específicos<sup>2</sup>. La morfología y el ancho bucolingual de la raíz mesial permiten comunicaciones intraconductos e istmos. Actualmente, el istmo (anastomosis) se define como un pasaje pulpar que conecta 2 o más conductos en la misma raíz<sup>3</sup>.

El conocimiento de las variaciones anatómicas que existen en cada diente disminuye el riesgo de errores iatrogénicos durante el tratamiento<sup>4</sup>.

## 1.3 Dentina

La dentina es un tejido duro que ocupa la mayor parte del diente humano. Consta de aproximadamente un 45% de material mineral, un 33% de material orgánico (colágeno tipo

I) y un 22% de agua. El 85% de la pérdida de agua libre puede ocurrir dentro de los 30 minutos cuando la dentina está expuesta a condiciones ambientales<sup>5</sup>.

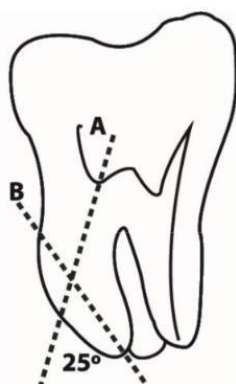
La formación continua y progresiva de dentina en el espacio pulpar reduce el diámetro del conducto radicular, principalmente en el tercio cervical<sup>6</sup>.

#### **1.4 Angulación de las curvaturas.**

La preparación biomecánica de los conductos radiculares curvos es una consideración importante en el tratamiento de endodoncia<sup>79</sup>. Además de los instrumentos del conducto, las técnicas de preparación, la morfología del conducto radicular; la determinación de la curvatura del conducto radicular es sin duda un procedimiento clave para la planificación endodóntica<sup>73</sup>.

En 1971, Schneider realizó un trabajo pionero en la medición de la angulación del conducto radicular<sup>80</sup>. Desde entonces varios métodos han surgido y se han desvanecido, el método de Schneider ya ha sido adoptado por los endodoncistas de todo el mundo como base fundamental para establecer las curvaturas de los conductos radiculares<sup>81</sup>.

En los estudios de curvatura de conductos radiculares se suele utilizar el ángulo de Schneider, cuyo método consiste en trazar primero una línea paralela al eje longitudinal del conducto, en el tercio coronal; luego se dibuja una segunda línea desde el agujero apical para interceptar el punto donde la primera línea dejó el eje largo del conducto. El ángulo de Schneider es la intersección de estas líneas (ver imagen 2)<sup>80</sup>.



**Imagen 2. Evaluación del ángulo de Curvatura según Schneider**

Para el ángulo de curvatura se utilizó la clasificación de Schneider, et al.<sup>83</sup>, siendo considerado como bajo ( $<5^\circ$ ), moderada ( $5-25^\circ$ ) y severo ( $25-70^\circ$ ).

## **CAPÍTULO II**

### **ÁPICE RADICULAR**

El ápice radicular, representa habitualmente gran variabilidad en la forma, dimensión y localización de la constricción apical, por otro lado, la constricción apical es un elemento anatómico con el diámetro más pequeño en el ápice del conducto radicular, en donde finaliza el tejido pulpar e inicia el tejido periodontal, constituyendo el límite de trabajo durante el tratamiento de conductos <sup>9</sup>.

En la localización de la constricción apical intervienen diversos factores, como son el tipo de diente, la ubicación y el diámetro de la constricción apical. Se ha identificado que la constricción apical va de 0.5mm a 0.67mm. Otro factor que interviene para la longitud de trabajo es la ubicación del foramen <sup>10</sup>.

Por muchos años la determinación de la conductometría se ha determinado por el método radiográfico siendo este un estándar de oro, el cual establece como la longitud de trabajo (LT) a aquel instrumento que se encuentre entre 0.5 y 1mm respecto al vértice radiográfico <sup>11</sup>. Esto es tan intangible, que en muchos casos el foramen puede encontrarse lateralmente hasta 3mm del ápice anatómico en el 50 a 98% de los casos <sup>11</sup>.

Sin embargo, al no lograr conseguir una adecuada LT, se llega a una incompleta remoción de tejido pulpar, material necrótico y bacterias durante la instrumentación y obturación de los conductos radiculares permite la aparición de procesos inflamatorios agudos y crónicos, teniendo como desenlace la aparición de patología periapical <sup>12</sup>.

## **CAPÍTULO III**

### **LONGITUD DE TRABAJO**

La longitud de trabajo es importante para el éxito del tratamiento endodóntico, éste debe llegar hasta el conducto cemento dentinario (CDC), que se encuentra a 0.540 mm del foramen apical, y la preparación biomecánica del conducto debe hacerse dentro de estos límites<sup>8</sup>.

La determinación correcta de la longitud de trabajo es una parte crucial en el éxito del tratamiento endodóntico, permite que los procedimientos endodónticos se realicen dentro de los límites del conducto radicular<sup>13</sup>. El uso de los localizadores apicales electrónicos (LAE) para la determinación correcta de la longitud de trabajo han sido de ayuda clínica valiosa; se ha demostrado que los resultados histológicos después del tratamiento endodóntico son superiores cuando la instrumentación y la obturación se encuentran dentro de los límites del estrechamiento apical CDC<sup>8</sup>.

El éxito del tratamiento de conductos radiculares depende de diversos factores, destacando la presencia de complejo de sistemas radiculares<sup>14,15</sup>, así como el correcto establecimiento de la longitud de trabajo que incidan en la instrumentación y obturación, para el éxito de tratamiento endodóntico<sup>16</sup>.

Los factores operatorios también contribuyen con el desenlace de tratamiento de conductos en donde con el tiempo los problemas de transportación, perforaciones y escalones producidos por las limas manuales han sido minimizados con el empleo de diferentes sistemas de instrumentación rotatoria, Níquel-Titanio<sup>17</sup>.

#### **3.1 Localizadores apicales**

Kuttler en 1955 concluyó que el foramen con frecuencia no coincide con el vértice radicular y su posición lateral no es revelada radiográficamente. Estas dificultades motivaron el desarrollo de los localizadores apicales que permiten identificar con exactitud el foramen obteniendo el límite para la preparación<sup>18</sup>.

En 1962 salieron al mercado los primeros localizadores apicales ideados por Sunada y conocidos como de primera generación, que solo eran precisos en conductos secos. La presencia de sangre, exudado, restos pulpares y soluciones irrigadoras determinaban el cierre de la corriente antes de localizar la posición del foramen.<sup>19</sup> Estos localizadores demostraron ser poco exactos cuando se comparaban con las radiografías, la mayoría de las lecturas estaban significativamente más cortas o largas que la longitud de trabajo aceptada <sup>20</sup>.

Para determinar la longitud de trabajo con localizadores apicales, en un estudio ex vivo se colocó un recipiente con suero fisiológico, y se le colocó el clip labial para cerrar el circuito, el otro electrodo fue colocado en la lima ubicada dentro del conducto para realizar la medición, el calibre de esta lima dependía del diámetro del conducto y variaba de 0.8 a 15 (Dentsplay, Maillefer)<sup>21</sup>.

### **3.1.1 Medios de conducción.**

Para el uso de localizadores electrónicos apicales (LAE) en estudios in vitro existen diferentes tipos de conducción, siendo típicamente líquidos o geles, los cuales proveen una unión fija entre la sonda y la superficie. Las ventajas y las desventajas de cada tipo de agente conductor son considerados a continuación <sup>25</sup>:

- **Líquidos:**

Generalmente aptos para superficies lisas. Los medios líquidos por lo general proveen impedancias acústicas ligeramente más bajas, pero a menudo compensan esto con la facilidad con que son aplicados y con la que desplazan el aire. Pueden ofrecer una buena transmisión de las ondas longitudinales, comparable a la transmisión de los conductores en gel o adhesivos. Las principales desventajas de estos, es que presentan una baja viscosidad y tienen tendencia a escurrir de la zona y secarse, agotándose con el tiempo, por lo que no son adecuados cuando el estudio requiere un periodo de tiempo largo. Una ventaja adicional es que estos conductores son removidos con suma facilidad.

- Geles:

El medio de conducción tipo gel por lo general provee impedancias acústicas ligeramente mayores que las de los líquidos. Los más comunes son el gel para ultrasonido o la glicerina. Éstos también son sumamente fáciles de aplicar y retirar de la zona de estudio, y resbalan con menos facilidad de las superficies. La mayor viscosidad de los geles con respecto a la de los líquidos, los vuelve más apropiados en superficies ásperas, donde se requiere de rellenar dichas asperezas. La mayoría de los conductores tipo gel se desecan con el tiempo, particularmente alrededor de los bordes del sensor. Esto limita a los geles a estudios que tengan duraciones no mayores a unas cuantas horas. Debido a su relativamente baja viscosidad, son buenos para desplazar el aire atrapado entre la región de contacto con sólo realizar algo de presión con el transductor sobre la zona de estudio. La glicerina ofrece la mayor impedancia acústica de entre los conductores tipo gel y líquidos más comunes, produciendo, por lo tanto, una mejor transmisión en la mayoría de los casos.

## **CAPÍTULO IV**

### **INSTRUMENTOS ROTATORIOS**

El uso de instrumentos rotatorios para la preparación del conducto radicular es casi tan antiguo como los instrumentos manuales. Fueron introducidos al final del siglo pasado por Imura y Zuolo en 1998, por mucho tiempo pasaron casi inadvertidos<sup>63</sup>.

#### **4.1 Composición**

La aleación usada en la fabricación de instrumentos endodónticos consiste en aproximadamente 55% níquel y 45% titanio siendo llamada genéricamente Nitinol<sup>50</sup>. Desde entonces han revolucionado los convencionales diseños de los instrumentos, cambiando principalmente las secciones transversales y conicidades, en busca de instrumentos con mayor eficiencia de limpieza y conformación del sistema de conductos radiculares<sup>51-53</sup>.

La introducción de la instrumentación rotatoria de Níquel -Titánio (NiTi) ha revolucionado la endodoncia en las últimas décadas con un éxito predecible<sup>31</sup>.

Los instrumentos endodónticos fabricados con aleaciones de NiTi fueron introducidos en el mercado en 1988, con el objetivo de sustituir la rigidez, o sea el alto módulo de elasticidad de los materiales de acero inoxidable<sup>46-48</sup>. Estos instrumentos son de dos a tres veces más flexibles que las limas de acero inoxidable<sup>49</sup>.

Los sistemas de limas rotatorias de NiTi se han desarrollado para aumentar la flexibilidad y reducir los errores iatrogénicos con aleaciones especiales, diferentes diseños de sección transversal, filos de corte y conicidad variable. Las aleaciones de NiTi ofrecen a las limas flexibilidad y una mejor adaptación a los conductos radiculares curvos. A pesar de todas las ventajas de las limas NiTi, la falla de las limas durante el uso clínico es una complicación importante<sup>64</sup>.

El tratamiento térmico de la aleación de NiTi también es uno de los métodos de fabricación para mejorar el rendimiento mecánico, ajustando su temperatura de transición y controlando la microestructura de la aleación <sup>29</sup>.

#### 4.2 Sistema de limas ProTaper Gold

Las limas ProTaper Gold (Dentsply→), son sistemas rotativos secuenciales (ver imagen 3) con una sección transversal triangular convexa y una conicidad progresiva. La sección triangular convexa mejora el corte a la vez que disminuye la fricción rotacional entre la hoja de la lima y la dentina<sup>77</sup>. Según el fabricante, los instrumentos ProTaper Gold (Dentsply→) tienen la misma geometría que el ProTaper Universal (Dentsply→) pero fabricados con un tratamiento térmico patentado para que tengan mayor flexibilidad y resistencia a la fatiga cíclica <sup>26, 27</sup>. ProTaper Gold es más del doble de resistente a la fatiga cíclica que ProTaper Universal, el mango más corto de ProTaper Gold mejora la accesibilidad a los dientes, el proceso patentado de ProTaper Gold le permite mantener las curvaturas de los conductos<sup>75</sup>. Funciona con un movimiento giratorio y está hecho de una aleación de NiTi con un tratamiento térmico llamado M-wire, que se considera que presenta un diseño progresivamente cónico que afirma mejorar la eficiencia y la seguridad del corte, permitiendo acompañar a la anatomía, incluso a las más desafiantes<sup>30</sup>. Permite que cada instrumento siga de forma segura la porción del conducto ya instrumentado y la pequeña área plana de la punta mejora la capacidad de encontrar su camino a través del tejido blando y los detritus<sup>78</sup>.

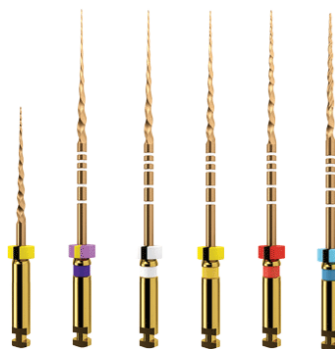


Imagen 3 Sistema ProTaper Gold (Dentsply→)

Fuente: Página oficial de Dentsply→<sup>76</sup>

## **CAPÍTULO V**

### **DESGASTE CERVICAL**

El agrandamiento del conducto radicular tiene como objetivo proporcionar suficiente espacio para actuar como un depósito para la irrigación, eliminar la capa superficial de dentina infectada y producir una forma que facilite el sellado<sup>61</sup>.

La preparación excesiva de un área donde la pared interna de la dentina del diente es delgada puede conducir a una perforación crítica en forma de 'tira' en la cual la lima endodóntica remueve la estructura del diente hasta que existe una comunicación entre el sistema del conducto interno y el hueso externo circundante<sup>62</sup>.

Con el fin de relocalizar el orificio del conducto, permitiendo un acceso directo al conducto eliminando interferencias y preparar la porción coronal del mismo<sup>74</sup>.

#### **5.1 Instrumentación Cervical**

Las técnicas biomecánicas para la preparación de conductos radiculares han evolucionado desde métodos manuales hasta técnicas rotativas que emplean instrumentos de níquel-titanio.

Anteriormente, se usaban fresas con tallos largos para contraángulos de baja velocidad que eran útiles porque mejoraban la visibilidad en las preparaciones profundas de cámaras pulpares, llamadas Gates-Glidden, fabricadas de acero inoxidable, con una porción media del 13% de cromo, están compuestas por una parte activa de forma ovalada (que mide entre 1.5 y 4.0 mm), una porción intermedia delgada y una de mayor grosor, que se fija al contra ángulo. Las láminas de las fresas Gates Glidden no poseen ángulos y sí superficies planas, con el fin de reducir la agresividad y la tendencia a atornillarse en el interior del conducto radicular. Se utilizan para ampliar y conformar los conductos, en sus tercios cervicales y en ocasiones hasta tercio medio. Su equivalencia con limas manuales es 0.20 mm entre cada instrumento. La utilización de las fresas Gates Glidden núm. 1 equivale a una lima manual número 0.50, y una número 2 a una 0.70 mm y así sucesivamente<sup>86</sup>.



**Imagen 4. Fresas Gates Glidden de acero inoxidable.**  
(De Johnson WT: Color atlas of endodontics, St Louis, 2002).

Muchos de los nuevos instrumentos de níquel-titanio conocidos como abridores de orificios o formadores de orificios tienen una forma más cónica, por lo que su parte activa más ancha crea el ensanchamiento necesario del conducto<sup>4</sup>. Además, este ensanchamiento coronal puede reducir el riesgo de modificar la anatomía del conducto, aunque los instrumentos deben usarse con cuidado para evitar debilitar el diente. Estos instrumentos (Ver imagen 4) preparan inicialmente la porción coronal del conducto, seguida de la preparación de los tercios medio y apical<sup>65</sup>.

Se debe realizar un desgaste previo de los tercios cervical y medio del conducto radicular para mejorar la determinación del diámetro del conducto en la constricción apical. Esto permite una estimación más precisa del verdadero diámetro anatómico y puede evitar dejar intactas partes de las paredes del conducto<sup>24</sup>.

Pecora et al.<sup>75</sup> en su estudio, el ensanchamiento previo de los tercios cervical y medio del conducto radicular con instrumentos rotatorios proporcionó una determinación significativamente más precisa de la longitud de trabajo. Los abridores de orificio crearon una relación más precisa entre el tamaño de la lima y el diámetro anatómico<sup>73</sup>.

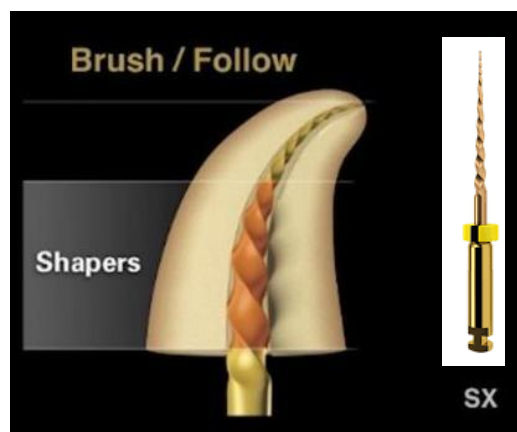


Imagen 5 Abridor (Instrumento SX ProTaper Gold<sup>27</sup>

Fuente: Página oficial de Dentsply<sup>76</sup>

## 5.2 Instrumentos Níquel-Titanio para el desgaste cervical.

Los instrumentos de endodoncia de Ni-Ti, con diferentes ahusamientos, han apuntado un cambio en la terapia endodóntica. Pueden moldear mejor las superficies del conducto radicular, evitando o, al menos, minimizando escalones, perforaciones, y otras modificaciones no deseadas del conducto radicular. Algunos instrumentos nuevos de Ni-Ti tienen un cono ensanchado, por lo que producen una mayor expansión de la cara coronal del conducto radicular, lo que permite que el sistema de limas funcione como esperamos. Además, este ensanchamiento coronal reduce el riesgo de modificación de la anatomía del conducto<sup>60</sup>.

El sistema de limas ProTaper Gold (Dentsply®), cuenta con el instrumento SX, especial para preparación cervical o desgaste anticurvatura<sup>27</sup>, dicho instrumento níquel-titanio posee una longitud de 19 mm y presenta un anillo de color dorado, el objetivo de esta lima es conformar el tercio coronal y medio eliminando las interferencias para facilitar el acceso del resto de limas al tercio apical. Actúa con acción de cepillado durante el movimiento de retirada para

crear un acceso radicular recto. Las indicaciones de uso según el fabricante son 300rpm con torque de 5N<sup>76</sup>.

Dentro de las ventajas del desgaste anticurvatura se encuentran<sup>74</sup>:

- Mejora la adaptación del cono principal de gutapercha.
- Mejora la introducción del espaciador, así como los procedimientos de obturación independientemente de la técnica empleada.
- Facilita la preparación de espacio para retención intrarradicular.
- Reduce la posibilidad de fractura de los instrumentos manuales.
- Reduce el tiempo de la preparación biomecánica y la fatiga del profesional.

### **5.3 La importancia de la Irrigación intraconducto**

La eliminación de los sustratos pulpaes necróticos y vitales de los microorganismos y sus toxinas del sistema de conductos radiculares es la base para un tratamiento de endodoncia exitoso<sup>43</sup>.

Durante las fases de limpieza y modelado de un tratamiento de endodoncia, es posible distinguir la limpieza química de la mecánica<sup>44, 45</sup>. La limpieza mecánica, además de la eliminación del tejido pulpar necrótico o vital, conduce a la formación de una capa delgada de desechos, conocida como "capa de barrillo". Esta capa está formada por compuestos orgánicos y sustancias inorgánicas que deben eliminarse de las paredes del conducto, túbulos dentinarios y ramas del conducto radicular con la ayuda de irrigantes.

La presencia de istmos y anastomosis puede dificultar mucho la limpieza química del sistema de conductos radiculares, ya que pueden bloquearse con el barrillo dentinario.

Las características ideales de los irrigantes de conductos radiculares incluyen<sup>66</sup>:

- La lubricación limpiadora de los instrumentos de endodoncia y del sistema de conductos radiculares.
- La disolución de sustancias inorgánicas y orgánicas.
- La acción antimicrobiana.
- La ausencia de citotoxicidad.
- La ineficiencia en la alteración de la microestructura dental.

La solución irrigante más utilizada es el hipoclorito de sodio al 5.25%, además de sus propiedades bactericidas y disolvente de tejidos entre otras, actúa también como medio electroconductor<sup>18</sup>.

## **CAPÍTULO VI**

### **IATROGENIAS DURANTE EL TRATAMIENTO ENDODÓNTICO**

El tratamiento endodóntico está sujeto a accidentes y complicaciones. Se pueden evitar consecuencias desastrosas para la preparación del conducto radicular, como la pérdida de la longitud de trabajo, el transporte apical, la creación perforaciones, escalones, deformación apical (zipping), stripping la fractura de instrumentos dentro del conducto radicular. Como consecuencia, puede ocurrir irritación de los tejidos perirradiculares por los irrigantes extruidos o los materiales de obturación debido a la pérdida de un tope apical<sup>7,54,55</sup>.

#### **6.1 Pérdida de longitud de trabajo**

La determinación de una longitud de trabajo (LT) precisa es uno de los procedimientos más importantes de la terapia endodóntica, y es un factor clave para el éxito del tratamiento. Su pérdida podría dar lugar a una medición demasiado larga y conducir la preparación más allá de la constricción apical, provocando sobre instrumentación y sobre obturación, las cuales son generalmente acompañadas de dolor postoperatorio<sup>71</sup>.

##### **6.1.1 Transporte apical**

El desplazamiento y agrandamiento del foramen apical puede ocurrir como resultado de una determinación incorrecta de la longitud de trabajo, enderezamiento de conductos radiculares curvos, extensión y preparación excesivas; como consecuencia, puede ocurrir irritación de los tejidos perirradiculares por los irrigantes extruidos o los materiales de obturación debido a la pérdida de un tope apical<sup>66</sup>.

##### **6.1.2 Zipping**

La creación de un “zipping” está asociada con la compresión y describe una región estrecha del conducto radicular en el punto de máxima curvatura como resultado del ensanchamiento irregular que se produce coronalmente a lo largo de la cara interna y apicalmente a lo largo de la cara externa de la curva. La conicidad irregular y la conicidad y el flujo insuficientes asociados con el zipping pueden comprometer la limpieza y el llenado de la parte apical del conducto radicular (Ver imagen 6A, B)<sup>67</sup>.



Imagen 6. A) Formación del zipping, B) Deformación apical. En un canino curvo.

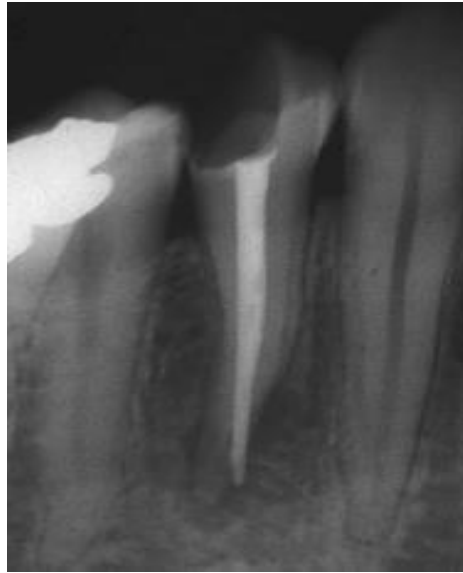
Fuente: Hülsman, et al. 2005<sup>67</sup>.

## 6.2 Perforaciones

Las perforaciones del conducto radicular pueden ocurrir como resultado de la preparación con instrumentos inflexibles con una punta cortante afilada cuando se usan con un movimiento de rotación (Imagen 7). De igual manera son el resultado de una preparación excesiva y del enderezamiento a lo largo de la cara interna de la curvatura del conducto radicular (Ver imagen 8). Estas están asociadas con la destrucción del cemento radicular y la irritación y/o infección del ligamento periodontal y son difíciles de sellar. Las paredes radiculares del aspecto furcal de las raíces suelen ser extremadamente delgadas y, por lo tanto, se denominaron "zonas de peligro"<sup>67</sup>.



Imagen 7. Perforación del conducto radicular curvoFuente: Hülsman, et al. 2005<sup>67</sup>



**Imagen 8. Saliente en el lado exterior de la curvatura del conducto radicular.**

**Fuente: Hülsman, et al. 2005<sup>67</sup>.**

### **6.3 Escalones**

El escalón del conducto radicular puede ocurrir como resultado de la preparación con instrumentos inflexibles con una punta cortante afilada e inflexible, especialmente cuando se utilizan con un movimiento de rotación. El escalón se encontrará en el lado exterior de la curvatura como una plataforma, que puede ser difícil de eludir ya que con frecuencia se asocia con el bloqueo de la parte apical del conducto radicular<sup>68-</sup>

### **6.4 Bloqueo apical**

El bloqueo apical del conducto radicular se produce como resultado del empaquetamiento de tejido o desechos y da como resultado una pérdida de la longitud de trabajo y de la permeabilidad del conducto radicular. Como consecuencia, la desinfección completa de la parte más apical del sistema de conductos radiculares es imposible<sup>67</sup>.

### **6.5 Fractura de limas**

Una de las complicaciones más comunes dentro el tratamiento de conductos radiculares es la fractura de las limas de NiTi, esto ocurre debido a la fatiga cíclica o torsional <sup>32</sup>. La fractura por fatiga cíclica se produce cuando las limas se exponen a fuerzas repetitivas de compresión y tensión dentro de los conductos curvos <sup>33</sup>. Muchos estudios que examinaron la resistencia a la fatiga cíclica de las limas de NiTi se llevaron a cabo en conductos artificiales <sup>22, 23</sup>. La falla por fatiga comienza con la formación de microfisuras superficiales que parecen surgir de las irregularidades desde su fabricación. La profundización de las microfisuras, como resultado de cada ciclo de carga, conduce a la separación completa del instrumento <sup>34-36</sup>.

Mientras que la fractura torsional se produce por el atrapamiento de un segmento del instrumento rotatorio dentro del conducto radicular. Este, al continuar girando, sobrepasa su

límite elástico e inicia la deformación plástica que lleva posteriormente a la fractura del instrumento. Este tipo de fractura puede prevenirse realizando procedimientos como el preensanchamiento<sup>56</sup>.

La desventaja de una lima Ni-Ti es que se puede fracturar sin previo aviso, es decir, sin mostrar durante el procedimiento clínico señales visibles de deformación plástica, lo que hace este accidente muy difícil prevenir<sup>57</sup>.

En los últimos años, los médicos y los fabricantes han tratado de encontrar diferentes formas de reducir el riesgo de separación intraconducto, haciendo que los instrumentos sean más resistentes tanto a la tensión de flexión como de torsión. Para alcanzar este objetivo, el desarrollo ha seguido principalmente tres caminos diferentes: el cambio en el diseño de los instrumentos, los tratamientos térmicos de la aleación y el uso de diferentes tipos de movimientos<sup>37-42</sup>.

## **2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Longitud de trabajo se define como la distancia desde un punto de referencia coronal hasta el punto en el que se debe terminar la preparación y la obturación del conducto radicular <sup>1</sup>.

Determinar la longitud de trabajo, es una de las etapas esenciales dentro del tratamiento de conductos radiculares, ya que de ella dependerá en gran medida el pronóstico del tratamiento endodóntico.

En los dientes posteriores, las interferencias internas son los rebordes de dentina cervical y la constricción natural del conducto coronal. Los rebordes cervicales son salientes de dentina que muchas veces sobresalen, con lo que restringen el acceso a los conductos radiculares y acentúan las curvaturas de los conductos existentes.

La eliminación de estas interferencias permite un fácil acceso de los instrumentos, mejora la configuración del conducto radicular, logrando así, un adecuado acceso sin interferencias en donde pueda existir estrés del instrumento y su posible rotura. Es preciso conocer que instrumento se usará para realizar el desgaste de esta dentina de interferencia, ya que un desgaste excesivo podría conducir al debilitamiento o a la fractura del órgano dentario.

## **2. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.**

¿Existirá discrepancia respecto a la longitud de trabajo antes y después del uso de abridores en la raíz mesiovestibular de molares inferiores?

### **3. JUSTIFICACIÓN.**

Con el uso de las nuevas tecnologías para realizar tratamientos endodónticos más eficaces y en menor tiempo, los localizadores de ápice suelen ser los instrumentos más utilizados por los endodoncistas; sin embargo, algunos clínicos suelen tener problemas durante la determinación de la longitud de trabajo, ya que, antes de la negociación de los conductos radiculares muchas veces no se eliminan las interferencias cervicales, esto les permitiría una correcta permeabilidad del conducto radicular y fácil acceso hacia el foramen apical, de lo contrario causaría alteraciones en el establecimiento de la misma.

Debido al crecimiento de dentina en la entrada de los conductos radiculares, los instrumentos de permeabilidad del conducto generan tensión, aumento del ángulo de la instrumentación, perforaciones, aumento de la longitud de trabajo o formación de escalones, desencadenando problemas que suelen ser evidentes en el momento de la instrumentación y verse reflejados en la obturación, provocando extrusión de material.

Por ello, la finalidad de este estudio es determinar las discrepancias de medida respecto a la longitud de trabajo con el uso de abridores.

## **4. OBJETIVOS**

### **5.1 Objetivo General**

Comparar la longitud de trabajo antes y después del uso de abridores de la raíz mesiovestibular en molares mandibulares extraídos.

### **5.2 Objetivos Específicos.**

- Determinar la longitud de trabajo de la raíz mesiovestibular en molares mandibulares extraídos previo al uso de abridores.
- Determinar la longitud de trabajo de la raíz mesiovestibular en molares mandibulares extraídos posterior al uso de abridores.
- Comparar los resultados de las longitudes de trabajo mediante localizador de ápice.

## **5. HIPÓTESIS**

- **Hipótesis Nula ( $H_0$ )**

No existe discrepancia en la toma de la longitud de trabajo posterior al uso SX ProTaper Gold.

## **7. DISEÑO DE ESTUDIO.**

Investigación de tipo Experimental y Analítico.

## 6. METODOLOGÍA

### 8.1 Lugar y duración:

Posgrado de Endodoncia de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas de febrero a junio 2022.

### 8.2 Universo:

50 molares mandibulares.

### Unidades de observación:

50 radiografías periapicales, tomadas a través del radiovisógrafo Runyes, Sensor Digital DS530 una resolución real de 27 pl/mm. Fotografías, 30 fotografías tomadas con la cámara fotográfica Canon Rebel T7.

### 8.3 Métodos de muestreo:

Muestreo probabilístico aleatorio simple.

### 8.4 Tamaño de la muestra:

30 molares mandibulares, la raíz mesiovestibular tenga curvatura mayor a 21°.

### 8.5 Criterios de inclusión y exclusión:

- Inclusión:

Molares mandibulares con la raíz MV completa

Molares mandibulares con curvatura mayor a 21°.

Molares sin presencia de reabsorción en su raíz MV.

Molares sin presencia de obliteraciones en la raíz MV.

- Exclusión:

Molares mandibulares con la raíz MV incompleta

Molares con la raíz MV con ápice abierto

Molares con tratamiento endodóntico previo.

Molares con calcificación radicular en la raíz MV.

## 8.7 Variables del estudio

| Variable Dependiente       | Definición conceptual                                                       | Definición operacional                                              | Tipo de variable        | Escala de medición |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-------------------------|--------------------|
| <b>Longitud de trabajo</b> | Longitud de medida que va desde un punto de referencia coronal hasta el CDC | Localizador de ápice, que permite determinar la longitud de trabajo | Cuantitativa<br>Ordinal | Milímetros         |

## **7. RECOLECCIÓN DE DATOS**

- Se realizó una base de datos en una hoja de cálculo del programa Excel, donde se recolectaron datos como: número de muestra, longitud de medida de la longitud de trabajo preoperatorio y posoperatorio. Posterior a esto, se analizaron las observaciones obtenidas de las longitudes medidas en el programa estadístico SPSS v.25, para determinar si existen discrepancias respecto a la longitud de medida.
- Se realizaron gráficos y tablas para comparación de los resultados obtenidos.

## 8. PRUEBA PILOTO

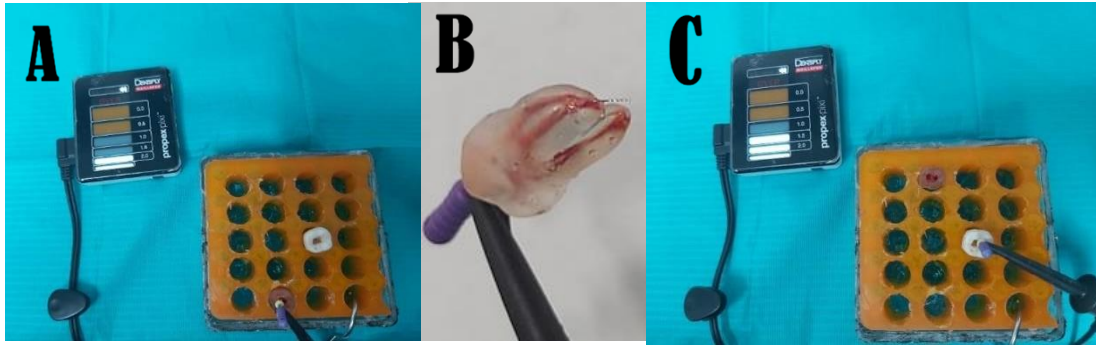
Se realizó la prueba piloto con dos primeros molares inferiores, uno consistía en un molar 3D de acrílico previamente cavitado y el otro previamente extraído y cavitado. Todo fue realizado en un dispositivo el cual consistía en un recipiente de acrílico con gel para ultrasonido y sobre ello una rejilla con agujeros de uso laboratorio para colocar tubos eppendorf (Ver imagen 9), teniendo la función de estabilizar los molares de acrílico y extraído.



Imagen 9. Rejilla con agujeros de uso laboratorio

Se utilizaron tres agujeros de la rejilla, en uno se colocó el clip labial para lograr la conducción necesaria para el localizador electrónico de ápices Propex Pixi (Dentsply, Maillefer), en el segundo agujero se colocó el molar de acrílico y en el tercer agujero se colocó el primer molar inferior, ambos con cavidad de acceso previamente realizada, posteriormente fueron estabilizados con cianocrilato en la porción cervical.

Se comenzó insertando el clip labial en el agujero correspondiente de la rejilla de plástico, seguido del molar de acrílico, a lo cual se introdujo una lima K #10 (Dentsply, Maillefer) dentro del conducto radicular con movimientos oscilatorios hacia apical, posteriormente se le colocó el clip de lima a la misma, a lo cual el localizador electrónico de ápice Propex Pixi (Dentsply, Maillefer) no detectaba la longitud de trabajo; por lo que se realizó el mismo procedimiento con el primer molar inferior extraído y en este caso si hubo señal del localizador apical (Dentsply, Maillefer). Ese es el motivo por el cual se descartó realizar esta investigación con molares 3D de acrílico. (Ver imagen 10).



**Imagen 10. A) Establecimiento de la longitud de trabajo en molar de acrílico, B) Verificación de la lima de pasaje en molar de acrílico, al que fue tomada la conductometría previamente, C) Establecimiento de la longitud de trabajo en molar extraído.**

## 9. PLAN DE ANÁLISIS

- **Hipótesis de Investigación (Hi)**

Existe discrepancia en la toma de la longitud de trabajo posterior al uso de abridores.

- **Hipótesis Nula (Ho)**

No existe discrepancia en la toma de la longitud de trabajo posterior al uso de abridores.

- **Prueba Estadística**

Prueba Wilcoxon

## **10. ASPECTOS ÉTICOS**

Esta es una investigación sin riesgos, ya que el estudio se desarrolló en molares extraídos y no se usó técnicas ni materiales que dañen a terceras personas.

## 11. TRABAJO DE CAMPO

- Confección del dispositivo.

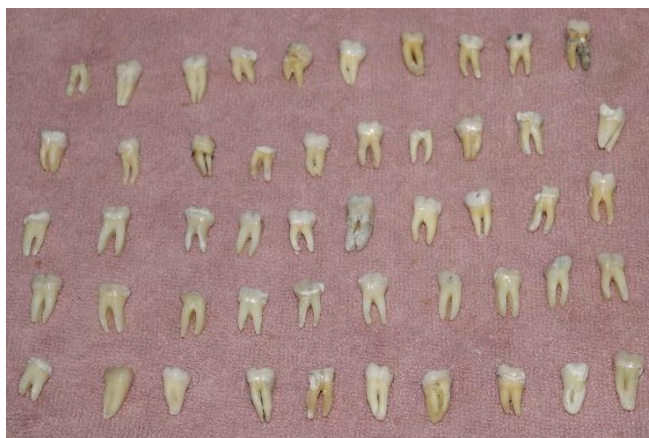
Se realizó la confección de un dispositivo inspirado en un contenedor de plástico con tapa en la cual se realizaron dos agujeros: en uno de menor diámetro se introdujo el clip del localizador de ápices y en el otro agujero de mayor diámetro el molar<sup>88</sup>. Al interior del dispositivo contenía gel conductor para ultrasonido<sup>88</sup>. Para fines del estudio se realizaron modificaciones usando un dispositivo de acrílico, en lugar de tapa se usó una rejilla de plástico (de uso laboratorio para colocar tubos eppendorf) teniendo la función de estabilizar los molares extraídos (Ver imagen 11).



*Imagen 11 Rejilla de plástico con gel para ultrasonido, sosteniendo un molar.*

- Recolección de muestras.

Se recolectaron 50 primeros molares inferiores, los cuales fueron extraídos por enfermedad periodontal y caries otorgados por alumnos de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (Ver imagen 12).



**Imagen 12. Elección de los 50 molares extraídos**

- Preparación de muestras

A cada molar se le asignó un número de manera aleatoria simple, el cuál fue colocado con plumón permanente en la raíz distal (Ver imagen 13).



**Imagen 13. Molares enumerados en la raíz distal.**

Individualmente, se realizó toma de una radiografía periapical (Ver imagen 14) a través del radiovisógrafo Runyes, Sensor Digital DS530 a una resolución real de 27 pl/mm y aparato de rayos X Corix® 70 Plus-USV-WM (Dental).

Una vez que se obtuvo las 50 radiografías, se determinó la angulación de la curvatura de cada molar por medio de la aplicación EndoPrep [Dental Sciences Australia Pty. Ltd.](#) (Ver imagen 15). Los trazos fueron posicionados en base a los criterios de Schneider<sup>80</sup>.

Al tener las angulaciones listas, se seleccionaron los molares con curvaturas mayores a  $21^\circ$ , según la clasificación de Seidberg, et al. corresponde al grado moderado y severo.<sup>83</sup>

Enseguida, se procedió a la recolección definitiva de muestra los cuales fueron 30 molares.

Previo al uso de las muestras, se eliminaron los desechos y tejidos circundantes a los molares y restauraciones previas (Ver imagen 16). Se desinfectaron con Timol al 0.1% por 24 horas<sup>84</sup>, posteriormente permanecieron sumergidos en solución salina hasta el momento del procedimiento, esto con el fin de que se mantuvieran hidratados<sup>85,86</sup>.



Imagen 14. Radiografía periapical del molar #5

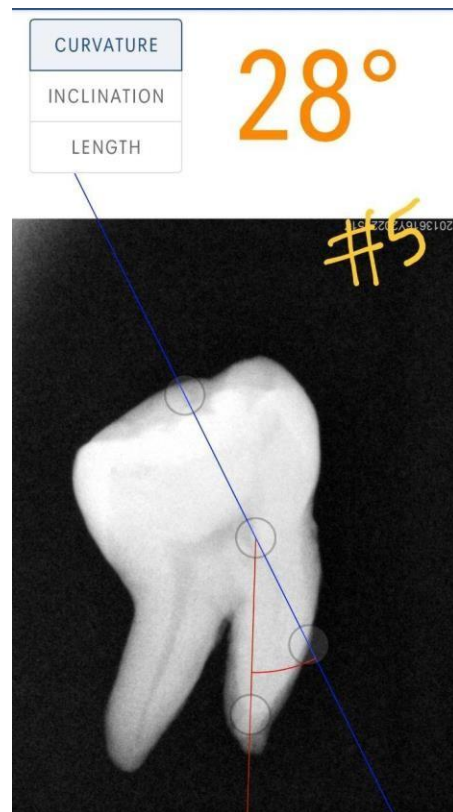


Imagen 15. Trazos para determinar la angulación.



**Imagen 16. Eliminación de caries y restauraciones previas.**

- Manipulación de las muestras.

Se eliminaron las cúspides correspondientes al conducto radicular a trabajar para obtener una mayor estabilidad en los puntos de referencia<sup>87</sup> realizado con fresa de fisura activada con pieza de mano de alta velocidad (Kavo Smart) refrigerado con agua bidestilada. Posteriormente, se realizaron las cavidades de acceso en todos los molares según la anatomía correspondiente con fresa de bola #4, terminando su conformación con fresas Endo zeta<sup>88</sup>, (Ver imagen 17), seguido de la localización de los conductos radiculares mesiovestibular por medio del explorador DG16 (Hu-Friedy)<sup>88</sup>.



**Imagen 17. Terminado de cavidad de acceso con fresa endo zeta**

Antes de colocar los molares en la rejilla se colocó el número de cada molar en la corona del órgano dentario, a manera de que fuera visible, en seguida, se posicionaron los molares en cada agujero de la rejilla (Ver imagen 18).

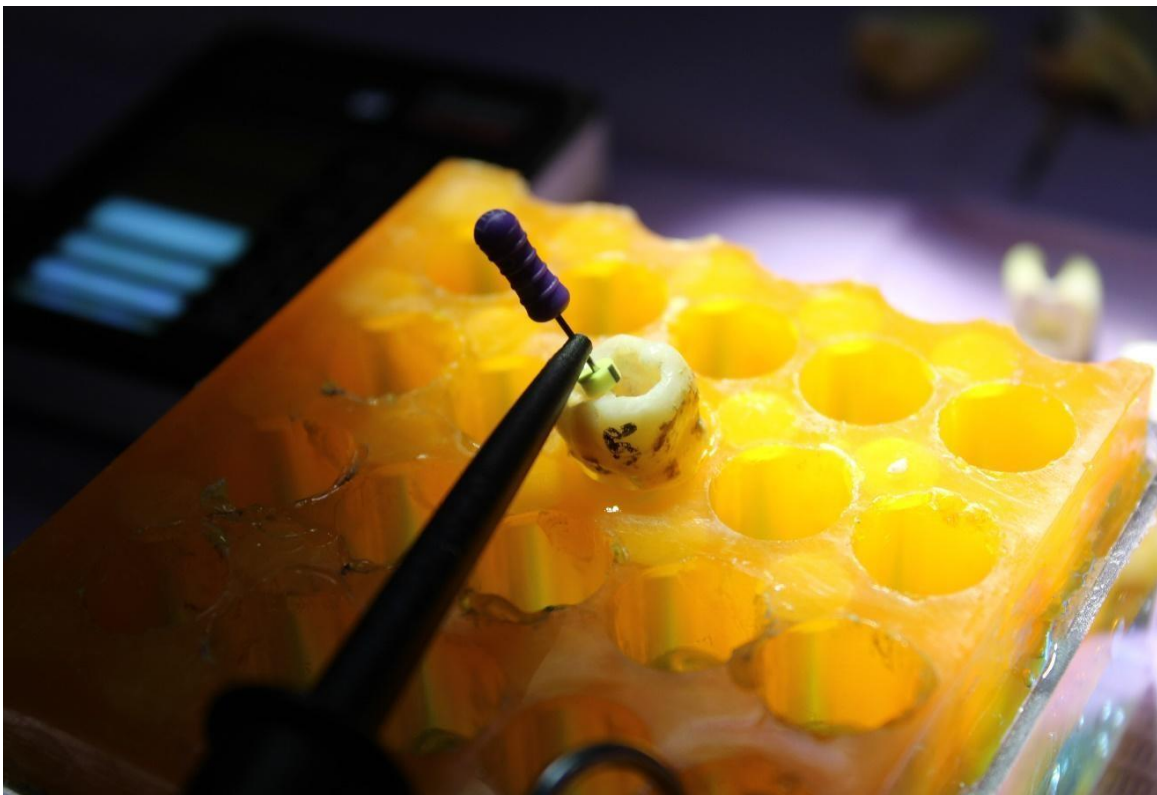


**Imagen 18. Molares enumerados en la corona y estabilizados en la rejilla de plástico.**

Se permeabilizó el conducto mesiovestibular de cada molar a partir de la lima K #8 hasta la lima K #10 (Dentsply®/Maillefer-Ballaigues-Suiza), según cada caso, con movimiento oscilatorio hacia apical e irrigación con Hipoclorito de sodio al 5.25%<sup>7,87,88</sup>.

En uno de los agujeros sobrantes de la rejilla se colocó el clip labial del localizador de ápice (Propex Pixi, Dentsply Maillefer).

Se introdujo la lima K #10 (Dentsply®/Maillefer-Ballaigues-Suiza) en el conducto mesiovestibular colocándole el clip de la lima, una vez realizado ese paso, se encendió el localizador y por medio de movimientos oscilatorios hacia apical, se fue introduciendo la lima K #10 (Dentsply, Maillefer) sobrepasando el ápice y regresando con movimiento oscilatorios hasta que el localizador de ápice (Propex Pixi, Dentsply Maillefer) marcó a 1mm del ápice anatómico, se realizó ajuste del tope de hule sobre la cúspide de referencia con una pinza de curación estéril (Ver imagen 19).



**Imagen 19. Establecimiento de la longitud de trabajo a 1mm del ápice anatómico.**

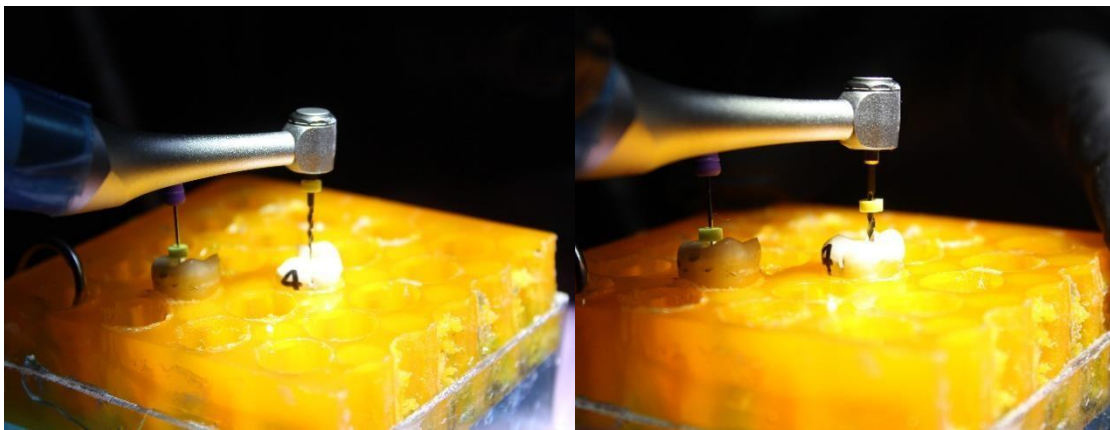
Posteriormente, se retiró el clip de la lima seguido de la lima con movimiento oscilatorios hacia coronal, una vez fuera del molar, se colocó la lima en la regla milimetrada (Dentsply Maillefer) la medición fue desde la punta de la lima hasta el tope de hule a lo que sería la longitud de trabajo para realizar la comparación y discrepancias en longitud, en caso de existir.

En seguida, se irrigó la cámara pulpar y el conducto mesiovestibular con Hipoclorito de sodio al 5.25% con jeringa de 5ml y aguja endo eze 30G con salida lateral (Ultradent) y aspirado con cánula endodóntica y puntas capillary Tip (Ver imagen 20). Posteriormente, se dejó una piscina de Hipoclorito y se colocó el abridor SX de ProTaper Gold (Dentsply®/Maillefer-Ballaigues-Suiza) con un torque de 300 rpm / 4.0 Ncm impulsado por el motor Xtreme (Eigtheeth) con 3 movimientos de cepillado hacia la zona de seguridad con una ligera presión apical es llevado al conducto radicular con movimientos de entrada y salida al conducto en

la porción cervical y medio (Ver imagen 21). Seguido de irrigación con Hipoclorito de Sodio al 5.25% y aspirado con cánula endodóntica y puntas capillary Tip (Ver imagen 20).



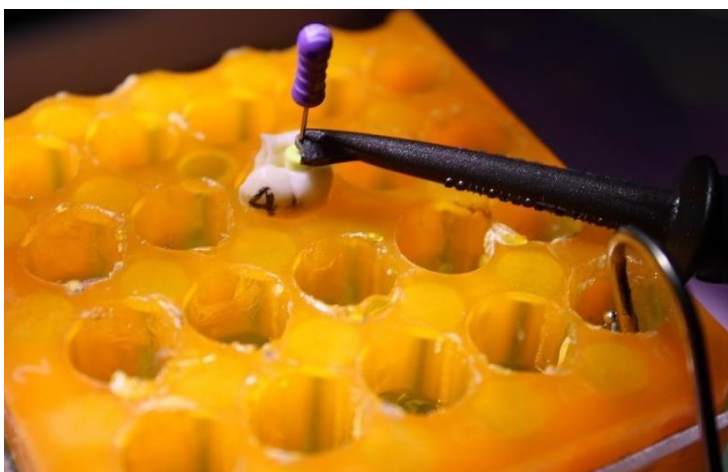
**Imagen 20. Irrigación con Hipoclorito de Sodio al 5.25%.**



**Imagen 21. Instrumentación cervical con el instrumento SX de ProTaper Gold (Dentsply®/Maillefer-Ballaigues-Suiza).**

Se introdujo una lima K #10 (Dentsply®/Maillefer-Ballaigues-Suiza) dentro del conducto radicular colocándole el clip de lima (Ver imagen 22), se repitió los pasos previos hacia apical hasta que el localizador de ápice (Propex Pixi / Dentsply Maillefer) marcó cuando esta se encontraba a 1mm del ápice anatómico, se ajustó el tope de hule sobre la cúspide con ayuda de una pinza de curación estéril; una vez posicionado, se retiró la lima con movimientos

oscilatorios hacia coronal, seguido de la medición de la lima K #10 (Dentsply / Maillefer) con la regla endodóntica (Dentsply®/Maillefer-Ballaigues-Suiza) desde la punta de la lima hasta el tope de hule, a lo que se procedió a tomar otra fotografía para documentar la longitud de trabajo pre y posoperatoria (Ver imagen 23). Finalmente, se realizó una captura de cada medición obtenida en el programa excel, para ser exportado al software SPSS v25.



**Imagen 22. Conductometría posoperatoria.**



**Imagen 23. Comparación de longitudes de trabajo.**

## 12. RESULTADOS

El presente estudio se basó en una comparación de medidas previa a la instrumentación del desgaste cervical y posterior al desgaste cervical de primeros molares inferiores con curvaturas  $>21^\circ$  usando el instrumento SX de ProTaper Gold, evaluando así la discrepancia de medida de la longitud de trabajo pre y post instrumentación.

Se recolectaron 30 datos en el programa Excel (ver Tabla 1) para su posterior análisis en el programa estadístico SPSS versión 25.

En el histograma obtenido representa la normalidad de la muestra, observando una ligera inclinación positiva (de lado izquierdo) (ver histograma 1).

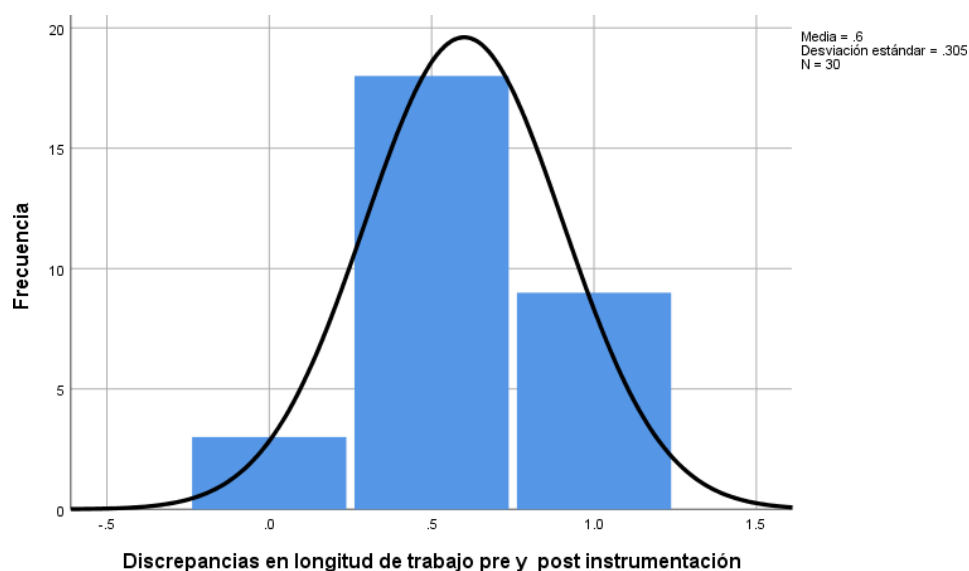
Se uso la prueba estadística Wilcoxon para conocer si existe o no discrepancias respecto a la longitud de medida pre y post instrumentación con el uso de SX ProTaper Gold, en donde se observó discrepancia en 27 medidas del total de 30 (ver Tabla 3), se puede observar que existió mayor discrepancia de .5mm en la longitud de trabajo posterior al uso del instrumento SX ProTaper Gold (ver Tabla 2).

Al realizar el análisis se obtuvo un valor  $p = .000$  por lo que se rechaza la hipótesis, indicando que si existe discrepancia en la toma de la longitud de trabajo posterior al uso del abridor SX ProTaper Gold (ver Tabla 4).

**Tabla 1. Base de datos Excel**

| No. | Pre Instrumentación | Post Instrumentación |
|-----|---------------------|----------------------|
| 1   | 17.5                | 17                   |
| 2   | 17                  | 18                   |
| 3   | 19                  | 19.5                 |
| 4   | 20                  | 20.5                 |
| 5   | 21                  | 21.5                 |
| 6   | 20                  | 21                   |
| 7   | 18.5                | 19                   |
| 8   | 19                  | 19.5                 |
| 9   | 17.5                | 18                   |
| 10  | 20                  | 20.5                 |
| 11  | 20                  | 20.5                 |
| 12  | 14.5                | 15.5                 |
| 13  | 18                  | 19                   |
| 14  | 20                  | 20.5                 |
| 15  | 21                  | 21.5                 |
| 16  | 18.5                | 18.5                 |
| 17  | 17                  | 17.5                 |
| 18  | 19                  | 20                   |
| 19  | 18                  | 19                   |
| 20  | 18                  | 18                   |
| 21  | 19.5                | 20                   |
| 22  | 19.5                | 20                   |
| 23  | 16.5                | 17                   |
| 24  | 19                  | 19                   |
| 25  | 19                  | 19.5                 |
| 26  | 20                  | 21                   |
| 27  | 19                  | 19.5                 |
| 28  | 16.5                | 17                   |
| 29  | 19                  | 20                   |
| 30  | 20                  | 21                   |

**Gráfico 1. Histograma de discrepancias expresado en milímetros.**



**Tabla 2. Frecuencias respecto a la longitud de trabajo con el instrumento SX ProTaper Gold.**

| Discrepancias en longitud de trabajo pre y post instrumentación |    |       |
|-----------------------------------------------------------------|----|-------|
| mm                                                              | n  | %     |
| .0                                                              | 3  | 10.0  |
| .5                                                              | 18 | 60.0  |
| 1.0                                                             | 9  | 30.0  |
| N                                                               | 30 | 100.0 |

**Tabla 3. Discrepancias en la longitud de trabajo con el instrumento SX ProTaper Gold.**

|                                                                                                                                                                         |                  | N               | Rango promedio | Suma de rangos |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------|----------------|----------------|
| Medida de la longitud de trabajo pre y post al uso del instrumento SX ProTaper Gold.                                                                                    | Rangos negativos | 0 <sup>a</sup>  | .00            | .00            |
|                                                                                                                                                                         | Rangos positivos | 27 <sup>b</sup> | 14.00          | 378.00         |
|                                                                                                                                                                         | Empates          | 3 <sup>c</sup>  |                |                |
|                                                                                                                                                                         | Total            | 30              |                |                |
| a. Medida de la longitud de trabajo posterior al uso del instrumento SX ProTaper Gold < Medida de la longitud de trabajo previo al uso del instrumento SX ProTaper Gold |                  |                 |                |                |
| b. Medida de la longitud de trabajo posterior al uso del instrumento SX ProTaper Gold > Medida de la longitud de trabajo previo al uso del instrumento SX ProTaper Gold |                  |                 |                |                |

c. Medida de la longitud de trabajo posterior al uso del instrumento SX ProTaper Gold = Medida de la longitud de trabajo previo al uso del instrumento SX ProTaper Gold

**Tabla 4. Prueba estadística Wilcoxon**

|                                                  | Medida de la longitud de trabajo pre<br>y post al uso del instrumento SX<br>ProTaper Gold |
|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| Z                                                | -4.730 <sup>b</sup>                                                                       |
| Sig. asintótica(bilateral)                       | .000                                                                                      |
| a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon        |                                                                                           |
| b. Se basa en rangos negativos.<br>$p \leq 0.05$ |                                                                                           |

### 13. DISCUSIÓN

El tratamiento endodóntico está sujeto a diferentes accidentes y complicaciones, entre ellos, la pérdida de la longitud de trabajo. Mientras que algunos autores consideran que la pérdida de esta es un factor insignificante otros la consideran crítica. Gutmann<sup>90</sup> afirma que “el éxito depende de la determinación precisa de la longitud de trabajo”.

Se ha propuesto que la estructura dental más valiosa a conservar es la dentina pericervical, refiriéndose a la dentina ubicada 4 mm coronal y 4 mm apical al hueso crestal y se cree que juega un papel crucial en la transferencia de fuerzas oclusales a través de la raíz<sup>107</sup>.

La preparación del tercio cervical de los conductos radiculares es un paso importante y se vuelve fundamental cuando tenemos curvaturas pronunciadas, aliviando la doble curvatura y con ello evitamos la fractura de nuestros instrumentos.

En los últimos años se ha recomendado la preparación con técnicas mínimamente invasivas en el tratamiento de conductos. Este enfoque tiene como objetivo evitar los errores causados por el exceso de eliminación de dentina durante la preparación del conducto radicular<sup>110</sup>, este debe de realizarse de una manera conservadora, con instrumentos especiales, debido a que un desgaste innecesario podría llevar a la fractura del órgano dentario y la aparición de grietas, las cuales son causas de fracaso en los dientes tratados con endodoncia, aumentando el riesgo de fractura vertical radicular<sup>110</sup>. En general, se acepta que la resistencia a la fractura de un diente tratado con endodoncia está directamente relacionada con la cantidad de estructura dental sana restante<sup>108, 109</sup>.

La página Oficial de Dentsply<sup>76</sup> publicó en el 2004 que ProTaper Gold proporciona más del doble de resistencia a la fatiga cíclica que ProTaper Universal ya que el mango más corto de ProTaper Gold permite una mejor accesibilidad y visibilidad en el tratamiento, ProTaper Gold le permite acompañar a la anatomía, incluso a las más desafiantes. Es por ello que fue el instrumento ideal para este estudio, las cuales fueron usados en base a las indicaciones del fabricante, usando una lima para 3 molares con irrigación previa y posterior a su uso.

Según resultados del artículo de Kimet<sup>28</sup>, et al. demostraron que se eliminó una cantidad significativamente mayor de dentina en la curvatura coronal con ProTaper Gold (Dentsply®), en comparación con otros dos sistemas de limas rotatorias.

Existen diferentes formas de evaluar la cantidad de dentina en la porción cervical y evaluar el porcentaje a desgastar, ejemplo de ello la tomografía computarizada, Adela Hervás García y cols<sup>84</sup>, realizaron un estudio “Evaluación de la eficiencia del corte del abridor de orificio Quantec Serie 2000 con tomografía computarizada”, se seleccionaron los molares mandibulares, con raíces intactas, raíces sin tratamiento endodóntico previo, cámara pulpar intacta, eliminación previa de restauraciones; se realizó una tomografía computarizada inicial; midieron los cortes transversales y la superficie de los conductos radiculares, se realizó un acceso convencional y el desgaste con el abridor de orificio Quantec serie 2000, se obtuvo una nueva tomografía de todos los dientes, se midieron y se compararon los resultados demostrando que los abridores de orificios del sistema Quantec 2000 es un sistema eficaz y no invasivo en el interior de los conductos radiculares, tal como se menciona en el artículo este resultado se pudo obtener gracias a las diferencias obtenidas en la tomografía computarizada. En este estudio no se usó CBCT por el número de muestras, se volvía un tanto complicado el realizar una tomografía previa y pos operatoria de cada molar, relacionado a tiempo; sin embargo el objetivo del estudio no era evaluar el desgaste de la dentina pericervical si no, comparar y corroborar la longitud de trabajo, por lo que en próximos estudios podría evaluarse dicha variable a la par de la toma de longitud real y verificar ambas dimensiones.

Las dificultades en la preparación de conductos radiculares curvos han impulsado el desarrollo de nuevos métodos de preparación e investigaciones de la geometría del conducto radicular<sup>92-97</sup>.

Uno de los desafíos relacionado con los primeros molares mandibulares de tres raíces es la curvatura del conducto radicular. La instrumentación convencional de un conducto curvo con limas rígidas de acero puede producir perforaciones, codos, transporte apical, pérdida de longitud de trabajo o fractura de instrumentos<sup>104</sup>. Por ello, Cunningham y Senia<sup>100</sup>, estudiaron la curvatura del conducto en las raíces mesiales de los primeros y segundos molares mandibulares mediante una técnica radiográfica, recomendaron un ensanchamiento coronal adecuado para reducir la magnitud de la curvatura y lograr un acceso recto a la porción apical del conducto.

Por otra parte, Pruett<sup>105</sup> et al. informó que la forma de cualquier curvatura del conducto radicular podría describirse con mayor precisión mediante el uso de 3 parámetros, el radio de

la curvatura del conducto, el ángulo de curvatura y el tamaño del instrumento siendo importantes para predecir la separación de los instrumentos. Por ello, este estudio se basa en la eliminación del tercio cervical, permitiéndonos un acceso en línea recta evitando la fatiga de los instrumentos y accidentes durante el procedimiento.

Weine<sup>98</sup> informó que las curvaturas del conducto que superan los 30° provocan complicaciones en la preparación del conducto radicular y los casos son más complejos. Lim y Webber<sup>99</sup>, describieron algunas complicaciones derivadas de la preparación de conductos radiculares curvos. “La deformación de los instrumentos del conducto y la rotura del instrumento en los conductos radiculares son problemas graves que se encuentran en la endodoncia”.

Gunday et al.<sup>92</sup> en su artículo “se tomaron radiografías de cada conducto radicular en dirección bucolingual y el eje longitudinal de la raíz fue perpendicular al haz de rayos X central. El tiempo de exposición fue el mismo para todas las radiografías con una distancia constante de unos 40 cm entre la película y la fuente de rayos X. Posteriormente, las radiografías se compararon entre un antes y después”. A diferencia de esta investigación, únicamente se realizó una radiografía al inicio para realizar los trazos para obtener el grado de curvatura y en la parte que sí hubo una comparativa (antes y después) fue en las longitudes de medida por medio de lima manual #10 (Dentsply Maillefer) siendo el objetivo de este estudio.

La evaluación del ángulo de curvatura se realizó por medio de radiografía periapical, para hacerlo de una forma más simple y precisa por medio de trazos, existiendo diferentes métodos según los autores. La mayoría de los estudios han utilizado el método de Schneider para determinar la curvatura del conducto radicular<sup>96, 100, 101–103</sup>.

Hankins et al.<sup>90</sup> investigaron técnicas de ensanchamiento utilizadas para conductos curvos utilizando los ángulos de Schneider y LA e informaron que la técnica LA reveló los cambios en la curvatura apical del conducto radicular mejor que la técnica de Schneider.

En los estudios de curvatura de conductos radiculares se suele utilizar el ángulo de Schneider, cuyo método consiste en trazar primero una línea paralela al eje longitudinal del conducto, en el tercio coronal; luego se dibuja una segunda línea desde el agujero apical para interceptar el punto donde la primera línea dejó el eje largo del conducto. El ángulo de Schneider es la

intersección de estas líneas<sup>80</sup>. Seguido de la determinación del ángulo de curvatura el cual, en este estudio se utilizó la clasificación de Seidberg, et al.<sup>83</sup>, siendo considerado como bajo ( $<5^\circ$ ), moderada ( $5-25^\circ$ ) y severa ( $25-70^\circ$ ). Es por ello, que en esta investigación aplicamos el criterio de Seidberg, ya que no buscábamos la porción apical, si no, la porción cervical y las angulaciones de moderadas a severas de las raíces nos permitió tener un parámetro más amplio para el desgaste cervical. Resultando un método conveniente y simple.

Una vez localizado los conductos radiculares se introdujo la primera lima de pasaje en cada conducto siendo lima K #10, con el objetivo de reproducir lo más fielmente posible las condiciones clínicas normales, se realizó irrigación de los conductos radiculares con hipoclorito de sodio al 5,25%, tal como lo indican Bernal Alfaro et. al. en el año 2011 en su estudio<sup>88</sup>. Wu MK y cols<sup>7</sup>, determinaron el primer instrumento que se introdujo al conducto y determina la longitud de trabajo, en dado caso que el conducto esté muy estrecho se introduce una lima de menor calibre en sentido de horario-antihorario y se registran los diámetros tanto del conducto como de los instrumentos.

Mientras que nuestro estudio sí presentó cambios en la longitud de trabajo previo y posterior al uso del abridor SX ProTaper Gold, el estudio de Schneider, et al. mencionan “nuestra medición precisa de los cambios de longitud mostró cambios generales estadísticamente significativos en la longitud del conducto. Sin embargo, no demostramos que estas técnicas agresivas de eliminación de dentina, que tendrían el efecto de reducir la curvatura del conducto en la corona, resultaran en una disminución de la longitud del conducto en cantidades clínicamente significativas. Esto permitiría flexibilidad en el diseño de la secuencia de determinación de la longitud y preparación del conducto. Nuestros resultados mostraron cambios de longitud no significativos que ocurrieron durante el ensanchamiento de la preparación del conducto coronal y que el acceso en línea recta y el ensanchamiento coronal pueden realizarse antes o después de la determinación de la longitud de trabajo”, los cuales usaron fresas gates glidden para el desgaste cervical<sup>106</sup>.

Amina Al-nima, et al.<sup>89</sup> realizaron un artículo denominado “Preparación y evaluación de gel de transmisión por ultrasonido”, el autor usó gel en su estudio como medio conductor, y similar a ello se aplicó este medio de conducción como una opción confiable, según varios autores<sup>1,8</sup>.

Además de los instrumentos del conducto y las técnicas de preparación, la morfología del conducto radicular y el grado de curvatura son factores determinantes en la preparación del conducto radicular endodóntico. Es por ello que, la preparación biomecánica de los conductos radiculares curvos es una consideración importante en el tratamiento de endodoncia.

## 14. CONCLUSIONES

Este estudio tuvo como objetivo determinar si existía diferencia en la toma de longitud de trabajo posterior al uso de abridores, con la finalidad de conocer la existencia de errores durante el tratamiento de conductos que puedan desencadenar complicaciones secundarias ante este paso, ya que la toma de longitud de trabajo es algo que suele realizarse al inicio del tratamiento y pocas veces se plantea la idea de rectificarla durante el proceso del tratamiento.

En esta investigación se encontró discrepancias entre las medidas de longitud de trabajo tomadas previas y posteriores al uso del abridor SX ProTaper Gold en 27 de las 30 muestras con una incidencia de 0.5mm. Al realizar el análisis se obtuvo un valor  $p = .000$  por lo que se rechaza la hipótesis nula, indicando que sí existe discrepancia en la toma de la longitud de trabajo posterior al uso del abridor SX ProTaper Gold.

Basados en los resultados obtenidos en el presente estudio se confirmó que es importante evaluar el caso a abordar para la eliminación de las interferencias cervicales en caso de estar presentes, tal como lo marcan los diferentes autores en sus estudios, sin ser agresivos con el desgaste cervical evitando accidentes durante y posterior al procedimiento.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Mehmet Yolagident, Seyda Ersahan, Gokhan Suyun, et al. Compararison of Four Electronic Apex Locators in Detective Working Length: An Ex vivo Study. The Journal of Contemporary Dental Practice. 2018;19(12):1427-1433.
2. Skidmore AE, Bjorndal AM. Morfología del conducto radicular del primer molar mandibular humano. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1971, 32: 778–84.
3. Tratman EK. Molares inferiores de tres raíces en el hombre y su distribución racial. British Dent J. 1938, 64: 264–74.
4. Asociación Americana de Endodoncistas. Glosario de términos endodónticos. Chicago, IL: Asociación Estadounidense de Endodoncistas; 2003.
5. JD Heyse et al. Espesor de la dentina en la zona de peligro. Aust Endod J. 2021.
6. María Elsa Gómez de Ferraris, Antonio Campos Muñoz. Histología, Embriología e Ingeniería tisular bucodental. Madrid, España. Editorial Médica Panamericana, 2009:256.
7. Wu MK, Barkis D, Roris A, Wesselink PR. ¿La primera lima a unir corresponde al diámetro del canal en la región apical? Int Endod J. 2002; 35: 264-267.
8. Kuttler, Y, et-al. Microscopic investigation of root apexes. JADA. 1955; 50: 44-52.
9. Wada, Tokase, Nakanuma, “Clinical study of refractory apical periodontitis treated by epicectomy. Part 1. Root canal morphology of resected apex”. Int Endod J. 1998: 31, 53-56.

10. Ricucci, D. Langeland “Apical limit of root canal instrumentation and obturation, part 2 A histological study”. *Int Endod J.* 1998; 31: 384-393.
  
11. Vertucci, Frank J. “Root canal morphology and its relationship to endodontic procedures”. *Endodontic Topics.* 2005;10: 3-29.
  
12. Gutierrez, J.H. Brizuela. “Human teeth with periapical pathosis after overinstrumentation and overfilling of the root canals: a scanning electron microscopy study”. *Int Endod J.* 1999;32: 40-48.
  
13. Sjogren, Hagglund. “Factors affecting the long term results of endodontic treatment”. *J Endod.* 1990; 16: 498-504.
  
14. Oliver, P.R., Luna, L.A. Longitudinal work. *Revista Oral [Internet].* 2007 [citado 28 oct 2021];27(9):426-431. Disponible en: <http://www.cmd.buap.mx/oral/26%20Año%2009%20::%20Número%2027/04%20Longitud%20de%20trabajo.pdf>
  
15. Vertucci, Frank J. “Root canal anatomy of the human permanent teeth”. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1984;58: 589-599.
  
16. Kulild, J.C., Peters, D.D. “Incidence and configuration of canal systems in the mesiobuccal root of maxillary first and second molars” *J Endod.* 1990;16: 311-317.
  
17. Stropko, J.J. “Canal morphology of maxillary molars, clinical observations of canal configurations” *J Endod.* 1990;25: 446-450.
  
18. Tasdemir, T., Aydemir, H., “Canal preparation with Hero 642 rotary NiTi instrument compared with stainless Steel hand K-file assessed using computed tomography”. *Int Endod J.* 2005;38, 402-408.

19. Vanessa Bernal Alfaro, Ruby Martínez Galeano, Diana Muñoz Bonilla y Diana Alzate Mendoza “Evaluación in vitro de la exactitud del localizador apical miniapex. 2011; 8(1): 80-84.
20. Sunada. I. New method for measuring the length of the root canal. Journal Dent Res. 1962; 41: 375-387.
21. Tidmarsh BG. Establishing endodontic working length: a comparison of radiographic and electronic methods. New Zealand Dental Journal. 1985; 81: 93-96.
22. F.L.C.D’assunção. Accuracy of a new apex locator: an In vitro study. Faculdade de Odontologia de Pernambuco. Joao Pessoa Brasil, Univesidade Portiguar, Unp, Natal, Brasil. 2005; 7-9.
23. Zinelis S, Darabara M, Takase T, Ogane K, Papadimitriou GD. Efecto del tratamiento térmico sobre la resistencia de limas rotatorias de níquel-titanio en fatiga cíclica. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2007; 103: 843-847.
24. Yahata Y, Yoneyama T, Hayashi Y, Ebihara A, Doi H, Hanawa T, Suda H. Efecto del tratamiento térmico sobre las temperaturas de transformación y las propiedades de flexión de los instrumentos de endodoncia de níquel-titanio. Int Endod J. 2009;42: 621-626.
25. Barroso, Guerisoli, Capelli, et al., Prelado cervical al determinar el tamaño de la lima apical, Braz Dent J. 2005;16 (1): 30-34
26. NPL: National Physical Laboratory. NPL. [En línea].; 2012 [citado] 2012 Octubre 30. Disponible en: <http://www.npl.co.uk/acoustics/ultrasound/research/guide-on-acoustic-emission-sensor-couplants>.

27. Hieawy A, Haapasalo M, Zhou H, Wang Z - J, Shen Y. Comportamiento de transformación de fase y resistencia a la flexión y fatiga cíclica de los instrumentos ProTaper Gold y ProTaper Universal. J Endod. 2015;41 (7): 1134–8.
28. Gagliardi J, Versiani MA, de Sousa - Neto MD, Plazas - Garzon A, Basrani B. Evaluación de las características de conformación de ProTaper Gold, ProTaper NEXT y ProTaper Universal en canales curvos. J Endod. 2015;41 (10): 1718–24.
29. HyeWon Kim, Su-Jin Jeon and Min-Seock Seo. Comparison of the canal transportation of ProTaper GOLD, WaveOne GOLD, and TruNatomy in simulated double-curved canals. BMC Oral Health 2021, 21:533.
30. Pereira ÉJ, Viana ACD, Buono VTL, Peters OA, de Azevedo Bahia MG. Comportamiento de instrumentos de níquel-titanio fabricados con diferentes tratamientos térmicos. J Endod. 2015;41 (1): 67–71.
31. Elnaghy AM, Elsaka SE. Capacidad de modelado de las limas universales ProTaper gold y ProTaper mediante el uso de tomografía computarizada de haz cónico. Indio J Dent Res. 2016;27: 37-41.
32. Cantar, et. al. Capacidad de modelado de 2shape, WaveOne Gold y ProTaper Gold. Revista de la Sociedad Internacional de Odontología Preventiva y Comunitaria 2019, 9:5.
33. Sattapan B, Nervo GJ, Palamara JE, Messer HH. Defectos en limas rotatorias de níquel-titanio después del uso clínico. J Endod. 2000, 26: 161-165.
34. Taha Özyürek, Koray Yılmaz, Gülşah Uslu. The effects of autoclave sterilization on the cyclic fatigue resistance of ProTaper Universal, ProTaper Next, and ProTaper Gold nickel-titanium instruments. Restor Dent Endod. 2017;42(4):301-308.

35. Zinelis S, Darabara M, Takase T, Ogane K, Papadimitriou GD. Efecto del tratamiento térmico sobre la resistencia de limas rotatorias de níquel-titanio en fatiga cíclica. *Cirugía Oral Oral Med Oral Patol Oral Radiol Endod.* 2007;103: 843-7.
36. Plotino G, Grande NM, Mazza C, Petrovic R, Testarelli L, Gambarini G. Influencia del tamaño y la conicidad de los canales artificiales en la trayectoria de los instrumentos rotatorios de NiTi en estudios de fatiga cíclica. *Cirugía Oral Oral Med Oral Patol Oral Radiol Endod.* 2010; 109: 60-6.
37. Gambarini G, Gergi R, Grande NM, Osta N, Plotino G, Testarelli L. Resistencia a la fatiga cíclica de instrumentos rotatorios de níquel titanio de nueva fabricación utilizados en diferentes direcciones de rotación. *Aust Endod J.* 2014;39: 151-4.
38. Plotino G, Grande NM, Cotti E, Testarelli L, Gambarini G. El tratamiento azul mejora la resistencia a la fatiga cíclica de las limas rotatorias de níquel-titanio de vórtice. *J Endod.* 2014; 40: 1451-3.
39. Pereira ES, Peixoto IF, Viana AC, Oliveira II, Gonzalez BM, Buono VT, et al. Propiedades físicas y mecánicas de un alambre de NiTi tratado termomecánicamente utilizado en la fabricación de instrumentos endodónticos rotatorios. *Int Endod J.* 2012;45: 469-74.
40. Miccoli G, Gaimari G, Seracchiani M, Morese A, Khrenova T, Di Nardo D. Resistencia in vitro a la fractura de dos instrumentos rotatorios de níquel-titanio fabricados con diferentes tratamientos térmicos. *Ann Stomatol.* 2018; 8: 53-8.
41. Plotino G, Testarelli L, Al-Sudani D, Pongione G, Grande NM, Gambarini G. Resistencia a la fatiga de los instrumentos rotatorios fabricados con diferentes aleaciones de níquel-titanio: un estudio comparativo. *Odontología.* 2014, 102: 31-5

42. Shen Y, Zhou HM, Zheng YF, Peng B, Haapasalo M. Desafios y conceptos actuales del tratamiento termomecánico de instrumentos de níquel-titanio. *J Endod.* 2013; 39: 163-72.
43. Sjögren U, Figdor D, Persson S, Sundqvist G. Influencia de la infección en el momento del empaste radicular en el resultado del tratamiento endodóntico de dientes con periodontitis apical. *Int Endod J.* 1997;30: 297-306.
44. Tomson PL, Simon SR. Limpieza y modelado contemporáneos del sistema de conductos radiculares. *Prim Dent J.* 2016;5: 46-53.
45. Dioguardi M, Troiano G, Laino L, Lo Russo L, Giannatempo G, Lauritano F, et al. Los sistemas ProTaper y WaveOne comparan tridimensionalmente los parámetros del dispositivo después de la técnica de modelado. Un estudio de micro-CT en conductos radiculares simulados. *Int J Clin Exp Med.* 2015;8: 17830-4.
46. Kim HC, Yum J, Hur B, Cheung GSP. Cyclic Fatigue and fracture characteristics of ground and twisted nickel-titanium rotary files. *J Endod.* 2010;36(1):147-51.
47. Bonetti Filho I, Esberard RM, Leonardo RT, Del rio CE. Microscopic evaluation of three endodontic files prepostinstrumentation. *J Endod.* 1998;24(7):461-4.
48. Alapati SB, Brantley WA, Svec TA, Powers JM, Mitchell JC. Scanning electron microscope observations of new and used nickel-titanium rotary files. *J Endod.* 2004;29(10):667-9.
49. Vahid A, Roohi N, Zayeri F. A comparative study of four rotary NiTi instruments in preserving canal curvature, preparation time and change of working length. *Aust Endod J.* 2008;32(5):1-5.

50. Vaudt J, Bitter K, Kielbassa AM. Rotary instruments in vitro. *Endo*. 2007;1(3):189-293.
51. Foschi F, Nucci C, Montebugnoli L, et al. SEM evaluation of canal wall dentine following use of Mtwo and ProTaper NiTi rotary instruments. *Int Endod J*. 2004;37:832-9.
52. Bergmans L, VanCleynenbreugel J, Beullens M, Wevers M, Van Meerbeek B, Lambrechts P. Progressive versus constant tapered shaft design using NiTi rotary instruments. *Int Endod J*. 2003;36(4):288-95.
53. Montoya JS, Trinidad JG, Loza JAM, Reygadas RC. Estudio comparativo del trabajo biomecánico del sistema Protaper y la instrumentación manual in vitro. *Rev ADM*. 2008;65(3):126-32.
54. Ruddle CJ. The ProTaper technique. *Endod Topics*. 2005;10:187-90.
55. Yared GM, Bou Dagher FE, Machtou P, Kulkarni GK. Influence of rotational speed, torque and operator proficiency on failure of Greater Taper files. *Int Endod J*. 2002;35(1):7-12.
56. Prieto SM, Cortés CJ, Gamboa LF, Niño JL. Análisis teórico de limas endodónticas. *niv Odontol*. 2015;4(73): 23-28.
57. Grande N, Plotino G, Pecci R, Bedini R, Malagnino V, Somma F. Cyclic fatigue resistance and three-dimensional analysis of instruments from two nickel-titanium rotary systems. *Int Endod J*. 2006;39(10): 755-63.
58. Vertucci FJ. Root canal anatomy of mandibular anterior teeth. *J Am Dent Assoc*. 1974;(89):369-371.

59. Gutiérrez AH, Rangel CAT, Báez REG, Fernández RGM, Marín EI. Estudio anatómico del sistema de conductos radiculares del segundo premolar inferior mediante la técnica de diafanización dental. *Revista Odontológica de Los Andes*. 2015; 10(1):12-16.
60. Peters OA, Barbakow F, Peters CI. Un análisis del tratamiento de endodoncia con tres técnicas de preparación del conducto radicular rotatorio de níquel-titanio. *Int Endod J*. 2004; 37: 849-859.
61. Tan BT, Messer H. El efecto del tipo de instrumento y preflaring en la determinación del tamaño de la lima apical. *Int Endod J*. 2002; 35: 752-758.
62. Abou-Rass M, Frank AL, Glick DH. El método de limado anticurvatura para preparar el conducto radicular curvo. *Asociación J Am Dent* 1980; 101: 792-4.
63. Bergmans L, Van Cleynenbreugel J, Wevers M, Lambrechts P. Mechanical root canal preparation with NiTi rotary instruments: rationale, performance and safety. Status report for the American Journal of Dentistry. 2001.14: 324-333.
64. Bryant S, Thompson S, Al-Omari M. Capacidad de modelado de los instrumentos rotativos de níquel-titanio ProFile con puntas de tamaño ISO en conductos radiculares simulados: Parte 1. *Int Endod J*. 1998; 31 (4): 275-81.
65. Peters OA, Barbakow F, Peters CI. Un análisis del tratamiento de endodoncia con tres técnicas de preparación del conducto radicular rotatorio de níquel-titanio. *Int Endod J*. 2004; 37 (12): 849-59.
66. Thompson SA, Dummer PMH. Capacidad de modelado de los instrumentos rotatorios de níquel-titanio Quantec Serie 2000 en conductos radiculares simulados: Parte 2. *Int Endod J* 1998b; 31: 268-274.

67. Michael Hülsmann, Ove A. Peters, Paul M.H. Dummer. Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. *Endodontic Topics* 2005;10,30–76.
68. Bergenholtz G, Lekholm U, Milthon R, Heden G, Ödesjö B, Engström B. Retratamiento del relleno endodóntico. *Scan J Dent Res.* 1979;87:217–224.
69. Greene KJ, Krell KV. Factores clínicos asociados con los canales salientes en molares maxilares y mandibulares. *Cirugía Oral Oral Med Oral Patol* 1990;70:490–497.
70. Kapalas A, Lambrianidis T. Factores asociados con el saliente del conducto radicular durante la instrumentación. *Endod Dent Traumatol.* 2000;16:29–231.
71. Özsezer, E.; Inan, U. & Aydin, U. In vivo evaluation of ProPex electronic apex locator. *J. Endod.* 2007, 33(8):974-7.
72. Vertucci FJ. Root canal anatomy of the human permanent teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1984;58:589-99.
73. C. Estrela et al. Radio de curvatura de la raíz usando TC de haz cónico. *Braz Dent J* 2008;19(2).
74. Pesce H.F., Estrela C., César O.V.S. Evaluación de los cambios en la longitud de trabajo después de la preparación del tercio coronal de los conductos radiculares, *Revista Francesa de Endodoncia* 1994;13:9-12.
75. Pécora JD, Capelli A, Guerisoli DMZ, Spanó JCE, Estrela C. Influencia del preflaring cervical en la determinación del tamaño de la lima apical. *Int Endod J* 2005;38:430-435.
76. [www.dentsplysirona.com/es-es/productos/endodoncia/pro-taper-gold.html](http://www.dentsplysirona.com/es-es/productos/endodoncia/pro-taper-gold.html).

77. Berutti E, Negro AR, Lendini M, Pasqualini D. Influence of manual preflaring and torque on the failure rate of ProTaper® rotary instruments. J Endod. 2004;30(4):228-30.
78. Blum JY, Machtou P, Ruddle C, Micallef JP. Analysis of mechanical preparations in extracted teeth using ProTaper® rotary instruments: value of the safety quotient. J Endod. 2003;29(9):567-75.
79. Mahir Günday, et al. Comparing the Measurement of Canal curvature. Journal of Endodontics, 2005;31:11.
80. Software Schneider. Una comparación de preparaciones de conductos en conductos radiculares rectos y curvos. Oral Surg 1971;32:271–5.
81. Bolk L. Bemerkungen über Wurzelvariationen am menschlichen unteren Molaren. Zeiting fur Morphologie und Anthropologie 1915; 17:605–10.
82. Burbano M, et al. Evaluation of degree and radius of curvature. Odontología 2017;19:1.
83. Seidberg A. Frequency of two mesiobuccal root canals in maxillary permanent first molars. J Am Dent Assoc. 1973; 87(1):852-856.
84. Hervas A, Forner L., Llana C., Zaragoza E., et al. Evaluation of morphological changes produced by orifice opener systems using computerized tomography (CT). Med Oral Patol Oral Cir Bucal. 2008; 13(8): E516-22.
85. Andressa Almeida, Kaline Romeiro, Marcey Cassimiro, et al. Micro-CT análisis pf dentinal microcracks on root canals filled with a bioceramic sealer and retreated with reciprocating instruments. Sci Rep 2020; 10(1):15264.

86. Dieison Nardi LAZZARETTI, Bernardo Alievi CAMARGO, Álvaro DELLABONA, et al. Influencia de diferentes métodos de abocamiento cervical en el establecimiento de la longitud de trabajo. JAppl Oral Sci. 2006;14(5):351-4.
87. AlOmari T, Mustafa R, Al-Fodeh R, et al. Debris Extrusion Using Reciproc Blue and XP Endo Shaper Systems in Root Canal Retreatment. Int J Dent. 2021;24:669-758.
88. Olmos J., Singh S. F., Garat J., “Evaluación de la eficacia del localizador apical SybronEndo: análisis histomorfométrico. Electronic Journal of Endodontics Rosario. 2008;2(7):91-96.
89. AMINA M AL-NIMA, MYASAR AL-KOTAJ, OSAMAH AL-IRAQ, et al. “Preparación y evaluación de gel de transmisión por ultrasonido”. Sian J Pharm Clin Res, 2019, 1(2), 422-427.
90. Gutmann JL, Leonard JE. Resolución de problemas en la determinación de la longitud de trabajo en endodoncia. Compend Contin Educ Dent 1995, 16: 288–94.
91. Yongchun Gu, Qun Lu, Ping Wang, y Longxing Ni. Measurement of Root Canal Curvatures in Three-rooted Mandibular First Molars. J Endod 2010;36:1341–1346.
92. Hankins PJ, El Deeb ME. Una evaluación de las técnicas canal master, de fuerza equilibrada y de paso atrás. J Endod 1996;22:123–30.
93. Kyomen SM, Caputo AA, White SN. Análisis crítico de la técnica de fuerza equilibrada en endodoncia. J Endod 1994;20:332–7.
94. Pruett JP, Clemente DJ, Carnes DL. Prueba de fatiga cíclica de instrumentos endodónticos de níquel-titanio. J Endod 1997;23:77–85.

95. Espósito PI, Cunningham CJ. Una comparación de preparaciones de canales curvos con instrumentos de níquel-titanio y acero inoxidable. JEndod 1995;21:171–3.
96. Harlan AL, Nicholls JI, Steiner JC. Una comparación de la instrumentación de canal curvo que usa limas de níquel-titanio o acero inoxidable con la técnica de fuerza balanceada. JEndod 1996;22:410–3.
97. Roane IB, Sabala CL, Duncanson MG. El concepto de fuerza equilibrada para la instrumentación de canales curvos. JEndod 1985;11:203–11.
98. Weine FS. Terapia de endodoncia, 3ª edición. St. Louis: CV Mosby, 1982: 288 –306.
99. Lim KC, Webber J. El efecto de la preparación del conducto sobre la forma del conducto radicular curvo. Int Endod J 1985;18:233–6.
100. Cunningham CJ, Senia ES. Un estudio tridimensional de las curvaturas del canal en las raíces mesiales de los molares mandibulares. J Endod 1992;18:294–9.
101. Schäfer E, Diez Ch, Hoppe W, Tepel J. Investigación radiográfica de la frecuencia y el grado de curvaturas del canal en dientes permanentes humanos. J Endod 2002;28:211–6.
102. Ponti TM, McDonald NJ, Kuttler S, Strassler HE, Dumsha TC. Capacidad de centrado del conducto de dos sistemas de lima rotatoria. J Endod 2002;28:283–6.
103. Davis RD, Marshall JG, Baumgartner JC. Efecto del ensanchamiento coronal temprano en el cambio de longitud de trabajo en canales curvos usando instrumentos rotatorios de níquel-titanio versus acero inoxidable. J Endod 2002; 28: 438 – 42.

104. Peters OA. Desafíos y conceptos actuales en la preparación de sistemas de conductos radiculares: una revisión. JEndod 2004;30:559–67.
105. Pruett JP, Clement DJ, Carnes DL Jr. Prueba de fatiga cíclica de instrumentos endodónticos de níquel-titanio. JEndod 1997;23:77–85.
106. Schroeder et al. Straight-line access and coronal widening: effect on the channel length. JEndod. 2002; 28, 6.
107. Clark D, Khademi J. Acceso endodóntico molar moderno y conservación de dentina dirigida. Dent Clin North Am 2010;54:249–73.
108. Sornkul E, Stannard JG. Resistencia de las raíces antes y después del tratamiento de endodoncia y restauración. JEndod 1992;18:440–3.
109. Nagaraja S, Sreenivasa Murthy BV. Evaluación por tomografía computarizada de la preparación del canal utilizando instrumentos ni-ti rotatorios y manuales: unain vitroestudiar. J Conserva Dent 2010; 13:16–22.
110. Yagmur K, Emrah Karatasxlloglu and Mehmet Emin Kaval. Instrumentation of Middle Mesial Canals. JOE Volume 47, Number 9, September 2021.