



Universidad Autónoma de Querétaro  
Facultad de Medicina  
Especialidad en Endodoncia

"Evaluación del grado de transportación en tercio medio y apical que produce la conformación de conductos radiculares con V-Taper II Endodontic File System"

Opción de titulación  
**Tesis**

Que como parte de los requisitos para obtener el Diploma de Especialidad en Endodoncia

**Presenta:**  
C.D. Laura Alejandra Lule Reyna

Dirigido por:  
E.E.M.O. Santiago Andaracua García

E.E.M.O Santiago Andarácua García  
Presidente

Firma

C.D.E.E Daniel Alberto de la Rosa Moreno  
Secretario

Firma

C.D.E.E. Roberto Gustavo Sánchez Lara y Tajonar  
Vocal

Firma

C.D.E.E. Larissa Argentina Zavala Vargas  
Suplente

Firma

C.D.E.E. Miguel Angel Almanza Vega  
Suplente

Firma

Dra. Ma. Guadalupe Zaldívar Lelo de Larrea  
Director de la Facultad

Dra. Ma. Guadalupe Flavia Loarca Piña  
Director de Investigación y Posgrado

Centro Universitario  
Querétaro, Qro.  
11 de Abril del 2019



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO**

**FACULTAD DE MEDICINA**

**ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA**

“EVALUACIÓN DEL GRADO DE TRANSPORTACIÓN EN TERCIO MEDIO Y APICAL QUE PRODUCE LA CONFORMACIÓN DE CONDUCTOS RADICULARES CON V-TAPER II ENDODONTIC FILE SYSTEM”

## **TESIS**

QUE COMO PARTE DE LOS REQUISITOS PARA OBTENER EL DIPLOMA DE:

ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA

PRESENTA:

C.D. LAURA ALEJANDRA LULE REYNA

DIRECTOR DE TESIS:

E.E.M.O. SANTIAGO ANDARÁCUA GARCÍA

C.U.QUERÉTARO, QRO. MARZO, 2019

**RESUMEN**

**Introducción:** Los resultados de la preparación del conducto radicular se ven afectados por la anatomía, particularmente hablando, por las curvaturas que suelen tener. La correcta conformación del tercio apical es importante, debido a que en los milímetros finales de la raíz se encuentran contenidos deltas apicales, foraminas y conductos accesorios que comunican con el ligamento periodontal, dicha conformación debe mantener la posición espacial original, de lo contrario compromete el sellado hermético apical. En términos de errores de procedimiento, se define el termino transportación como "la eliminación de la pared externa de la curvatura, en la mitad de la raíz hacia la parte apical del conducto, ocasionada por la tendencia de los instrumentos a restaurar su forma lineal original durante la preparación del conducto". Un sistema rotatorio de níquel-titanio puede reducir la ocurrencia errores, ya que es altamente elástico y más flexible en la curvatura del conducto. **Objetivo:** Determinar el grado de transportación que se produce al realizar la conformación de conductos radiculares con V- Taper 2H. **Metodología:** Se incluyó un total de 30 pacientes, a los cuales se les realizó un tratamiento de conductos, se recubrió con cera rosa la aleta del posicionador radiográfico RINN XCP de color amarillo con el fin de obtener las radiografías inicial y final bajo la misma angulación. Se realizó protocolo de diagnóstico, anestesia, aislamiento, acceso y localización de conductos en cada órgano dentario, después se introdujo lima manual, tipo K del número 10, hasta lograr la permeabilidad del conducto; una vez establecida la longitud de trabajo, se instrumentó hasta la lima V-Taper 35/06 para ser obturados con técnica de onda continua. A las radiografías periapicales de cada tratamiento, se les realizó el trazado, medición de las curvaturas para finalmente comparar cuantos grados de discrepancia hubo entre cada una. **Resultados:** No existe diferencia estadísticamente significativa ( $p=0.0001$ ) entre la medición en las curvaturas iniciales y las finales. **Conclusión:** Bajo las condiciones y limitaciones de este estudio, se puede concluir que la transportación producida por la conformación de las limas rotatorias V-Taper 2H no es significativa como para considerarla error de procedimiento.

(**Palabras clave:** Instrumentación, transportación, V-Taper 2H)

## Summary

**Introduction:** The results of root canal preparation are affected by the anatomy, particularly, by the curvatures that they usually have. The accuracy of conformation of the apical third is important, because, in the last millimeters of the root are contained the apical foramen, deltas, foramina and accessory canals that communicate with the periodontium, this must maintain the original spatial position, otherwise compromises the apical hermetic seal. In spite of procedural errors, the term transportation is defined as "the elimination of the external wall of the curvature, in the apical half of the canal, caused by the tendency of the files to straighten form during the preparation of the canal". **Objective:** The aim was determine the degree of transportation that occurs when shaping root canals with V-Taper 2H. **Methodology:** Thirty patients were included, who underwent root canal treatment on a molar, the fin of the yellow RINN XCP radiographic positioner was coated with pink wax in order to obtain the initial and final low radiographs the same angulation. Diagnostic protocol was performed, anesthesia, isolation, access and localization of canals in each molar, then type K manual file 10 was introduced, until achieving the permeability of the canal; once the working length was established, it was instrumented until to file V-Taper 35 / .06. They were sealed with continuous wave technique. To the periapical radiographs of each treatment, the tracing, measurement of the curvatures were made and it was compared how many degrees of discrepancy there was between each one. **Results:** There is no statistically significant difference ( $p = 0.0001$ ) between the measurement in the initial and final curvatures. **Conclusion:** Under the conditions and limitations of this study, it can be concluded that the transportation produced by the conformation of the rotary files V-Taper 2H is not significant.

(Keywords: Instrumentation, transportation, V-Taper 2H)

*Conozca todas las teorías  
domine todas las técnicas,  
Pero al tocar un alma humana,  
sea apenas otra alma humana.*

- *Carl Gustav Jung*

## AGRADECIMIENTOS

A mis padres: Porque solo ustedes saben cuanto ha costado llegar hasta aquí, por creer en mí, por haberme educado a la vieja escuela, porque a pesar de que nos separan ya diez años más que kilómetros de distancia, siempre han sabido llevarme por el buen camino. Siempre han sido mi motor más grande y es que si ustedes trabajaban duro hasta deshoras de la madrugada, yo tenía la obligación de hacerlo también. Papá: Me partió el corazón saber que habías vendido tu máquina de soldar para que yo pudiera permanecer aquí. A mis hermanas y sobrinas: Por apoyarme, cada una con su muy peculiar y particular forma, y ser el pilar tan fuerte que son en mi vida.

A la Universidad Autónoma de Querétaro: por haberme abierto un espacio entre sus filas y permitirme cumplir el sueño de estudiar una especialidad, por haber cambiado mi vida desde que mi folio salió dentro de la lista de aspirantes seleccionados, por todo lo que me brindó

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología: por el gran apoyo que me brindó, gracias por ser el sustento de la investigación y proporcionarnos las armas para prepararnos con calidad.

A mi coordinador, director de tesis y tutor en la especialidad: Dr Santiago Andaracua, por ser ejemplo de tenacidad, por nunca rendirse, por ser excelente líder ya que si alguien está siempre al pie del cañón, es usted, por la enorme paciencia que me tuvo (y hasta yo creo que después de eso se va a ir al cielo con todo y zapatos), por el conocimiento tanto clínico como práctico que me transmitió, por estar.

A mis docentes: Doctoras: Larissa Zavala (Dra. Lari), Ariatna Vázquez (Dra. Ari) y Yolanda López (Dra. Yolita): Por sus conocimientos, por todo el amor con el que transmiten éste arte llamado endodoncia, por sus consejos personales y profesionales, los aprecio y quiero muchísimo. Doctores: Dr. Roberto Sánchez Lara: Por enseñar con tanto gusto y transmitir los conocimientos que ha adquirido tras una amplia trayectoria profesional. Dr. Daniel de la Rosa: Por tomarse el tiempo de preparar clases tan ricas en conocimiento, por su apoyo clínico y sus consejos. Dr Irak Villarreal: Por sus consejos, por escuchar mis peculiares preguntas después de un tratamiento complicado. Dr Miguel Almanza: Gracias porque no tiene idea de cuanto me ayudó a perderle el miedo a la clínica en los primeros meses. Dr. César López: por todos sus consejos. Dr. Luciano Tinajero: por todas las veces que después de terminar una clínica en la que había tratado un caso complicado, a usted le tocaba lidiar con mi ataque de risa de nervios. Gracias infinitas, creo que a veces ustedes confiaban más en mí, de lo que yo lo hacía.

A mis sinodales: Por tomarse el tiempo de leer el documento.

# Tabla de contenidos

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	
1.1 Revisión de la literatura.....	7
1.2 Planteamiento del Problema.....	14
<b>2. OBJETIVOS</b>	
2.1 Objetivo general.....	15
2.2 Objetivos específicos.....	15
<b>3. METODOLOGÍA</b>	
3.1 Sujeto experimental.....	16
3.2 Métodos.....	17
3.3 Análisis estadístico.....	26
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	
4.1 Resultados .....	27
4.2 Discusión.....	31
4.3 Conclusión.....	35
<b>5. REFERENCIAS.....</b>	<b>36</b>

## **INTRODUCCIÓN**

### **1.1 REVISIÓN DE LA LITERATURA:**

La conformación de conductos radiculares se basa en un conjunto de maniobras clínicas, las cuales van a proporcionar al conducto una forma conveniente para recibir un material de relleno que garantice una obturación eficiente y segura, lo cual se obtiene mediante el uso de instrumentos endodónticos (Ricucci & Loghin, 2014).

Los instrumentos empleados en el tratamiento de conductos son de tipo manual y rotatorio, de éstos, los manuales se utilizan en clínica desde hace casi 100 años, y todavía forman parte integral de los procedimientos de limpieza y conformación (Cohen et al., 2010).

El objetivo de la instrumentación en endodoncia es limpiar y conformar, ensanchando las paredes hasta que estén libres de tejido blando y lodillo dentinario, promoviendo la remoción completa de microorganismos; sin ocasionar desviación de la trayectoria original del conducto radicular (Ponce de Leon Del Bello et al, 2003).

En endodoncia, la conformación de conductos radiculares debe de cumplir con objetivos de tipo biológicos y mecánicos (Cohen et al., 2010); los cuales se enlistan a continuación:

#### **a) Objetivos Biológicos:**

1. Limitar la instrumentación al interior del conducto.
2. Evitar el desplazamiento de material necrótico más allá del foramen apical durante la preparación.
3. Eliminar todos los irritantes potenciales del interior de los conductos radiculares.
4. Crear una amplitud suficiente en la mitad coronaria del conducto para permitir una irrigación copiosa.

#### **b) Objetivos Mecánicos “Modelado tridimensional del conducto”:**

1. Preparar una matriz sólida de dentina apical a nivel de la unión entre la dentina y cemento.
2. Preparar el conducto de modo que se afine en dirección apical con el diámetro más pequeño a nivel de su terminación apical.
3. Limitar los procedimientos de limpieza y modelación al interior del conducto, manteniendo la integridad del foramen apical.

4. Eliminar todos los restos producidos por los procesos de limpieza y modelado que puedan obstruir el foramen apical.

El diseño final del conducto radicular que se considera más apropiado es una preparación cónica, con el diámetro más pequeño cerca de la punta de la raíz y el más ancho en la entrada del conducto y así crear una situación óptima para la obturación, con el fin de impedir que los microorganismos y sus sustancias tóxicas pasen a través del sistema de conductos a las estructuras apicales (Roane et al., 1985) y con ello prevenir la reinfección (Anon, 2015). En raíces mesiales, se recomienda ensanchar el conducto radicular hasta el diámetro apical similar a una lima # 40, con el fin de promover una mejor limpieza (Duran-Sindreu et al., 2012) al asegurar el contacto máximo del irrigante con los desechos apicales. Sin embargo, el logro de un mayor diámetro apical es un reto y puede conducir a más errores de procedimiento (Batouty & Elmallah, 2011), lo cual se vuelve fácil cuando existen curvaturas o calcificaciones (Ponce de Leon Del Bello et al., 2003).

Desgraciadamente, los resultados de la preparación del conducto son afectados adversamente por la gran variabilidad en la anatomía del conducto radicular (Cohen et al., 2010). Durante la instrumentación de los conductos radiculares, los desaciertos que pueden ocurrir se deben tanto a aberraciones anatómicas, como a errores de procedimiento durante la limpieza y conformación (Ătăiosu et al., 2012); facilitando que aparezcan complicaciones como: transportación, formación de escalones y perforaciones (Ponce de Leon Del Bello et al., 2003). Resultando una desviación de los principios del tratamiento endodóntico (Ătăiosu et al., 2012); por lo que se debe prestar especial atención al nivel apical y a la trayectoria original del conducto (Berghenholtz et al., 2010).

La mayoría de los conductos radiculares están curvos y son relativamente estrechos en comparación con sus homólogos rectos; típicamente exhiben su mayor complejidad anatómica hacia el tercio apical. La curvatura del conducto radicular se puede describir por nivel (coronal, media o apical), ángulo y radio; y están expresadas en múltiples planos (Berghenholtz et al., 2012).

Los conductos tienen diferentes grados de curvatura y zonas anatómicas de riesgo (Chang et al., 2016). Existen múltiples métodos que permiten la medición y clasificación de las curvaturas radiculares (Gu et al., 2010); el más común consiste en trazar en la radiografía del órgano dentario en cuestión una línea a lo largo del eje longitudinal de la raíz y trazar una segunda línea desde el foramen apical hasta un sitio donde ambas líneas se unan en el punto en el que el conducto comenzó a abandonar el eje longitudinal del diente, el ángulo agudo formado se mide con un transportador, clasificando curvaturas como rectas (5 grados o menos), moderadas (10 a 20 grados) y severas (25 a 70 grados) (Schneider, 1971).

Abou-Rass (1980) presentó el método anticurvatura para la preparación de conductos radiculares curvos o estrechos; el cual se basa en el análisis radiográfico y topográfico de la anatomía radicular y del conducto, con el propósito de instrumentar la zona más gruesa de la raíz, lejos de la curvatura y de la zona de peligro. Consiste en analizar cuidadosamente la dirección de la curvatura y el

diámetro del conducto antes del acceso y la preparación radicular, con el fin de analizar las diferentes zonas en donde los instrumentos ejercen desgaste y así evitar errores de procedimiento, tales como formación de bordes, fractura del instrumento, pérdida de la longitud de la raíz, perforación y desprendimiento de las paredes del conducto, entre otras. Para fines prácticos de la técnica, establece las siguientes definiciones:

- a) Tope apical: Límite apical de la preparación del conducto localizado a 1 mm del vértice radiográfico.
- b) Las zonas voluminosas o de seguridad: Aquellas zonas alejadas de las porciones más delgadas (de peligro) de la estructura de la raíz, donde puede ocurrir la perforación del conducto.
- c) Stripping: Adelgazamiento de la dentina hasta el borde del cemento, que puede convertirse en una perforación.
- d) Zona de peligro. El área delgada en la pared del conducto radicular que es vulnerable (Fran et al., 1980).

Cuanto más pronunciada sea la curvatura de la raíz, más se tiende a reducir el diámetro de preparación previsto, en un intento de evitar daños irreversibles en la pared del conducto. La reducción del tamaño de la preparación en tales circunstancias parece lógica debido a que una preparación de menor diámetro significa menos corte de las paredes del conducto y, por consiguiente, menor probabilidad de expresión de efectos de corte indeseables, por lo tanto, menos probabilidades de causar transportación durante la ampliación. Las variaciones en el tamaño de las preparaciones deben ocurrir en respuesta al tamaño de la raíz o del conducto, en vez del grado de curvatura de la raíz (Roane et. al., 1985).

La conformación del tercio apical es de gran importancia en la preparación de conductos radiculares, se debe mantener la posición espacial original, pues en caso de ocasionar el desplazamiento (comúnmente hacia la cara externa de la raíz) compromete el sellado hermético apical, debido a que en los milímetros finales de la raíz se encuentran contenidos el foramen apical, deltas, foraminas y conductos accesorios que comunican con el ligamento periodontal. La preparación en conductos curvos debe contar con un adecuado acceso a la cámara pulpar, que permita la entrada fácil de los instrumentos, para con ello disminuir la presión sobre la porción externa de la curva y así evitar la deformación.

Se han discutido múltiples factores que contribuyen a la transportación apical (Silva Santos et al., 2017) como:

- a) Anatomía radicular compleja
- b) Falta de una línea de acceso recta
- c) Diseño de los instrumentos

- d) Secuencia de instrumentación
- e) Experiencia del operador
- f) Velocidad de rotación del instrumento
- g) Uso inadecuado de irrigación

El Glosario de Términos Endodónticos de la Asociación Americana de Endodoncia (2003) define el término transportación como "la eliminación de la pared externa de la curvatura, en la mitad apical del conducto, ocasionada por la tendencia de los instrumentos a restaurar su forma lineal original durante la preparación del conducto". El Zip es entonces, la destrucción de la constricción apical que conlleva a la creación de una salida más grande e irregular que la original, causada por la transportación del tercio apical hacia el exterior de la curva. El resultado es una porción apical difícil de limpiar, desinfectar y obturar. La evaluación de la transportación apical puede ser problemática, debido a que no hay un estándar de oro para la evaluación y los diferentes métodos existentes presentan múltiples limitaciones.

En el método de aposición doble radiográfica, la comparación de radiografías tomadas antes y después de la preparación del conducto radicular permite el estudio bidimensional (2D) de la forma longitudinal del conducto radicular y revela cualquier transportación al conducto radicular que haya ocurrido (Duran-sindreu et al., 2012).

A lo largo de los años, se han defendido muchas maneras para la preparación mecánica ideal de sistemas de conductos radiculares, basados en gran parte en la filosofía de la obturación (Baugh & Dds, 2005). La búsqueda para la solución de una preparación ideal ha resultado en la introducción de instrumentos rotatorios y técnicas que pretenden facilitar la preparación radicular y proveer una forma final uniforme de los conductos (Scha & Lohmann, 2002). Aunque son posibles muchas combinaciones, las más populares y útiles conllevan el pre-ensanchamiento coronal seguido por diferentes secuencias de preparación apical adicional. Sin embargo, las variaciones anatómicas de cada conducto se deben resolver individualmente con secuencias específicas de instrumentos.

Para la limpieza y conformación de los conductos radiculares se requieren varios instrumentos endodónticos manuales y rotatorios (Jindal et al., 2012). La instrumentación con limas rotatorias de níquel-titanio (NiTi) permite una mayor eficiencia, un resultado más predecible y proporciona un mejor centrado en el conducto (Duran-sindreu et al., 2012), sin debilitar excesivamente las paredes radiculares (Cohen et al., 2010), mientras que la instrumentación manual con instrumentos de acero inoxidable, ocasiona desviaciones (Duran-sindreu et al., 2012) debido a que tienen una alta rigidez inherente que aumenta con el calibre del instrumento, como resultado, las fuerzas de restauración intentan devolver el instrumento a su forma original cuando se encuentra en el interior del conducto,

desgastando tejido dentinario al preparar un conducto curvo, en especial cuando se utiliza un movimiento de rotación. La parte apical en especial, se considera una zona difícil de conformar con instrumentos manuales, debido a que tienden a enderezar el conducto, lo que resulta en alteraciones de la anatomía apical, tales como zip o perforaciones, las cuales se ven reflejadas generalmente como acortamiento de la longitud de trabajo (Tsesis et al., 2008; Silva et al., 2017).

Los instrumentos demasiado rígidos cortan más en el lado convexo (exterior, generalmente) que en el lado cóncavo (interior), produciendo así el enderezamiento de la curva, dando como resultado una forma de “reloj de arena”, dejando una parte importante de las paredes del conducto sin instrumentar. (Berghenholtz et al., 2012).

Los instrumentos de NiTi se han vuelto una parte integral del tratamiento de conductos (Akhlaghi et. al., 2010). Estos instrumentos son de dos a tres veces más flexibles que el acero inoxidable, además de poseer una capacidad superior de soportar la deflexión y el torque (Walia et. al., 1988).

Es por esto que se prefiere el uso de limas de níquel titanio, las cuales además de múltiples propiedades físicas, tienen la ventaja de ser accionadas por un motor, el cual las mantiene en movimiento continuo y les proporciona ventajas sobre los instrumentos manuales de acero inoxidable. Las propiedades del instrumento (por ejemplo, rigidez) se refieren al tipo de aleación (acero inoxidable frente al níquel-titanio), grado de conicidad y diseño de sección transversal (Berghenholtz et al., 2012). Dicha lima necesita ser flexible para seguir la anatomía del conducto durante la instrumentación, con buena capacidad de centrado, esto para minimizar las alteraciones al conducto (He & Ni, 2010).

El níquel titanio fue desarrollado hace 40 años por Buehler y cols. en el laboratorio “Nerval Ordnance” (He & Ni, 2010). Los símbolos de los metales fueron combinados, creando el acrónimo “NitiNol” el cual es usado ampliamente en todo el mundo para referirse a ésta aleación. En endodoncia, la aleación más usada está constituida por 55% níquel, 45% titanio y menos del 2% de cobre. (Duran-sindreu et. al., 2012).

El descubrimiento del NitiNol ha supuesto un avance considerable en la fabricación de instrumentos endodónticos por ser un metal súper elástico, ya que al aplicarle estrés no parece tener la misma tensión que otros metales como el acero inoxidable (Cohen et al., 2010). Ésta aleación ha sido usada por sus diferentes propiedades en las limas, como el incremento en la dureza, generalmente son más maleables que las de acero inoxidable, poseen gran fuerza, muestran una memoria de forma y súper elasticidad. Estas dos últimas propiedades son las principales propiedades por las cuales el NiTi tiene éxito en endodoncia (He & Ni 2010).

En la aplicación inicial del estrés al níquel-titanio, la tensión es proporcional; el estrés externo transforma la estructura cristalina austenita del níquel-titanio en una estructura cristalina martensítica, que puede admitir más estrés sin aumentar la tensión. Como resultado, las limas de NiTi tienen la capacidad de volver a su forma original después de haber sido deformadas, es decir, son las únicas con la flexibilidad y dureza requeridas para el empleo habitual como limas rotatorias en conductos curvos (Cohen et al., 2010).

El sistema rotatorio de níquel-titanio puede reducir la ocurrencia errores, ya que es súper elástico y más flexible en la curvatura del conducto (Chang et al., 2016). Se ha reconocido que dichos sistemas reducen el tiempo requerido para la preparación biomecánica, así como los fallos relacionados con la instrumentación (He & Ni, 2010).

Se ha demostrado que una flexibilidad adecuada ayuda a reducir las tensiones que produce la flexión y reduce el riesgo de fallo por fatiga ocasionado por la curva. Tanto la rigidez torsional como la flexibilidad son características esenciales para el rendimiento de los instrumentos y las preocupaciones de seguridad (He & Ni, 2010). El punto de máximo de tensión en un instrumento está en el punto medio de la curva (Whipple et al., 2009).

Numerosos estudios han demostrado que los instrumentos rotatorios de Ni-Ti pueden producir una conicidad adecuada para permitir la obturación con un mínimo riesgo de transportación (Schäfer & Schlingemann, 2003). Aunque se reportan múltiples intentos para desarrollar instrumentos que sean menos propensos a producir transportación y posean mayor resistencia a la fractura (Chang et al., 2016).

El número de instrumentos dentro de la secuencia también puede variar y adaptarse a la anatomía del conducto, siendo el último instrumento de la secuencia utilizada sólo cuando se necesita un aumento apical mayor (Gambarini et al., 2013).

Recientemente se han desarrollado instrumentos a base de una aleación de NiTi sometida a tratamientos térmicos para modificar la temperatura de la fase de transición (Gutmann and Gao, 2012) nombrada “Memoria controlada” (controlled memory), las cuales según estudios previos poseen una resistencia a la fatiga cíclica superior a los instrumentos de niti convencionales y V-Taper II es uno de ellos. (Shen et al., 2011a).

Existen múltiples estudios comparativos que evalúan la capacidad de los sistemas rotatorios más utilizados y disponibles en el mercado, sin embargo, V Tapper II o 2H (SS White, Philadelphia, USA) cuenta con pocas o nulos registros en la literatura (Chang et al., 2016).

Se conoce que el sistema V-Taper 2H (SS White, Philadelphia, USA) fue introducido recientemente, consiste en seis instrumentos rotatorios y una característica interesante es la variación en la conicidad a lo largo de la parte activa (de corte) de cada instrumento (Akhlaghi et al., 2010).

La conicidad variable del sistema rotatorio V-Taper II (SS White, Philadelphia, USA) desarrollado por el Dr. Charles Goodis permite alcanzar la zona apical de manera más profunda, conservando dentina en la zona coronaria del conducto; además tiene una sección transversal parabólica, y utiliza Endonol, un tipo especial de aleación de NiTi elaborada por técnicas metalúrgicas avanzadas (Vyavahare et al., 2016); lo que hace que éstos instrumentos al estar tratados con calor, brinden una mejor conformación, manteniendo la curvatura del conducto, minimizando la transportación y evitando que el instrumento se separe (Gu et al., 2017).

La capacidad de crear preparaciones conservadoras se atribuye a la configuración del corte seccional en parábola, relajación interna al estrés, tamaño fino de grano y la presencia de la fase martensita. Esto reduce la memoria de forma y permite seguir la curvatura del conducto con una tendencia reducida a enderezarse, lo que lleva a preparaciones de formas conservadoras, que respetan la anatomía del conducto y mantienen la estructura original (Gu et al.,2017).

## **1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Uno de los objetivos de la instrumentación endodóntica es preservar la anatomía original del sistema de conductos radiculares, para evitar complicaciones trans o postoperatorias, como son: debilitar estructura dentaria y adelgazar las paredes del conducto, lo cual puede hacer que el órgano dentario se vuelva susceptible a fracturas. Por ello, los instrumentos de conformación rotatorios deben ser lo suficientemente flexibles para seguir la trayectoria original del conducto radicular sin ocasionar deformaciones como transportación del tercio medio y apical. Debido a su reciente introducción al mercado, se desconoce el grado de transportación que se produce en el tercio medio y apical al momento de realizar la conformación en el conducto radicular con V-Taper II Endodontic File System.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GENERAL**

Determinar el grado de transportación que se produce en el tercio medio y apical al momento de realizar la conformación de conductos radiculares con V- Taper II Endodontic File System.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Medir el grado de transportación del tercio medio que se realiza al momento de la conformación del sistema de conductos radiculares con V-Taper II Endodontic File System.

Medir el grado de transportación del tercio apical que se realiza al momento de la conformación del sistema de conductos radiculares con V-Taper II Endodontic File System.

### **3. METODOLOGÍA**

#### **3.1 SUJETO EXPERIMENTAL**

El presente estudio es de tipo prospectivo, transversal y observacional comparativo. Dentro de los criterios de inclusión se tomaron en cuenta pacientes mayores de 18 años, de ambos sexos que solicitaran tratamiento de endodoncia y aceptaron ser parte del estudio; se incluyeron molares superiores e inferiores rehabilitables protésicamente, cuyos conductos radiculares estuviesen permeables, con ápice completamente desarrollado y diagnóstico pulpar de pulpitis irreversible sintomática, asintomática o de necrosis pulpar. Se excluyó a pacientes con compromiso sistémico cuyo estado no permitiera realizar tratamiento de endodoncia, aquellos pacientes cuyos molares presentaron caries debajo de la cresta ósea, ápices abiertos, diagnóstico pulpar de órgano dentario previamente tratado o con reabsorción radicular interna o externa. Dentro de los criterios de eliminación se tomaron en cuenta pacientes que iniciaron el tratamiento de conductos y en el transcurso del mismo ocurrió la separación de algún instrumento de tipo manual o rotatorio dentro de alguna porción del conducto radicular; pacientes que entre citas sufieron fractura complicada de la corona, la cual comprometía la rehabilitación protésica postendodóntica del molar y finalmente, quedaron eliminados aquellos pacientes que iniciaron tratamiento endodóntico y por motivos desconocidos y ajenos al investigador, no acudieron a terminar el tratamiento.

### 3.2 MÉTODOS

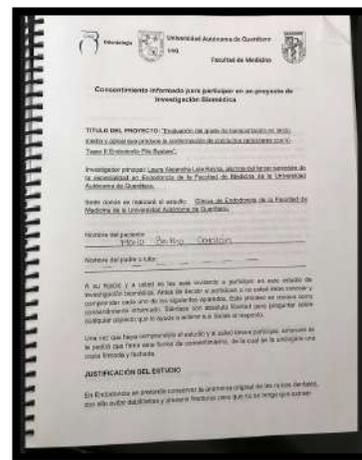
El periodo de estudio comprendido desde el mes de Octubre del 2017 hasta el 30 de Noviembre de 2018, donde se presentaron un total de 87 pacientes, referidos al posgrado en endodoncia de la clínica odontológica “ Dr Benjamín Moreno Pérez” de la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de Querétaro. Cada uno de ellos se valoró de tal manera que se incluyó un total de 30 pacientes de ambos géneros, los cuales oscilaban en edades entre 20 y 69 años, sin enfermedades sistémicas y que aceptaron formar parte del estudio; los cuales presentaban un diagnóstico pulpar de pulpitis irreversible sintomática, asintomática o necrosis; diagnóstico periapical de periodontitis apical sintomática o asintomática.

Se incluyó un caso con diagnóstico periapical de osteítis condensante debido a una curvatura severa y un caso en donde se trató un organo dentario supernumerario con una doble curvatura.

No participaron en el estudio aquellos pacientes que rechazaron ser parte de la muestra de estudio, aquellos que eran candidatos a un retratamiento de endodoncia, pacientes que debido al dolor intenso provocado por la pulpitis irreversible no toleraban la manipulación en la zona y por ello únicamente pudo tomarse una radiografía diagnóstica. Órganos dentarios que era posible restaurar, pero que el paciente decidió extraer; molares a los que durante el acceso se les detectó la presencia de fisuras que sugerían la presencia de fractura radicular vertical. Cabe mencionar que durante el estudio no hubo presencia de separación de instrumentos manuales ni rotatorios.

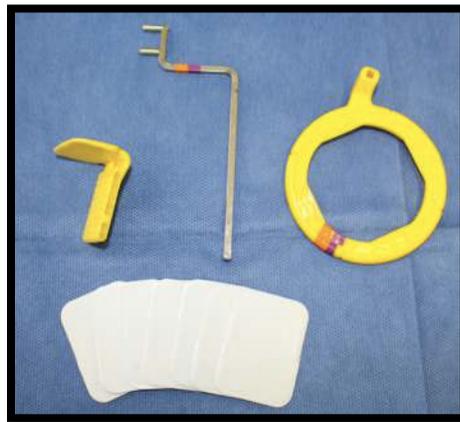
El estudio fue realizado por un solo operador para estandarizar la técnica.

- 1) Una vez establecido el diagnóstico del órgano dentario y definida la necesidad del tratamiento endodóntico, se informó al paciente del estudio, indicando que para participar solo se tenían que tomar dos radiografías adicionales al tratamiento convencional.



Ya que fue obtenida la autorización para iniciar el tratamiento de conductos radiculares y firmado el consentimiento informado, se recubre con cera rosa la aleta del posicionador radiográfico RINN XCP (Dentsply Sirona, York, Pennsylvania; EE.UU.) color amarillo (sujetador para radiografías posteriores), con el fin de obtener un registro de mordida y las radiografías fueran obtenidas con angulación ortorradiar similarmente, disminuyendo la posibilidad de que existan variaciones en la angulación horizontal o vertical del haz de rayos X.

Se tomaron dos radiografías periapicales (Kodak Dental®) diagnóstico y verificando que ambas coincidieran.



- 2) Se realizó protocolo de anestesia, infiltrando 1.8 mL de lidocaína HCl con epinefrina 1:100.000 (FD, Zeyco®; México) de la siguiente forma:
  - a. Técnica supraperiostica regional a la raíz mesial y distal, refuerzo al nervio palatino mayor, en caso de ser molar superior.

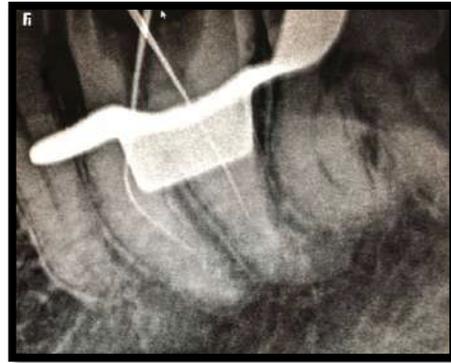


- b. Técnica troncular a los nervios alveolar inferior, bucal y lingual, en caso de ser molar inferior.
  - c. Se realizó técnica intrapulpar en casos donde el paciente presentó dolor durante la preparación del acceso a la cámara pulpar.
- 3) El aislamiento absoluto fue realizado con dique de hule (Dental Dam, Nic Tone®; MDC Dental) y arco de Young plástico, utilizando la grapa de acero inoxidable (Ivory®, Heraeus Kulzer; México) necesaria de acuerdo al requerimiento estructural del molar en su momento.
- 4) Se realizó desgaste de las cúspides de los molares con fresas de diamante troncocónicas de alta velocidad, posteriormente se eliminaron obturaciones (permanentes o temporales) y lesiones cariosas con fresas de carburo #5 y 6 (S.S. White®, . Se realizó acceso a la cámara pulpar con fresa EndoZ®, (Maillefer/Dentsply Ginebra, Suiza.)



Se localizaron los conductos radiculares con ayuda del explorador endodóntico D.G. 16 (Hu-Friedy®, Germany), verificando que las paredes de la cavidad permitieran el acceso en línea recta de los instrumentos y en casos donde se necesitó, se realizó la reconstrucción de una o más paredes con ionómero de vidrio (GC, Fuji IX auto, Gold Label 9®).

Tras localizar los conductos, se inundó la cámara pulpar con hipoclorito de sodio al 5.25% (Viarzonit®), el cual se llevó a la cámara pulpar y a los conductos con jeringa hipodérmica desechable de 10 mL y aguja de irrigación de salida lateral (Endo Eze, Ultradent®) y se introdujo lima manual, tipo K del número 10 (Dentsply Sirona, York, Pennsylvania; EE.UU.), hasta lograr la permeabilidad del conducto; con ayuda del localizador apical Apex ID (Sybron Endo® Kerr) se obtuvo una longitud tentativa, la cual posteriormente se rectificó mediante radiografía digital empleando el radiovisiógrafo (Kodak Dental®, modelo 5100).



- 5) Una vez establecida la longitud de trabajo, se succionó el hipoclorito de la cámara pulpar, para posteriormente lavar con 5 mL de solución fisiológica, así como con EDTA al 17% (MD-Cleaneser, Meta-Biomed®). Para la instrumentación rotatoria, se empleó el sistema rotatorio de NiTi V-Taper 2H, siguiendo las instrucciones del fabricante, iniciando con lima 17/04 hasta encontrarse holgada. Con abundante irrigación- aspiración de hipoclorito de sodio al 5.25% (Viarzonit®) entre cada cambio de instrumento.



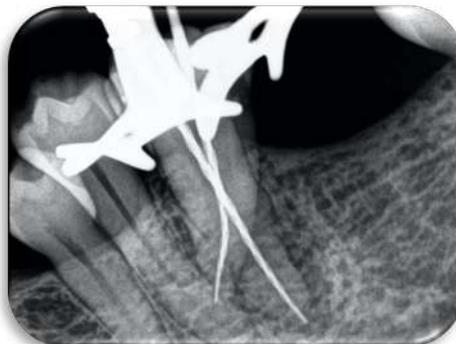
Finalizando con la lima 35/.06; accionadas con el Elements motor (Sybron Endo®, Kerr), a 300 rpm, con un torque de 3 N.



Cabe mencionar que entre cada cambio de instrumento se utilizó lima de pasaje con lima tipo K calibre 10 (Dentsply® Maillefer)



- 6) Finalmente se obtuvo radiografía digital empleando el radiovisiógrafo Kodak Dental® Modelo 5100, con la última lima que fue introducida en el conducto radicular, es decir, la lima 35/.06 (lima apical final).



Con el objetivo de corroborar que el instrumento se encontrara dentro del conducto (no haber sobreinstrumentado el foramen apical), en el sitio donde se determinó la longitud de trabajo, sin que existan errores de procedimiento que impidieran continuar con el tratamiento de endodoncia convencional.

- 7) Selección del cono maestro de gutapercha: Se estandarizó un cono de gutapercha no estandarizado FM (Hygienic, Coltene®), 1 mm corto de la longitud de trabajo, lo cual se verificó radiográficamente, así mismo que presentara resistencia dentro del conducto radicular; previamente fue sumergido en su totalidad en hipoclorito de sodio al 5.25% (Viarzonit®) durante 5 minutos.
- 8) Se realizó protocolo de irrigación; 3 ciclos de 10 segundos con hipoclorito de sodio al 5.25% (Viarzonit®) con puntas sónicas de plástico (Eddy, VDW®; GmbH), activadas mediante scaler neumático (Titan Blis-sonic Scaler; Star Dental®) a fin de evitar que el conducto radicular sufra algún desgaste con las puntas de irrigación convencionales (acero).



Se realizó irrigación final con EDTA al 17% (MD-Cleaneser, Meta-Biomed®), permitiendo que actuara durante 30 segundos, posteriormente, se lavó con 20 mL de solución fisiológica y se procedió a secar el conducto radicular con puntas estériles de papel estandarizadas #35 o 40 hasta que el conducto se encontrara completamente seco; las puntas de gutapercha se secaron con gasa esteril.

- 9) Para la obturación se utilizó cemento sellador AH-Plus (Dentsply Syrona® York, Pennsylvania; EE.UU.), colocandolo en el interior de cada conducto por medio del cono principal de gutapercha, una vez dentro del conducto, se introdujo el transportador de calor activado 5 mm corto de longitud de trabajo (unidad alpha EQ-V, MetaBiomed®) durante 5 segundos, se inactivó durante

3 segundos y finalmente, se activo y se retiró del conducto en un movimiento rápido.

- 10) Se compactó gentilmente la gutapercha reblandecida dentro del conducto con condensadores verticales (B&L Biotech®) y se rellenó el faltante con gutapercha reblandecida (unidad beta EQ-V, MetaBiomed®).



- 11) Para finalizar el tratamiento de conductos, se colocó una torunda de algodón y se rellenó la cavidad de acceso con Densell (Dentsply®).

- 12) Retiro de grapa, dique de hule y arco de Young plástico.

Se realizó la toma de radiografías finales ortorradales con el posicionador radiográfico RINN XCP (Dentsply Sirona, York, Pennsylvania; EE.UU.) de color amarillo (para radiografías posteriores), previamente recubierto con cera rosa, con el objetivo de verificar que no existiera alteración tras la toma inicial.



## ANÁLISIS DE LAS RADIOGRAFÍAS

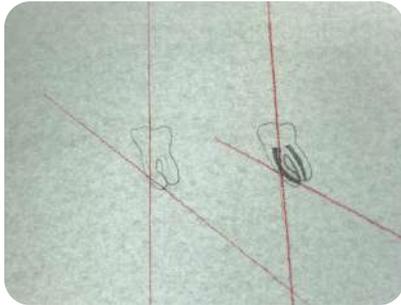
- 1) Las radiografías periapicales (inicial y final) de cada tratamiento, 60 en total, fueron colocadas en micas protectoras individuales, cortadas en pares; posteriormente, con ayuda de un negatoscopio portátil, se seleccionó la raíz más curva y las radiografías fueron trazadas en hojas de papel albanene con lápiz de puntillas de calibre 0.5 (Zebra®; México), de acuerdo con el método propuesto por Schneider (1971); el cual consiste en trazar en la radiografía una línea a lo largo del eje longitudinal de la raíz y trazar una segunda línea desde el foramen apical hasta un sitio donde ambas líneas se unan en el punto en el que el conducto comenzó a abandonar el eje longitudinal del diente.



- 2) Una vez teniendo los trazados, se realizó primero la medición y registro de las curvaturas radiculares originales, midiendo el ángulo formado con un transportador plástico (A.C.M.E. Baco ®) y posteriormente se clasificaron todas las curvaturas como severas (25 a 70 grados), debido a que todas presentaban un rango de angulación de 35 a 75 grados.



- 3) Después se realizó la medición de las radiografías postratamiento, con el mismo método: midiendo el ángulo formado con un transportador plástico (A.C.M.E. Baco®). Se registraron los grados de cada una de las radiografías y finalmente se realizó una comparación de la variación de grados entre la radiografía inicial y la radiografía final.



### **3.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO:**

Las variables cuantitativas se expresaron en: media, desviación estándar y rango; mientras que las variables cualitativas fueron expresadas en frecuencia y porcentaje.

Para establecer que no hubo diferencias estadísticamente significativas en la media entre los grupos se aplicó la prueba "t de Student" para muestras pareadas, la cual obtuvo un resultado de  $p < 0.0001$ . Se aplicó la prueba ANOVA para comparar tres grupos paramétricos y la prueba Posthoc de Tukey estadísticamente significativa, con un valor de  $p = 0.0043$ .

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 RESULTADOS

La tabla 1 “Características clínicas de los pacientes que participaron en el estudio”, la cual es descriptiva, muestra de forma detallada las características clínicas de los pacientes que fueron incluidos de forma voluntaria en el estudio. Dichas características incluyen edad, género y si el órgano dentario se encontraba en el maxilar superior o en el inferior, así como un rango de edad de entre 20 a 69 años; con una diferencia de 4 molares, se puede observar que hubo un predominio de molares inferiores; y que, con el doble de población, el mayor porcentaje de pacientes que se realizaron el tratamiento de conductos radiculares fue del sexo femenino.

Las características mostradas en ésta tabla no afectan ni influyen sobre los resultados del estudio.

**Tabla 1.** Características clínicas de los pacientes que participaron en el estudio

<b>Grupo</b>	<b>Número de pacientes (n=30)</b>
	X ± D.E. (Rango)
Edad:	44.4 ± 14.4 (69 – 20)
Frecuencia (%)	
Molares superiores	13 (43.3)
Molares inferiores	17 (56.6)
Género:	
Masculino	10 (33.3)
Femenino	20 (66.6)

X: media de población; D.E.: Desviación estándar.

La tabla 2 “Comparación de la deformación de curvatura apical” muestra un análisis comparativo de los datos obtenidos tras realizar el trazado, medición y clasificación radiográfica de las raíces con curvaturas más prominentes. En la columna de la izquierda se observa la agrupación de los datos antes mencionados obtenidos

previo a realizar el tratamiento de conductos radiculares; en la columna del centro, se encuentran los datos obtenidos de las curvaturas tras realizar nuevamente el trazado y medición radiográfica, esto después de haber instrumentado los conductos hasta la lima rotatoria V-Taper II 35/.06 y obturado con gutapercha empleando la técnica de onda continua. Finalmente, al realizar la prueba estadística t de Student, se obtuvo un resultado de  $p = <0.0001$ , lo cual demuestra que estadísticamente no es significativo.

**Tabla 2.** Comparación de la deformación de curvatura apical

Curvatura pretratamiento (n=30)	Curvatura postratamiento (n=30)	Valor de p
X ± D.E. (Rango)		
56.66 ± 9.32 (75 – 35)	53.96 ± 9.01 (72 – 33)	< 0.0001

X: media de población; D.E.: Desviación estándar. Prueba t de Student para muestras pareadas.

La tabla 3 “División de subgrupos en curvaturas severas de acuerdo a grados (pretratamiento)” es descriptiva, muestra como se dividieron las curvaturas radiculares de clasificación severa. Para este estudio, se hicieron 3 subgrupos, el primero de 40 a 50 grados, el segundo de 50 a 60 grados y el último de 60 a 70 grados con el fin de tener un análisis más profundo y describir más detalladamente con que frecuencia se encontró cada subgrupo y más adelante, poder describir si cada uno de ellos presenta mayor o menor grado de variación en la comparación de angulaciones pre y postratamiento.

**Tabla 3.** División de subgrupos en curvaturas severas de acuerdo a grados (pretratamiento)

Grupo	Curvaturas severas (n=30)
	Frecuencia (%)
40 – 50 grados	6 (20)
50 – 60 grados	14 (43.33)
60 – 70 grados	10 (33.33)

En la tabla 4 “Presencia de variación de grados en la medición de curvaturas postratamiento respecto a la medición pretratamiento” despues de dividir por subgrupos las curvaturas de clasificación severa, se observa que la mayor variación de grados se obtuvo en los subgrupos de 50 – 60 y de 60 – 70, con una variación máxima de 4 grados en ambos. Entre los tres subgrupos, en el de 40 – 50 grados, se observo que tuvo una variación mínima de 1 grado, la menor entre los 3 grupos. Se realizo prueba estadística ANOVA y Poshoc de Tukey, la cual arrojó resultados estadísticamente significativos entre subgrupos de 40-50 respecto al de 50 – 60 grados y para los de 40 – 50 contra 60 – 70 grados.

**Tabla 4.** Presencia de variación de grados en la medición de curvaturas postratamiento respecto a la medición pretratamiento.

Curvaturas severas de 40 – 50 grados (n=6)	Curvaturas severas de 50 – 60 grados (n=14)	Curvaturas severas de 60 – 70 grados (n=10)	Valor de p
X ± D.E.			
(Rango)			
2 ± 0.57	2.92 ± 0.59	3 ± 0.44	0.0043*
(3 – 1)	(4 – 2)	(4 – 2)	

X: media de población; D.E.: Desviación estándar. Prueba ANOVA. Prueba Poshoc de Tukey estadísticamente significativa para curvaturas severas de 40-50 Vs 50-60 y para curvaturas severas de 40-50 Vs 60-70

La tabla 5 es descriptiva; “Deformación encontrada en el tercio medio” muestra como de un total de 30 molares estudiados, tres mostraron deformación en el tercio medio, esto se sabe, debido a que al analizar la longitud de trabajo determinada al inicio del tratamiento con una lima número 10 tipo K y compararla con la medición obtenida al ajustar la punta maestra de gutapercha, sufrieron pérdida en la longitud de trabajo inicial.

**Tabla 5.** Deformación encontrada en el tercio medio

Grupo	Molares estudiados (n=30)
	Frecuencia (%)
Pérdida de longitud de trabajo	3 (10)

En la tabla 6, descriptiva: “Milímetros perdidos en la longitud de trabajo”, se observa como en un total de tres conductos que se sabe que por la pérdida en la longitud de trabajo de entre 1.5 y 1 mm, tuvieron deformación en la trayectoria original del conducto radicular en la zona del tercio medio.

**Tabla 6.** Milímetros perdidos en la longitud de trabajo

Conductos deformados en tercio medio (n=3)	
	X ± DE
	(Rango)
	1.16 ± 0.23
	(1.5 – 1)

X: media de población; D.E.: Desviación estándar.

## 4.2 DISCUSIÓN

Existen diferentes enfoques metodológicos propuestos para la medición de la transportación de conductos radiculares, pero no está establecido algún método como estándar de oro. Un aspecto común entre las metodologías es la evaluación de ciertos puntos, los cuales, usualmente, son seleccionados por el operador (Nogueira Leal da Silva et al., 2015)

El presente estudio buscó evaluar la habilidad de conformación y cantidad de transportación producida por el sistema de instrumentos rotatorios V-Taper 2H en conductos radiculares severamente curvos.

Se hizo el análisis comparativo de un grupo control, previo a la manipulación y uno postratamiento, en el cual se realizó la instrumentación de acuerdo a las especificaciones del fabricante.

Existen pocos datos en la literatura respecto a comparativos del sistema V-Taper 2H y la capacidad de conformación vs otros sistemas, tras realizar una revisión sistemática, se llegó a la conclusión de que no puede compararse un sistema con otro si no existen similitudes en el diseño de corte seccional y tipo de punta de la lima, debido a que las alteraciones en el número de estrías, ángulos cortantes o la presencia de superficies radiales influyen sobre la eficiencia y efectividad de cada instrumento, las variaciones en el diseño afectan la manipulación de los sistemas durante la instrumentación del conducto e inevitablemente, tendrán diferentes capacidades de conformación, lo que finalmente, conducirá a que un sistema produzca más deformación en el conducto radicular que otro.

En la tabla 1 se muestra un total de 30 pacientes, los cuales requirieron tratamiento de conductos radiculares en molares superiores o inferiores, según Lim et al. (2013), existen diferencias claras entre realizar pruebas con modelos figurados y dientes naturales, la principal diferencia radica en la microdureza de la resina comparada con el tejido dentinario.

Maitin et al. (2013) y Baumann (1999) dicen que la generación de calor es la mayor desventaja de los conductos radiculares simulados en resina, debido a que

reblandecen el material, permitiendo la formación de escalones y facilitando en algunos casos, la fractura de instrumentos, lo cual apoya la decisión de realizar el estudio en órganos dentarios.

Respecto a la edad y el género, Marroquín et al. (1996) indican que no son relevantes, debido a que la mayor parte de conductos radiculares en humanos posee una curvatura en el tercio apical, desde ligera hasta pronunciada (Cunningham et al. 1992). Tales curvaturas difieren de acuerdo con la anatomía de cada diente y son, probablemente, (y la más importante para tomar en cuenta) la parte más complicada de un tratamiento de conductos radiculares.

El presente estudio hizo uso de la radiografía convencional para realizar el análisis pre y postratamiento de los cambios en la curvatura del conducto. Según Zanesco et al. (2017) la radiografía tradicional puede traer beneficios al estudio de transportación apical.

Un análisis 3D completo no es tan sencillo de realizar en caso de utilizar tomografía (Peters et al. 2001). El problema inicial se relaciona con definir de manera ideal como se va a medir en 3 dimensiones la transportación del conducto radicular (Bergmans et al. 2001) y aunque la medición del centro gravitacional del conducto tiene un enfoque muy sólido cuando se utiliza CBCT, solo puede ser aplicado a conductos ovales e individuales. (Junaid et al. 2014). Por lo tanto, en caso de decidir utilizar imágenes de tomografías, en la gran mayoría de las ocasiones, solo son útiles dos cortes de cada estudio de CBCT, mismas que, además, tienen que ser elegidas respecto a lo que el operador considere que son “parecidas” o “la misma imagen” (Freire et al. 2012). El tener que elegir 2 cortes de una tomografía pretratamiento y 2 posteriores al tratamiento para evaluar la deformación producida en cada órgano dentario apoya la decisión en este estudio de utilizar radiografías convencionales con técnica de paralelismo, lo cual tiene la ventaja de un manejo rápido y eficiente del paciente, muchísima menor radiación para cada paciente y finalmente, un menor costo.

En la tabla 2 se obtuvo una diferencia promedio de 2.7 grados en un total de 30 molares estudiados, medidos antes y después del tratamiento endodóntico. Según

los resultados de El Batouty et al. (2011); una variación en grados menor a 5 grados no representa una deformación apical significativa, ni pone en peligro la calidad de la obturación radicular.

Las raíces mesiales de los molares poseen una foramina con diámetros que varían de entre 0.18 y 0.25 (Marroquín et al. 2004), debido al diámetro reducido, es importante mencionar que el taper y la parte D0 – D1 de los instrumentos no es perjudicial ni determinante en la transportación apical, esto se ve más influenciado por el diseño y la flexibilidad de los instrumentos (Ruddle et al. 2013).

Se han discutido múltiples factores que contribuyen a la transportación apical, como: a) Anatomía radicular compleja, b) Falta de línea de acceso recta, c) Diseño de instrumentos d) Experiencia del operador.

Mientras más compleja la anatomía radicular, existen mas probabilidades de que exista un error de procedimiento, la tabla 3 divide en subgrupos las curvaturas severas, para poder analizar que rango de grados se presenta con más frecuencia y adicionalmente, poder correlacionar si existe más deformación posterior al procedimiento.

La tabla 4 muestra como la mayor variación de grados en una comparativa pre y post tratamiento se encuentra en los subgrupos de entre 50 – 60 y 60 – 70 grados, con 4 grados de variación máxima en los dos grupos, lo que coincide con los resultados encontrados por Venino et al. (2016); los cuales afirman que el grado de transportación depende esencialmente de la severidad de la curvatura radicular y con los resultados obtenidos por Silva Santos et al. (2017); que relaciona la anatomía compleja con un mayor riesgo de errores de procedimiento. Adicionalmente, encontró que esa deformación es dependiente de la flexibilidad y geometría de los instrumentos.

El sistema de limas rotatorias V-Taper 2H (SS White Dental, New Jersey) produce una conformación eficiente en apical, con una preparación conservadora en coronal, la cual permite preservar dentina coronal. Pueden ser utilizados una o dos veces, lo que conduce a un procedimiento de bajo costo y, según un estudio realizado por la

universidad de Michigan, actualmente, es el sistema de instrumentos rotatorios mas resistente del mercado.

La deformación encontrada en tercio medio (Tabla 5 y 6) fue determinada al percibir la pérdida de entre 1 y 1.5 mm la longitud de trabajo, realizando una comparación de la longitud obtenida al realizar el sondeo del conducto con la longitud obtenida al medir la punta maestra de gutapercha previo a realizar la obturación. Según Nogueira Leal Silva et al. (2015) en un estudio reciente, la transportación en las partes rectas fue detectado en valores numéricos mucho mas bajos que en las partes curvas. Esto es debido a que las limas que son introducidas a la totalidad de la longitud de trabajo tienden a enderezarse, ocasionando una presión opuesta a la pared curva, lo que explica la desviación en la porción recta. El calculo final de la transportación fue basado en la distancia de longitud de trabajo que se perdió.

Weine et al. (2006); declaró que una vez que ha ocurrido una transportación es imposible devolver la morfología original del conducto. La transportación apical puede conducir al zip del conducto, lo que podría resultar en una forma de reloj de arena en la terminación apical, en un escalón o una perforación. La parte curva del conducto puede sobre-instrumentarse, eliminando dentina excesivamente, y, al mismo tiempo, dejando pulpa infectada en las paredes no instrumentadas. Se ha reportado que una transportación mas allá de 0.3 mm no posee una influencia negativa sobre el sellado de la obturación. En cuanto al remanente dentinario en las paredes, no existe evidencia de cual debería ser el grosor, pero se considera que 0.3 mm es crítico para evitar futuras complicaciones (Lim et al. 1987).

El grado de transportación depende esencialmente de la severidad de la curvatura radicular, la flexibilidad y geometría de los instrumentos, (Venino et al. 2017; Peters et al. 2004). La parte plana directamente detrás de los ángulos cortantes del instrumento es llamada “zona radial”, la cual reduce la transportación del conducto y la tendencia de los instrumentos a enderezarse, proporciona un soporte al ángulo de corte y limita la profundidad del mismo.

Las características de la lima V-Taper incluyen un corte seccional parabólico sin zonas radiales, tal diseño del corte seccional hace al instrumento más flexible, manteniéndolo centrado en el conducto.

#### **4.3 CONCLUSIÓN:**

Bajo las condiciones y limitaciones de este estudio, se puede concluir que la transportación producida por la conformación de las limas rotatorias V-Taper 2H no es significativa como para considerarla error de procedimiento.

## 5. REFERENCIAS

- Abou-Rass M., Frank A.L., Glick D.H. 1980. The anticurvature filing method to prepare the curved root canal. *J Am Den Assoc.* 101:792-4.
- Akhlaghi N.M. 2010. Comparison of dentine removal using V-taper and K-Flexofile instruments. *Int Endod J.* 43:1029–1036.
- Anon. 2015. Minimal Apical Enlargement for Penetration of Irrigants to the Apical Third of Root Canal System : A Scanning Electron Microscope Study. *Int Endod J.* 7:92–96.
- Ătăiosu M.A.B., Iaconu O.A.N.A.D., and Oraru I.R.E.N.M. 2012. The failures of root canal preparation with hand. *Int Endod J.* 38:129–131.
- Baugh D., and Dds J.W. 2005. The Role of Apical Instrumentation in Root Canal Treatment : A Review of the Literature. *Int Endod J.* 31:333–340.
- Baumann M.A., Roth A. 1999. Effect of experience on quality of canal preparation with rotatory nickel-titanium files. *OralSurg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 88:714-8.
- Bergmans L., Van C.J., Wevers M. 2001. A methodology for quantitative evaluation of root canal instrumentation using microcomputed tomography. *Int Endod J.* 34:390–8.
- Chang S.W., Shim K.S., Kim Y.C. 2016. Cyclic fatigue resistance, torsional resistance, and metallurgical characteristics of V taper 2 and V taper 2H rotary NiTi files. *SCANNING VOL.* 9999, 1–7
- Cunningham C.J., Senia S. 1992. A threedimensional study of canal curvatures in the mesial roots of the mandibular molars. *J Endodon.*18:294- 300.
- Duran-sindreu F. 2012. A Comparison of Apical Transportation between FlexMaster and Twisted Files Rotary Instruments. *Int Endod J.* 38:993–995.
- El Batouty K., Waleed E. 2011. Comparison of canal transportation and changes in canal curvature of two nickel-titanium rotary instruments. *JOE.* 37:1290-92.
- Frank A.L., Glick D.H., and Ds D. The anticurvature filing method to prepare the curved root canal. *J.D.A.* 11:791-794.
- Freire L.G., Gavini G., Cunha R.S. 2012. Assessing apical transportation in curved canals: comparison between cross-sections and micro-computed tomography. *Braz Oral Res.* 26:222–7.
- Gambarini G. 2013. The influence of three different instrumentation techniques on the incidence of postoperative pain after endodontic treatment. *Int Endod J.* 1:152–155.

Glickman G.N., Mickel A.K., Levin L.G., Fouad A.F., and Johnson W.T. 2003. Glossary of Endodontic Terms. Am Assoc Endodontists. 9:1-51

Gu Y. 2010. Root canal morphology of permanent three-rooted mandibular first molars: Part II - Measurement of root canal curvatures. JOE. 36:1341–1346.

Gu Y., Kum K.Y., Perinpanayagam H. 2017<sup>b</sup>. Various heat-treated nickeltitanium rotary instruments evaluated in S-shaped simulated resin canals. Journal of Dental Sciences. 12:14-20.

Gutmann J.L., Gao Y. 2012. Alteration in the inherent metallic and surface properties of nickel-titanium root canal instruments to enhance performance, durability and safety: a focused review. Int Endod J. 45:113–128.

He R., and Ni J. 2010. Design improvement and failure reduction of endodontic files through finite element analysis: Application to V-Taper file designs. JOE. 36:1552–1557.

Junaid A., Freire L.G., Bueno C.E.S. 2014. Influence of single-file endodontics on apical transportation in curved root canals: an ex vivo micro-computed tomographic study. J Endod.40:717–20.

Lim S.S., Stock C.J.R. 1987. The risk of perforation in the curved canal: anticurvature filing compared with the stepback technique. Int Endod J. 20:33–9.

Lim Y.G., Park S.J., Kim H.C. 2013. Comparison of the centering ability of WaveOne and Reciproc nickel-titanium instruments in simulated curved canals. RDE. 38:21-5.

Maitin N., Arunagiri D., Brave D. 2013. An ex vivo comparative analysis on shaping ability of four NiTi rotary endodontic instruments using spiral computed tomography. J Conserv Dent. 16:219-23.

Marroquín B.B. 1996. An anti-zipping preparation system (method and instrument) for curved root canals: A preliminary report. JOE.22:85-89.

Marroquin B.B., El-Sayed M.A. 2004. Morphology of the physiological foramen: I. Maxillary and mandibular molars. J Endod. 30:321–8.

Nogueira Leal Silva E.J., Dias N.M. 2015. Quantitative transportation assessment in simulated curved canals prepared with an adaptive movement system. JOE. 28:1-5.

Peters O.A., Schonenberger K., Laib A. 2001. Effects of four Ni-Ti preparation techniques on root canal geometry assessed by micro computed tomography. Int Endod J. 34: 221–30.

Peters O.A. 2004. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. J Endod. 30:559–67.

Ponce de Leon Del Bello T., Wang N., and Roane J.B. 2003. Crown-down tip design and shaping. *JOE*. 29:513–518.

Ricucci D., and Loghin S. 2014. Correlation between Clinical and Histologic Pulp Diagnoses. *Int Endod J*. 40:439-447.

Roane J.B., Sabala C.L., and Duncanson M.G. 1985. The “balanced force” concept for instrumentation of curved canals. *JOE*. 11:203–211.

Ruddle C.J., Machtou P., West J.D. 2013. The shaping movement: fifth-generation technology. *Dent Today*. 32:96–9.

Scha E., and Lohmann D. 2002. Efficiency of rotary nickel titanium FlexMaster instruments compared with stainless steel hand K-Flexofile Part 1. Shaping ability in simulated curved canals. *Int Endod J*. 39:278-283.

Schäfer E., and Schlingemann R. 2003. Efficiency of rotary nickel-titanium K3 instruments compared with stainless steel hand K-Flexofile. Part 2. Cleaning effectiveness and shaping ability in severely curved root canals of extracted teeth. *Int Endod J*. 36:208–217.

Schneider S.W. 1971. A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. *JOE*. 32:271–275.

Shen Y, Qian W, Abtin H, Gao Y, Haapasalo M. 2011a. Fatigue testing of controlled memory wire nickel-titanium rotary instruments. *J Endod* 37:997–1001.

Silva J.M., Brandao G.A., Silva E.J. 2016 Influence of working length and foraminal enlargement on foramen morphology and sealing ability. *Indian J Dent Res*. 27:66–72.

Silva Santos A. M., Soares F.P.F.M., Coelho M.S. 2017. Foraminal deformation after foraminal enlargement with rotary and reciprocating kinematics: a scanning electronic microscopy study. *J Endod*. 08:1–4.

Tsesis I. 2008. The effect of maintaining apical patency on canal transportation. *Int Endod J*. 1991:431–435.

Venino P.M., Citterio C.L., Pellegatta A. 2016. A micro-computed tomography evaluation of the shaping ability of two nickel-titanium instruments, HyFlex EDM and ProTaper Next. *JOE*. 11:1-5.

V-Taper Product Tutorial DVD. 2006. Guidance Endo, Albuquerque NM

Vyavahare. N., Raghavendra S.S. 2016. Comparative evaluation of apically extruded debris with V-Taper, ProTaper Next, and the Self-adjusting File systems. *J Conserv Dent*. 19(3): 235–238.

Walia H., Brantley W.A. and Gerstein H. 1988. An Initial Investigation of the Bending and Torsional Properties of Nitinol Root Canal Files. *Int Endod J*. 14:346–351.

Weine FS. 2006. Endodontic Therapy. 5th ed. St Louis: Mosby Co.

Whipple S.J., Kirkpatrick T.C., and Rutledge R.E. 2009. Cyclic Fatigue Resistance of Two Variable-taper Rotary File Systems: ProTaper Universal and V-Taper. JOE. 35:555–558.

Zanesco C., Reis S. M.V. 2017. Apical transportation, centering ratio, and volume increase after manual, rotary, and reciprocating instrumentation in curved root canals: Analysis by micro-computed tomographic and digital subtraction radiography. JOE 43:486-490.