

**REPUBLICA DOMINICANA**  
**UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**  
**ESCUELA DE ODONTOLOGÍA**



**ESTUDIO COMPARATIVO DE LA FATIGA CÍCLICA DE LOS  
INSTRUMENTOS DE NÍQUEL TITANIO MANUALES VS ROTATORIOS  
TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE DOCTOR EN  
ODONTOLOGÍA**

**Sustentantes**

**Patricio Castilla 17-0625**

**Franklyn Frias 17-0432**

**Docente especializado**

**Dra. María Teresa Thomas**

**Docente titular**

**Dra. Patricia Grau Grullon**

**No.**

**Santo Domingo, D.N. Julio, 2020**



## **DEDICATORIA**

Este trabajo se lo dedico a mi esposa Anabel Castilla, que ha pasado las mismas horas de sacrificio que yo durante toda mi trayectoria universitaria. Nada de lo que yo he hecho en la universidad pudo haber sido posible sin su apoyo.

A mis hijos, Elias, Thiago, Mateo y Maxie Castilla, que son mi pasión y motivación por la vida.

A mis padres Julia y Patricio Castilla, que son una pieza fundamental en mi formación como individuo.

A Cristian Castilla, mi hermano, al que quiero y respeto.

## **AGRADECIMIENTOS**

Gracias a Dios por haberme dado la oportunidad de hacer realizar un sueño que se hizo realidad.

Gracias por haberme puesto haberme puesto en el lugar preciso y en el momento preciso de mi vida.

Agradezco al doctor Carlos Valera & la doctora Laura Reyes por siempre haber atendido a mis temas universitarios y personales. Gracias por sus consejos.

A mi amigo y ahora hermano Franklyn Frias, gracias por tu amistad y por estar siempre disponible a ayudarme dentro y fuera de la universidad. Por siempre agradecido.

## RESUMEN

En los tratamientos endodónticos, cuyo objetivo es mantener un órgano dentario en boca, es necesario en la fase de limpieza y conformación la utilización de instrumentos que permitan optimizar la preparación de los mismos. Hoy en día se ha incentivado el uso de limas con aleaciones de níquel titanio ya que ofrecen una mayor flexibilidad que permite conservar la anatomía de los conductos. Es conocido que existe cierta fatiga cíclica al utilizar constantemente este instrumento causando una fractura o separación de este que pueda complicar un tratamiento endodóntico. El objetivo de este estudio es comparar la fatiga cíclica de las limas manuales vs rotatorios de níquel titanio. Se hizo una revisión literaria para comparar la fatiga cíclica de ambos instrumentos. Se concluye que no existe información disponible sobre la fatiga cíclica de las limas manuales de níquel titanio para hacer una comparación que pueda responder las preguntas de investigación.

Palabras claves: fatiga cíclica, níquel-titanio, rotatorio, limas

## **ABSTRACT**

In endodontic treatments, whose objective is to keep a dental organ in the mouth, it is necessary in the cleaning and shaping phase to use instruments that allow optimizing their preparation. Nowadays, the use of files with nickel titanium alloys has been encouraged as they offer greater flexibility that allows the anatomy of the ducts to be preserved. It is known that there is some cyclic fatigue when constantly using this instrument causing a fracture or separation that can complicate an endodontic treatment. The objective of this study is to compare the cyclical fatigue of manual vs rotary nickel titanium files. A literary review was done to compare the cyclical fatigue of both instruments. It is concluded that no information is available on the cyclic fatigue of nickel titanium hand files to make a comparison that can answer the research questions.

Keywords: cyclic fatigue, nickel-titanium, rotary, files

# ÍNDICE

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>3</b>
<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>4</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>5</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>6</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>9</b>
<b>2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>11</b>
<b>3. OBJETIVOS</b>	
<b>3.1 GENERAL.....</b>	<b>13</b>
<b>3.2 ESPECÍFICOS.....</b>	<b>13</b>
<b>3.3 HIPÓTESIS.....</b>	<b>13</b>
<b>4. MARCO TEÓRICO</b>	
<b>4.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS.....</b>	<b>14</b>
<b>4.2 REVISIÓN DE LA LITERATURA</b>	
<b>4.2.1 INSTRUMENTOS DE NÍQUEL TITANIO MANUALES .....</b>	<b>18</b>
<b>4.2.2 INSTRUMENTOS DE NÍQUEL TITANIO ROTATORIOS.....</b>	<b>22</b>
<b>5. ASPECTOS METODOLÓGICOS</b>	
<b>5.1. DISEÑO DE ESTUDIO.....</b>	<b>27</b>
<b>5.2. TIPO DE ESTUDIO.....</b>	<b>27</b>
<b>5.3. METODO DE ESTUDIO.....</b>	<b>27</b>

<b>5.4. FUENTES.....</b>	<b>28</b>
<b>6. DISCUSIÓN .....</b>	<b>29</b>
<b>7. CONCLUSIÓN.....</b>	<b>32</b>
<b>8. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>33</b>
<b>9. PROSPECTIVA .....</b>	<b>34</b>
<b>10.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>35</b>



## 1. INTRODUCCIÓN

El éxito del tratamiento endodóntico depende de varios factores, incluyendo la preservación de la anatomía original del conducto radicular.<sup>1</sup> Los instrumentos de níquel-titanio (NiTi) fueron diseñados para mejorar la capacidad de mantener la forma original de los canales curvos después de su preparación.<sup>2</sup> Esto se puede lograr gracias a su comportamiento y memoria elástica de la aleación.<sup>3</sup> Incluso con limas Niti que son más sofisticadas, fuertes y más flexibles que las de acero inoxidable, la falla sigue siendo un problema porque estos instrumentos pueden fracturarse dentro de sus límite elástico y sin alguna señal de una deformación permanente previa.<sup>4</sup>

Independientemente de las ventajas de los instrumentos rotatorios de NiTi, parecen tener un alto riesgo de fractura.<sup>5</sup> Las variables que contribuyen a la deformación y fractura de estos instrumentos incluyen el radio de curvatura de la raíz, el diámetro y el diseño del instrumento, el área de sección transversal, el torque y la velocidad de rotación, la técnica utilizada y la experiencia del profesional de la salud. Los tratamientos superficiales de metales y la caracterización metalúrgica de las aleaciones de NiTi también influyen en los cambios morfológicos y pueden disminuir las tasas de fractura.<sup>6</sup>

El éxito del tratamiento endodóntico es poco probable cuando el fragmento del instrumento se ha fracturado en el tercio apical. Actualmente son preferidos los sistemas rotatorios con más frecuencia por su facilidad de instrumentar los conductos y su eficacia en el tiempo operatorio. El uso de limas manuales para la conformación de conductos es una técnica clásica ofreciendo resultados óptimos y duraderos para los tratamientos endodónticos. Ambas técnicas de instrumentación presentan una probabilidad de fracturar un instrumento durante la preparación de conductos y se nota más en tiempos actuales con el avance tecnológico de los sistemas rotatorios.<sup>7</sup>

Este trabajo consiste en la revisión de la literatura para comparar la fatiga cíclica de las limas endodónticas de níquel-titanio rotatorias con las manuales. Se buscaron artículos y revistas científicas que hablen sobre la fatiga cíclica de los instrumentos para luego compararlos entre sí. Luego de analizar la literatura se presentará cuál lima ofrece mayor resistencia a la fatiga cíclica y sus demás ventajas. El objetivo de este estudio es describir las ventajas y desventajas de las limas endodónticas de níquel-titanio manuales y rotatorios ante la fatiga cíclica durante su uso.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Existe preocupación sobre la incidencia de fracturas de instrumentos durante la preparación del conducto radicular.<sup>8</sup> La incidencia de fractura de instrumentos en la práctica clínica utilizados varias veces ha variado del 3% al 21%.<sup>9</sup> Aunque los instrumentos fracturados pueden no comprometer el resultado si el tratamiento se realiza con un alto estándar, los fragmentos de archivo retenidos pueden impedir el control microbiano más allá de la obstrucción. Además, la eliminación excesiva de la estructura dental en un intento de recuperar el fragmento del instrumento puede estar asociada con la perforación de la raíz y la resistencia de la raíz reducida. Se ha informado que la fractura de un instrumento NiTi puede ocurrir en una combinación de dos formas: torsional y flexural (fatiga).<sup>10</sup>

El clínico se enfrenta a dos preocupaciones principales cuando considera el uso de instrumentos rotatorios NiTi. La primera es la posibilidad de fractura del instrumento asociada con una fatiga aumentada del instrumento causada por el uso repetido. La fatiga cíclica es una razón importante de fractura que representa aproximadamente un tercio a más de la mitad de la rotura del instrumento encontrada clínicamente.<sup>11,9</sup> La fatiga en la región del tercio inferior como la más comúnmente implicada. La segunda es la posibilidad de contaminación cruzada asociada con la incapacidad de limpiar y esterilizar adecuadamente los instrumentos de endodoncia.<sup>12</sup> Un estudio reciente encontró priones en el tejido pulpar humano.<sup>13</sup> La estructura dental y los desechos orgánicos se han observado en la superficie de los instrumentos rotatorios NiTi en grietas superficiales a pesar de la limpieza y descontaminación ultrasónica meticulosa.<sup>14</sup> Las preguntas de investigación que se intentan responder de esta investigación son:

1. ¿Cuál de las limas de níquel titanio (manuales o rotatorias) ofrecen mayores ventajas ante la fatiga cíclica?
2. ¿Cuál lima de níquel titanio (manuales o rotatorias) ofrece la mayor cantidad de uso antes de la fatiga?
3. ¿Cuántas veces pueden someterse las limas de níquel titanio manuales y rotatorias a la esterilización?

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 GENERAL**

Comparar la fatiga cíclica de los instrumentos de níquel titanio manuales vs rotatorios.

#### **3.2 ESPECIFICOS**

1. Describir las ventajas y desventajas de los instrumentos de níquel titanio manuales y los rotatorios.
2. Conocer la cantidad de usos de los instrumentos manuales y rotatorios de níquel titanio antes de la fatiga.
3. Determinar la cantidad de veces que se pueden esterilizar las limas de níquel titanio.

#### **3.3 HIPÓTESIS**

Los instrumentos de níquel titanio de sistemas rotatorios tienen más probabilidad de fractura que los manuales.

## 4. MARCO TEORICO

### 4.1 ANTECEDENTES HISTORICOS

De acuerdo a Estrada (2018), la historia de la endodoncia siempre ha estado marcada por la búsqueda de procedimientos más rápidos, más seguros y eficientes que mantengan dos objetivos comunes y sigan siendo la piedra angular de cualquier tratamiento dental: conformación de conductos y desinfección. Los conductos radiculares cerrados y curvos plantean un desafío, incluso si el profesional tiene una larga experiencia, dada la imposibilidad de lograr los objetivos antes mencionados con la certeza de no romper el instrumento o generar una iatrogenia en el diente (Fig. 1).<sup>15</sup>

Fig. 1.



Una nueva aleación de metal, hecha de níquel titanio (Ni-Ti, Fig.2), se ha desarrollado en endodoncia gracias a sus excelentes propiedades de flexibilidad, resistencia a la torsión y memoria en términos de su forma. Este novedoso sistema consiste en una variedad de archivos hechos como decimos en níquel titanio, que son más flexibles que los de acero inoxidable tradicionalmente usado, lo que evita o intenta evitar fracturas

dentro del conducto. Este tipo de instrumentación rotatorio constituye o representa la tercera generación en la mejora y simplificación del tratamiento del conducto radicular, siendo considerada una nueva era aceptada y contrastada en la actividad diaria del dentista.<sup>16</sup>

Fig. 2.



Plantean Gavini, Santos, Caldeira, Machado, Freire, Iglecias... y Candeiro, que la introducción de aleaciones de níquel-titanio (NiTi) y la posterior automatización de la preparación mecánica fueron los primeros pasos hacia una nueva era en la endodoncia. Estos cambios dieron paso a un progreso cada vez mayor en la especialidad, con investigaciones científicas y corporativas centradas en el desarrollo de instrumentos capaces de satisfacer las necesidades de una preparación del conducto radicular más anatómicamente predecible, que se pueda lograr en menos tiempo y con mayor comodidad tanto para el dentista como para el paciente. Los instrumentos inflexibles tienen dificultades sustanciales para seguir la curvatura que se encuentra en la mayoría

de los sistemas de conducto radicular. En los últimos años, se han observado muchos cambios, incluidas innovaciones en el diseño de instrumentos, tratamientos de superficie y térmicos para aleaciones de NiTi, y la incorporación e hibridación de nuevas estrategias de movimiento para impulsar los sistemas de instrumentación. Conocer las características morfológicas y mecánicas de los instrumentos de endodoncia, así como su modo de uso adecuado, brinda mayor seguridad y versatilidad al operador.<sup>17</sup>

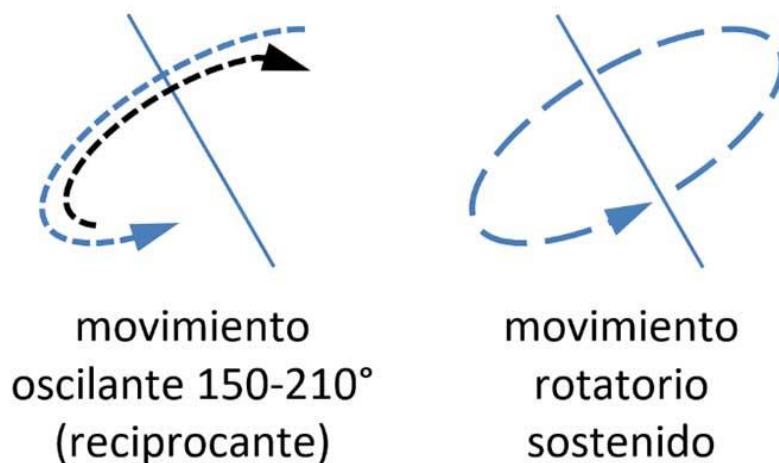
La aleación de níquel-titanio se desarrolló originalmente para el programa espacial de Estados Unidos en el Laboratorio de artillería naval en 1963, y recibió el nombre genérico de "Nitinol".<sup>18</sup> En odontología, Andreasen e Hilleman la utilizaron por primera vez en 1971 en alambres de ortodoncia, debido a su bajo módulo de elasticidad, efecto de memoria de forma y superflexibilidad.<sup>19</sup> Específicamente en endodoncia, Civjan et al. fueron los primeros en conceptualizar la fabricación de instrumentos de endodoncia de aleación de NiTi, en 1975. Más tarde, en 1988, Walia, Brantley y Gerstein introdujeron los primeros instrumentos endodónticos NiTi de mano, fabricados mediante mecanizado de alambre de ortodoncia.<sup>18</sup> Posteriormente, los avances tecnológicos en la producción de instrumentos NiTi permitieron que su fabricación sea mediante procesos de mecanizado con cambios significativos en la configuración de la parte activa, variaciones en el ángulo helicoidal y el ángulo de corte, y diferentes aumentos en el cono dentro del mismo instrumento, ya no siguiendo las normas ISO publicadas en 1958 para instrumentos manuales.<sup>20</sup>

Gavini et. al indica que, durante muchos años, estos instrumentos se fabricaron exclusivamente mediante mecanizado convencional, con variaciones principalmente en el diseño de la sección transversal, la disposición de las superficies de corte a lo largo de la parte activa y la presencia o ausencia de superficies radiales. El objetivo principal



era mejorar las propiedades de corte del instrumento y, en particular, reducir su riesgo de fractura. En este sentido, los tratamientos de aleación de NiTi introducidos desde 1999 fueron el principal factor responsable para cambiar el comportamiento clínico de estos instrumentos. Actualmente, están disponibles más de 160 sistemas de instrumentación automatizados, fabricados con diferentes aleaciones de NiTi, tratadas térmicamente o de otro modo, con propiedades tanto super-elásticas (SE) como de memoria de forma (SME), utilizando cinética rotacional o recíproca (Fig. 3), movimiento céntrico o excéntrico.<sup>16</sup>

Fig. 3.



## **4.2 REVISIÓN DE LA LITERATURA**

### **4.2.1 INSTRUMENTOS DE NÍQUEL TITANIO MANUALES**

D. Sonntag, S. Delschen & V. Stachniss realizaron un estudio donde comparaban la instrumentación biomecánica con instrumentos manuales y rotatorios de NiTi realizada por estudiantes en la universidad de Philipps en Marburg, Alemania. Treinta estudiantes fueron seleccionados para instrumentar 150 conductos radiculares simulados en un bloque de acrílico transparente con limas de níquel-titanio manuales mediante la técnica de step-back y 450 conductos radiculares simulados en un bloque de acrílico transparente con limas rotatorias de níquel-titanio mediante la técnica de crown-down (Fig. 4). Algunos errores como el zip apical y la formación de un escalón ocurrió significativamente menos mediante el uso de limas rotatorias. Se reportaron 4 instrumentos manuales con distorsiones a nivel de la punta de la lima, siendo 3 limas #15 y una lima #25. Las limas manuales se fracturaron en un 1.3% de los conductos. Se observó la cantidad de limas fracturadas y se encontró que el individuo tiene un papel muy importante en cuanto a la tasa de fractura de un instrumento. El 50% de las limas fracturadas durante la instrumentación mecanizada fue realizada por un estudiante, mientras que otro operador fracturó ambas limas manuales y rotatorias.<sup>21</sup>

Fig. 4.

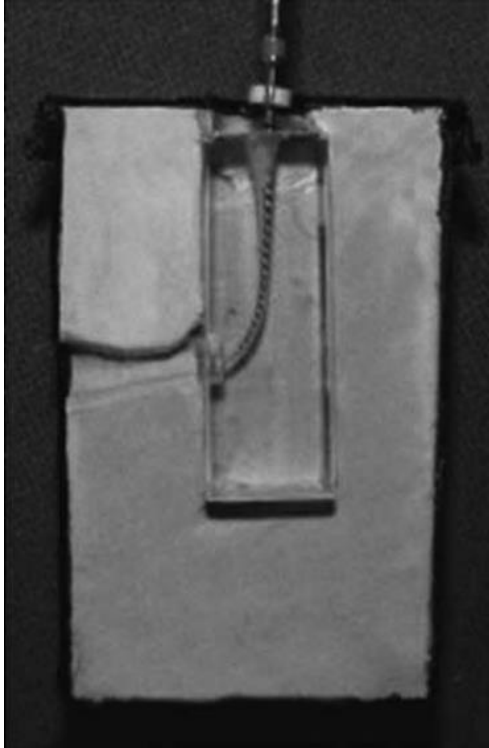


Imagen adquirida del artículo #21.

Idomeo Bonetti Filho, DDS, PD y col. realizaron un estudio donde evaluaron microscópicamente tres limas endodónticas antes y después de la instrumentación. Utilizaron limas K, Sureflex NiTi y FlexoFiles donde fueron evaluadas morfométricamente como las manda el fabricante y luego de 1, 3 y 5 usos en premolares maxilares extraídos (Fig. 5). Su evaluación fue realizada utilizando un microscopio a X40 de magnificación y fotomicrografías. Concluyeron que las limas K de bajo calibre deben ser descartadas luego de su uso. Las limas K #30 se pueden utilizar hasta 3 veces y las FlexoFiles #30 hasta 5 veces. Las limas Sureflex NiTi, luego de utilizarlas 5 veces, no mostraron anomalías apreciables en su forma (Fig. 6). Recomendaron que las limas de bajo calibre de NiTi fueran descartadas luego de 5 usos.<sup>22</sup>

Fig. 5.

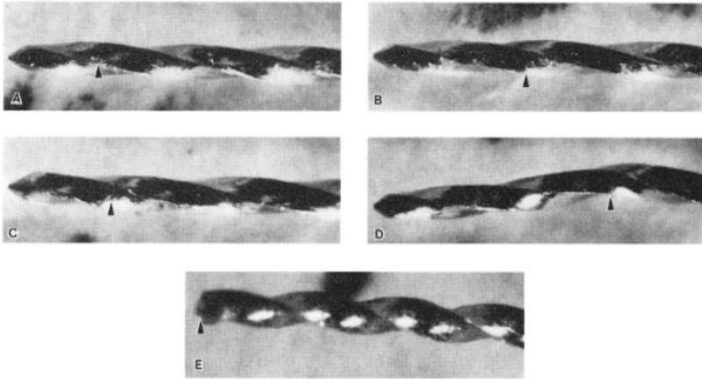


FIG 2. Photomicrographs of defects (arrows) in endodontic files produced during instrumentation of root canals 1, 3, and 5 times. (A) Cutting edge dented. (B) Cutting edge deformed. (C) Loss of metal sliver. (D) Flute unwound. (E) Tip of instrument fracture.

Fig. 6.

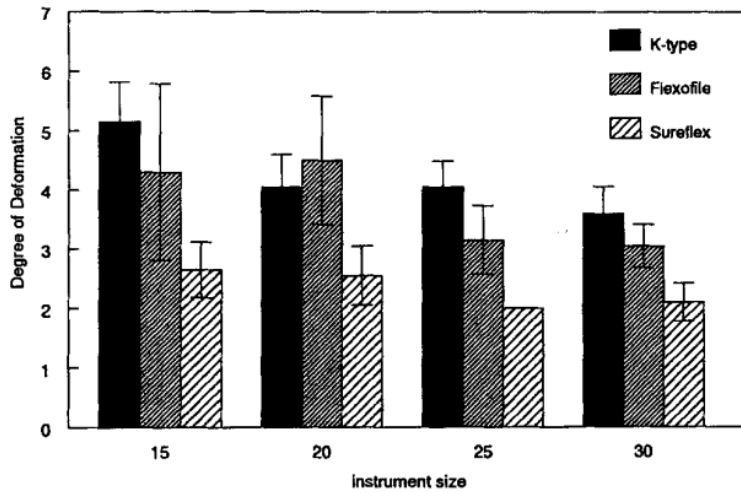


FIG 5. Graph showing deformation of different types of instruments after five uses.

Imágenes adquiridas del artículo #22.

La fatiga cíclica de los instrumentos es un resultado de su uso prolongado y sometido a un estrés durante su uso para la preparación de un conducto radicular. Descartar las limas manuales luego de un solo uso ha sido un tema debatido por varios autores como

Aasim y Col. En el 2006, Letters y Col. en el 2005, Morrison y Conrod en el 2009 y Walker y Col en el 2007. Históricamente, las limas manuales siempre han sido reutilizadas para más de un caso en la clínica odontológica dada la limpieza y esterilización de la misma antes de su reuso. Glynn Dale Buchanan y Nichola Warren realizaron un estudio basado en un cuestionario acerca de la cantidad de veces que los odontólogos usaban las limas manuales en el sur de África. Ninguno de los participantes utilizaba los instrumentos una sola vez. El 70.4% de los participantes descartaron las limas manuales luego de que hayan sufrido algún daño o deformación y los demás la utilizaban una cantidad de veces o hasta que estaban deformadas.<sup>23</sup>

## 4.2.2 INSTRUMENTOS DE NÍQUEL TITANIO ROTATORIOS

Fišerová, Chvosteková, Bělašková, Bumbálek y Joska realizaron un estudio en el 2015 con el objetivo de validar un análisis de supervivencia que evalúa el efecto del tipo de sistema rotativo, la curvatura del canal y el tamaño del instrumento sobre la resistencia cíclica. La prueba de fatiga cíclica se realizó en canales artificiales de acero inoxidable con radios de curvatura de 3 o 5 mm y un ángulo de curvatura de 60 grados (Fig. 5). Todos los instrumentos eran nuevos y tenían una longitud de trabajo de 25 mm, y la codificación de color ISO indicaba el tamaño del instrumento; amarillo para el tamaño 20; rojo para el tamaño 25. Los instrumentos Wizard Navigator, los instrumentos Mtwo, los instrumentos ProTaper y los instrumentos Revo-S se rotaron pasivamente a 250 rotaciones por minuto, y se registró el tiempo de fractura. Posteriormente, el análisis fractográfico de puntas rotas se realizó mediante microscopio electrónico de barrido (Fig. 6). Luego, los datos fueron analizados por el estimador de Kaplan-Meier de la función de supervivencia, el modelo de riesgos proporcionales de Cox, la prueba de Wald para las covariables de regresión y la prueba de Wald para la significación del modelo de regresión. Los autores encontraron que la vida útil registrada para los instrumentos probados fue Mtwo > Wizard Navigator > Revo-S > ProTaper; Radio de 5 mm > radio de 3 mm; y amarillo > rojo en el sistema de codificación de color ISO.<sup>24</sup>

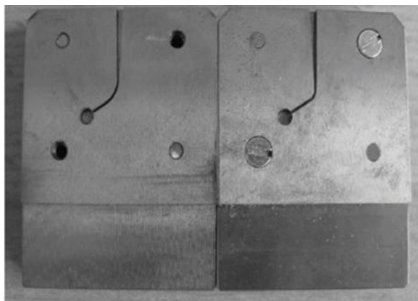


Fig. 5.

Imagen adquirida del artículo #24.

Fig. 6.

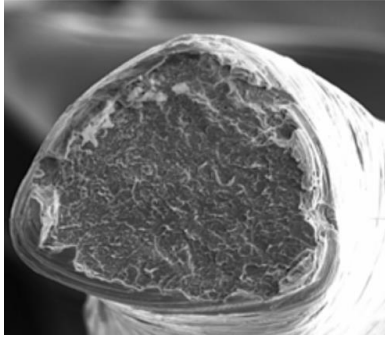


Imagen adquirida del artículo #24.

También, Amato, Pantaleo, Abdellatif, Blasi, Giudice y Iandolo (2017) realizaron un estudio con el objetivo de comparar la resistencia a la fatiga cíclica de tres instrumentos modernos de Ni-Ti utilizados con rotación continua. Se utilizaron 3 grupos de instrumentos rotatorios con rotación continua (HyFlex EDM, Twisted File Adaptive, Revo S SU), cada grupo constaba de 20 archivos. Los diversos grupos fueron sometidos a pruebas de fatiga cíclica a través de un dispositivo metálico artificial (Fig. 7). Se realizó un análisis estadístico con la prueba de Kruskal-Wallis y la prueba de Mann-Whitney. Los resultados arrojaron que hubo diferencias estadísticamente significativas entre los tres grupos. Los instrumentos HyFlex EDM tienen una resistencia a la fractura ligeramente más alta que el archivo Twisted y mucho más alta que Revo S SU.<sup>25</sup>

Fig. 7.

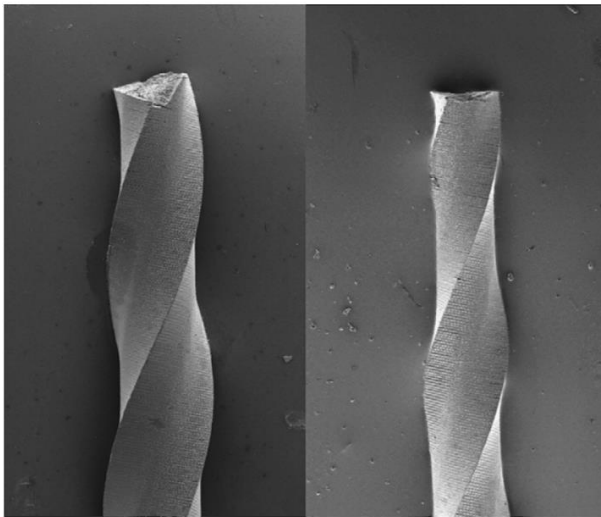


Imagen adquirida del artículo #25.

Sung-Yeup You, DDS y col. realizaron un estudio acerca de la cantidad de usos que ofrece la lima rotatoria F2 protaper cuando se utiliza de forma recíproca. Utilizaron 120 canales curvos de 60 molares maxilares y mandibulares para medir la cantidad de veces que puede ser utilizada la lima rotatoria. Cada conducto fue instrumentado con una sola lima F2 del sistema Protaper de manera recíproca hasta alcanzar la longitud de trabajo. El mismo instrumento fue utilizado hasta que se fracturó. Un total de 11 instrumentos fueron utilizados para instrumentar los 120 conductos curvos. Otros 60 conductos curvos fueron divididos en dos grupos de 30, donde un grupo fue instrumentado de manera rotatoria y el otro de manera recíproca. El tiempo total para la preparación del conducto fue medido hasta que el instrumento alcance la longitud de trabajo. La vida media del instrumento F2 Protaper fue  $10.60 \pm 4.35$  siendo la mayor cantidad de usos 21 antes de su fractura. Concluyeron que la lima Protaper F2 puede ser usada de manera segura hasta la longitud de trabajo por lo menos 6 veces en movimientos recíprocantes. La preparación recíprocante con un solo instrumento F2 de Protaper fue mucho más rápida que de manera rotatoria continua.<sup>26</sup>

Fig. 8.





**Figure 1.** The longitudinal scanning electron microscopic view without any flute deformation around the fracture point ( $\times 30$ ).

Imagen adquirida del artículo #26.

En el 2012, Lee W y col. realizaron una encuesta en Korea de la preferencia basada en la experiencia de las limas rotatorias de NiTi y la incidencia de fractura entre los dentistas generales. Dentro de los hallazgos de la investigación se encontró que las limas rotatorias más utilizadas fueron la ProFile en un 39.8% seguido de la Protaper. El 54.3% de los encuestados reutilizaban las limas rotatorias más de 10 veces. Había una correlación entre la experiencia con las limas NiTi rotatorias y la cantidad de re-usos. El 54.6% de los encuestados estimaron experimentar la separación del instrumento menos de 5 veces al año y la frecuencia de separación estaba significativamente en correlación con la técnica de instrumentación. Un gran número de dentistas generales en Korea prefieren utilizar más de una vez las limas NiTi rotatorias. A medida que aumenta su experiencia, más reutilizan las limas. <sup>27</sup>

Otra encuesta realizada por Thimmanagowda N Patil y col. Acerca de los instrumentos rotatorios de NiTi y sus técnicas de uso por los endodoncistas de la india en el 2017 revela la cantidad de veces que los profesionales utilizan las limas de NiTi rotatorias. La lima Protaper fue la más utilizada por los encuestados seguida por la Mtwo de VDW. El

63.9% de los participantes utilizan las limas de 6-10 veces. Se encontró una correlación entre el ensanchamiento inicial del conducto con limas K y la cantidad de usos de las limas rotatorias. La correlación entre la técnica de preparación y la reutilización de las limas reveló que la técnica de preparación híbrida era más eficiente. Los operadores con experiencia tenían la tendencia de utilizar las limas rotatorias de 6-10 veces.<sup>28</sup>

Las limas rotatorias han sido fabricadas de combinaciones diferentes de níquel-titanio. El proceso de esterilización puede tener un efecto positivo o negativo dependiendo el proceso de fabricación. Las limas de CM-Wire no rebotan a su posición original después de liberar las fuerzas ejercidas dentro de un conducto, sino que, al tener memoria, su forma es restaurada cuando es esterilizada según el fabricante.<sup>29</sup> sin embargo, Alba Bermejo Sánchez realizó un estudio donde sometieron las limas Hyflex CM a la fatiga cíclica y encontraron que luego de la esterilización de las mismas, era menos resistentes a la fatiga cíclica.<sup>30</sup> Juan Jose Perez Higuera Sánchez Escalonilla encontró que las limas fabricadas con níquel-titanio convencional aumentan su resistencia a la fatiga cíclica flexural luego de su esterilización en autoclave. Esto es comprobado ya que las limas GT (NiTi convencional) utilizadas en su estudio mostraron una mayor resistencia a la fatiga cíclica flexural que la GTX luego del proceso de esterilización.<sup>31</sup>

Fig. 9.

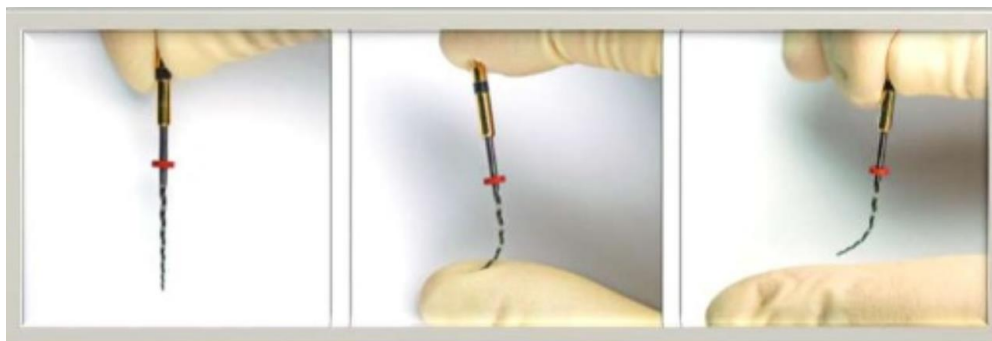


Imagen adquirida de la Web.

## **5. ASPECTOS METODOLÓGICOS**

### **5.1. Diseño de Estudio**

Este estudio tiene un diseño no experimental por el motivo que no se modificaran las variables intencionalmente para observar su efecto sobre otras variables. Hernández Sampieri et al. (2015) dice que este tipo de investigación solo se observan los fenómenos tal cual se dan en su contexto natural y posteriormente analizarlos. En otro ámbito, la investigación documental es aquella que está apoyada de información bibliográficas, hemerográficas o archivísticas; la primera se basa en consultar libros, la segunda en artículos y/o ensayos de revistas o periódicos y la tercera documentos encontrados en archivos o cartas y expedientes.

### **5.2 Tipo de estudio**

El presente estudio es de tipo exploratorio debido a que su objetivo principal es la examinación de un tema o situación en la comunidad científica poco estudiado y que a la fecha de realización de esta investigación no se ha tomado en cuenta antes. Estos estudios son importantes ya que ayudan a conocer fenómenos previamente desconocidos.

### **5.3 Método de estudio**

Se utilizará el método de análisis y síntesis que consiste en separar partes de los documentos bibliográficos para estudiarlas individualmente y recopilar los elementos dispersos y analizarlos por completo.

## **5.4 Fuentes**

Los recursos utilizados en este estudio fueron los secundarios. Un análisis exhaustivo de artículos e investigaciones previamente realizadas fueron recopiladas.

## 6. DISCUSIÓN

La falta de artículos científicos que evalúen la fatiga cíclica de los instrumentos manuales de níquel-titanio dificulta la comparación con los instrumentos rotatorios. En la actualidad existe preferencia por las limas rotatorias de níquel-titanio por disminuir el tiempo operatorio, facilidad y predictibilidad de un tratamiento de conductos. El mercado dental está saturado con distintos tipos de limas rotatorias y manuales de distintas variaciones de NiTi. Las limas rotatorias presentan una alta flexibilidad en comparación de las limas manuales que les permite adaptarse mejor a la curvatura del conducto y disminuir los errores a nivel apical. Esto se debe a las nuevas tecnologías y modificaciones realizadas al níquel-titanio que le permite una mayor flexibilidad que las aleaciones tradicionales. Conociendo que las limas NiTi manuales son de aleación convencional, es posible asumir que las limas rotatorias NiTi son más flexibles y ante un conducto con una curvatura pronunciada, estas pueden tener ventajas al momento de la instrumentación sobre las limas manuales y teniendo los mismos resultados en un conducto con una curvatura leve.

Los estudios realizados acerca de la cantidad de usos de las limas de níquel-titanio están enfocados en los sistemas rotatorios. La evidencia científica sobre la cantidad de usos de las limas manuales NiTi es nula en la actualidad y esto dificulta su comparación con las limas rotatorias NiTi. Los estudios encontrados acerca de la cantidad de usos que pueden ofrecer los sistemas rotatorios muestran que pueden ser utilizados aproximadamente 6 veces sin sufrir una separación o fractura del instrumento.<sup>26,28</sup> Es importante mencionar que los instrumentos reciprocantes mostraron ventajas en cuanto a la fatiga cíclica flexural por lo cual sería más seguro utilizar las limas reciprocantes 6 veces. Los fabricantes de los instrumentos rotatorios recomiendan que las limas se

utilicen una sola vez por motivos de control de infección y disminución de las probabilidades de fractura del instrumento por un uso o esterilización inapropiada.

La experiencia del profesional está directamente relacionada con la cantidad de usos de las limas rotatorias. Estos sistemas de limas son sensibles a la técnica de instrumentación y por ende, en manos inexpertas, pueden sufrir alteraciones en su estructura que debilita la aleación. Restricciones financieras fueron el motivo principal por el uso repetitivo de los sistemas rotatorios.<sup>27</sup> Permitiendo que el instrumento realice los cortes ejerciendo una fuerza leve, minimiza la tensión del mismo por ende mejora su resistencia a la fatiga cíclica.

Actualmente no existe evidencia científica sobre la cantidad de ciclos de esterilización que pueden ser sometidas las limas manuales de níquel-titanio. Las aleaciones de NiTi de los instrumentos actuales son procesados de una manera distinta a la tradicional. Esto permite que actúen diferente durante su uso y el proceso de esterilización tenga efectos positivos o negativos sobre el mismo. El proceso de esterilización puede ser beneficioso para disminuir la fatiga cíclica de las aleaciones tradicionales de níquel-titanio ya que tienen memoria y pueden recuperar su estado original.<sup>31</sup> Puede ser contradictorio para las aleaciones de las limas rotatorias actuales de NiTi. Estudios comprueban que el proceso de esterilización disminuye la resistencia a la fatiga cíclica de los instrumentos rotatorios.<sup>32,30</sup> Esto puede ser por falta de memoria de la aleación que presentan en comparación de las aleaciones tradicionales. Se puede relacionar la cantidad de usos máximo obtenidos de algunos estudios, que las limas rotatorias de níquel-titanio pueden ser esterilizadas 5 veces para luego utilizarlas 5-6 veces de manera segura antes de la separación del instrumento y siempre evaluando la condición del mismo antes de su uso

para detectar alguna deformación que contraindique su utilización.

## 7. CONCLUSIÓN

La revisión de la literatura para comparar la fatiga cíclica de las limas manuales versus las rotatorias de aleaciones de níquel titanio es inconclusa. La limitada información de estudios sobre las limas manuales en las últimas dos décadas es casi nula. Esto se debe a la deslumbrante aparición de las limas rotatorias NiTi en endodoncia. Cabe mencionar que la utilización de las limas rotatorias NiTi agilizan el protocolo de instrumentación de los conductos radiculares, por ende, los estudios científicos se han inclinado al análisis de los sistemas rotatorios que a los manuales. Los pocos estudios disponibles sobre la fatiga cíclica de las limas manuales NiTi puede indicar que los profesionales están utilizando con mayor frecuencia las limas rotatorias.

La fatiga cíclica flexural de un instrumento aumenta dependiendo de la experiencia del profesional y/o a la cantidad de usos de la lima. Esto es evidente ya que varios estudios muestran la separación del instrumento más frecuente en odontólogos con menos experiencia. De igual manera, los instrumentos que son reutilizados son menos resistentes a la fatiga cíclica. Las condiciones económicas de la localización geográfica es un factor determinante sobre la cantidad de usos de las limas. La vida útil de un instrumento dependerá del modo de uso y la cantidad de veces que es utilizado el instrumento. La fatiga cíclica es un fenómeno que todos los odontólogos que realizan tratamientos de canal deben conocer y entender para evitar complicaciones para el paciente.



## 8. RECOMENDACIONES

- El profesional que no tenga mucha experiencia con el uso de las limas rotatorias, no reutilice el instrumento para evitar un accidente operatorio.
- El profesional que ya tenga experiencia suficiente con las limas rotatorias, reutilice las limas rotatorias de manera limitada y cuidadosamente si este decide el uso continuo de las mismas.
- Seguir los protocolos de instrumentación de cada sistema rotatorio de acuerdo al conducto a tratar.
- Si las condiciones económicas lo permiten, utilizar las limas rotatorias una sola vez como lo indica el fabricante.
- Utilizar la instrumentación híbrida para disminuir la fatiga cíclica flexural de los instrumentos rotatorios.
- Si el odontólogo desconoce el comportamiento físico de las limas, esterilizar las limas en frío para evitar efectos adversos del calor a la aleación.
- Adquirir el entrenamiento adecuado del manejo de instrumental rotatorio previo a la realización de una endodoncia para disminuir el uso abusivo de las limas.

## **9. PROSPECTIVA**

Durante el estudio se descubrió la falta de información acerca de los instrumentos manuales de níquel-titanio, siendo la razón por la cual era imposible poder hacer una comparación entre los instrumentos. Los instrumentos manuales NiTi aún siguen siendo útiles en la actualidad y es importante conocer cómo responden cuando se someten a un estrés mecánico. Una investigación de estas limas puede ayudar a la comunidad odontológica a conocer si existen ventajas o desventajas en comparación a las limas rotatorias de NiTi en cuanto a la fatiga cíclica. Es importante que también se investigue el efecto que tiene los ciclos de esterilización en autoclave se las limas manuales NiTi.

## REFERENCIAS

- 1- Pettiette, M., Delano, E. & Trope, M. (2001). Evaluation of success rate of endodontic treatment performed by students with stainless-steel K-files and Nickel-titanium hand files. *Journal of endodontics*, 27(2), 124-127.
- 2- Kum, K., Spångberg, L., Cha, B. Y., Il-Young, J., Seung-Jong, L. & Chan-Young, L. (2000). Shaping ability of three ProFile rotary instrumentation techniques in simulated resin root canals. *Journal of endodontics*, 26(12), 719-723.
- 3- THOMPSON, S.A. and DUMMER, P.M.H. (1997), Shaping ability of NT Engine and McXim rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. Part 2. *International Endodontic Journal*, 30: 270-278. doi:10.1046/j.1365-2591.1997.00081.x
- 4- Madarati, A., Watts, D. & Qualtrough, A. Factors contributing to the separation of endodontic files. *Br Dent J* 204, 241–245 (2008). <https://doi.org/10.1038/bdj.2008.152>
- 5- Ankrum, M., Hartwell, G. & Truitt, J. (2004). K3 Endo, ProTaper, and ProFile systems: breakage and distortion in severely curved roots of molars. *Journal of endodontics*, 30(4), 234-237.
- 6- Gavini, G., Pessoa, O., Barletta, F., Vasconcellos, M. & Caldeira, C. (2010). Cyclic fatigue resistance of rotary nickel-titanium instruments submitted to nitrogen ion implantation. *Journal of endodontics*, 36(7), 1183-1186.
- 7- Parashos P, Messer HH. Rotary NiTi instrument fracture and its consequences. *Journal of endodontics*. 2006 Nov 1;32(11):1031-43.
- 8- Spili, P., Parashos, P., & Messer, H. (2005). The impact of instrument fracture on outcome of endodontic treatment. *Journal of endodontics*, 31(12), 845-850.
- Tena, A. y Rivas-Torres, R. (2005). *Manual de investigación documental: elaboración de tesis*. México: Plaza y Valdés, S.A. de C.V.

- 9- Shen, Y., Cheung, G., Bian, Z. & Peng, B. (2006). Comparison of defects in ProFile and ProTaper systems after clinical use. *Journal of endodontics*, 32(1), 61-65.
- 10- Adl A, Shahravan A, Farshad M, Honar S. Success rate and time for bypassing the fractured segments of four NiTi rotary instruments. *Iranian Endodontic Journal*. 2017;12(3):349.
- 11- Parashos, P., Gordon, I., & Messer, H. (2004). Factors influencing defects of rotary nickel-titanium endodontic instruments after clinical use. *Journal of endodontics*, 30(10), 722-725.
- 12- Sonntag, D. & Peters, O. A. (2007). Effect of prion decontamination protocols on nickel-titanium rotary surfaces. *Journal of endodontics*, 33(4), 442-446.
- 13- Schneider, K., Korkmaz, Y., Addicks, K., Lang, H. & Raab, W. (2007). Prion protein (PrP) in human teeth: an unprecedented pointer to PrP's function. *Journal of endodontics*, 33(2), 110-113.
- 14- Alapati, S., Brantley, W., Svec, T., Powers, J., Nusstein, J. & Daehn, G. (2004). Proposed role of embedded dentin chips for the clinical failure of nickel-titanium rotary instruments. *Journal of endodontics*, 30(5), 339-341.
- Amato, M., Pantaleo, G., Abdellatif, D., Blasi, A., Giudice, R. & Iandolo, A. (2017). Evaluation of cyclic fatigue resistance of modern nickel–titanium rotary instruments with continuous rotation. *Giornale italiano di endodonzia*, 31(2), 78-82.
- 15-Estrada, M. (2018). A Structured Review of Different Rotary Instrumentation-A Decade Long Reference Analysis. *Int J Radiol Radiat Ther*, 5(1), 00122.
- 16-Gavini, G., Santos, M., Caldeira, C., Machado, M., Freire, L., Iglecias, E., ... & Candeiro, G. (2018). Nickel–titanium instruments in endodontics: a concise review of the state of the art. *Brazilian oral research*, 32.

- 17-Auricchio, F., Taylor, R. & Lubliner, J. (1997). Shape-memory alloys: macromodelling and numerical simulations of the superelastic behavior. *Computer methods in applied mechanics and engineering*, 146(3-4), 281-312.
- 18-Andreasen, G. & Hilleman, T. (1971). An evaluation of 55 cobalt substituted Nitinol wire for use in orthodontics. *The Journal of the American Dental Association*, 82(6), 1373-1375.
- Valderrábano, M., Hernández, R. y Trujillo, M. (2002). *La investigación documental*. Recuperado de: <http://www.umcc.cu/pe/Educ.%20Univ%202004/LA%20INVESTIGACION%20DOCUMENTAL.doc>
- 19-Walia, H., Brantley, W. & Gerstein, H. (1988). An initial investigation of the bending and torsional properties of Nitinol root canal files. *Journal of endodontics*, 14(7), 346-351.
- 20-Thompson, S. (2000). An overview of nickel-titanium alloys used in dentistry. *Int Endod J.*, 33(4), 297-310.
- 21- Sonntag, D., Delschen, S. and Stachniss, V. (2003), Root-canal shaping with manual and rotary Ni-Ti files performed by students. *International Endodontic Journal*, 36: 715-723. doi:[10.1046/j.1365-2591.2003.00703.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-2591.2003.00703.x)
- 22- Bonetti Filho I, Esberard RM, de Toledo Leonardo R, Carlos E. Microscopic evaluation of three endodontic files pre-and postinstrumentation. *Journal of endodontics*. 1998 Jul 1;24(7):461-4.
- 23- Buchanan GD, Warren N. Single-use of endodontic hand files: perceptions and practise. *Journal of infection prevention*. 2019 Jan;20(1):32-6.
- 24- Fišerová, Eva & Chvosteková, Martina & Bělašková, Silvie & Bumbálek, Michal & Joska, Z.. (2015). Survival Analysis of Factors Influencing Cyclic Fatigue of Nickel-

Titanium Endodontic Instruments. *Advances in Materials Science and Engineering*.

2015. 1-6. 10.1155/2015/189703.

25- Amato, Massimo & Pantaleo, Giuseppe & Abdellatif, Dina & Blasi, Andrea & Lo

Giudice, Roberto & Iandolo, Alfredo. (2017). Evaluation of cyclic fatigue resistance of modern Nickel-Titanium rotary instruments with continuous rotation. *Giornale Italiano di Endodonzia*. 31. 78-82. 10.4081/j.gien.2017.23.

26- You SY, Bae KS, Baek SH, Kum KY, Shon WJ, Lee W. Lifespan of one nickel-

titanium rotary file with reciprocating motion in curved root canals. *J Endod*. 2010;36(12):1991-1994. doi:10.1016/j.joen.2010.08.040

2010;36(12):1991-1994. doi:10.1016/j.joen.2010.08.040

27- Lee W, Song M, Kim E, Lee H, Kim HC. A survey of experience-based preference of Nickel-Titanium rotary files and incidence of fracture among general dentists. *Restor Dent Endod*. 2012 Nov;37(4):201-206. <https://doi.org/10.5395/rde.2012.37.4.201>

28- Patil TN, Saraf PA, Penukonda R, VANAKI SS, Kamatagi L. A survey on nickel titanium rotary instruments and their usage techniques by endodontists in India. *Journal of Clinical and Diagnostic Research: JCDR*. 2017 May;11(5):ZC29.

29-Bermejo Sánchez AC. *Efecto de los procesos termomecánicos en la resistencia a fatiga* (Doctoral dissertation, Universidad Complutense de Madrid). 2019

30- Sánchez AB. *Efectos de los procesos termomecánicos en la resistencia a la fatiga cíclica de los instrumentos endodónticos de níquel-titanio* (Doctoral dissertation, Universidad Complutense de Madrid).2018

31- Escalonilla JJ. *Análisis de los factores que influyen en la resistencia de los instrumentos de Níquel-Titanio a la fatiga cíclica flexural* (Doctoral dissertation, Universidad Complutense de Madrid).

32- Hilfer PB, Bergeron BE, Mayerchak MJ, Roberts HW, Jeansonne BG. Multiple autoclave cycle effects on cyclic fatigue of nickel-titanium rotary files produced by new manufacturing methods. *Journal of endodontics*. 2011 Jan 1;37(1):72-4.