

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN ORIGINAL

Odontología

Estudio comparativo de defectos superficiales producidos en dos limas reciprocantes sometidas a diferentes tratamientos térmicos, luego de su uso en raíces mesiales de primeros molares inferiores. Ex vivo

Myrian Grabow de Casco¹, Mirtha Perdomo Duarte², Claudio Francisco Boiero Boglio³, Ruben Castillo²

¹Carrera de Odontología (Asunción), Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad del Norte, Paraguay; ²Carrera de Odontología, Facultad Pierre Fauchard, Universidad Autónoma de Paraguay; ³Carrera de Odontología, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

Enviado: 3 de abril de 2022

Aceptado: 20 de mayo de 2022

Publicado: 11 de noviembre de 2022

DOI: [10.5281/zenodo.7259124](https://doi.org/10.5281/zenodo.7259124)



Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC-BY)

RESUMEN

Introducción: Las limas de Níquel Titanio (NiTi) ofrecen una mayor elasticidad y adaptación a la morfología de los conductos radiculares permitiendo realizar una mejor preparación y conformación radicular. Estos instrumentos cuentan con la capacidad de brindar mejor resistencia a la fatiga cíclica y la torsional. El objetivo de esta investigación fue describir los cambios estructurales macroscópicos de las limas Small del sistema Wave One (21/06) y AFBR 1 (20/06) luego de realizar diferentes ciclos de instrumentación en raíces mesiales de molares inferiores. **Materiales y métodos:** Se utilizaron 20 limas Small (21/06) del sistema Wave One (Dentsply, Maillefer, Suiza), y 20 limas AFBR 1(20/06) (Shanghái Fanta Dental), asignadas aleatoriamente en 2 grupos, Grupo W y Grupo R. Todas las limas fueron sometidas a un proceso de instrumentación y posteriormente fotografiadas para ser evaluadas. **Resultados:** No se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$) entre las curvas de sobrevida en cuanto a la presencia de partículas entre los grupos de limas (R y W). Se observaron diferencias estadísticamente significativas

Autor correspondiente: Myrian Grabow de Casco. Carrera de Odontología (Asunción), Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad del Norte, Paraguay

Correo electrónico: myrian.grabow.890@docentes.uninorte.edu.py

Financiación: Esta investigación no recibió financiación específica de organismos públicos, comerciales ni de entidades sin ánimo de lucro.

Conflictos de interés: Los autores declaran no tener conflictos de interés financieros, personales, profesionales, institucionales ni de otra índole relacionados con este trabajo.

($p < 0.05$) entre las curvas de supervivencia de la presencia de grietas y de estiramiento entre los grupos (R y W); las grietas aparecieron con mayor velocidad y los estiramientos de forma más temprana en las limas tipo R. **Conclusiones:** Todas las limas Small del sistema WaveOne analizadas presentaron cambios estructurales a partir del cuarto uso después de instrumentar un promedio de 50 conductos, y todas las limas AFBR1 a partir del tercer uso. Durante esta investigación ningún instrumento sufrió fractura.

Palabras clave: cambios estructurales, WAVEONE, AFBR 1, resistencia a la fractura cíclica

INTRODUCCIÓN

Para que un tratamiento de conductos sea exitoso son necesarios un diagnóstico correcto, una limpieza y conformación adecuadas del sistema de conductos radiculares, así como una adecuada obturación tridimensional que sea capaz de evitar una reinfección bacteriana (1). El hipoclorito de sodio es el irrigante empleado comúnmente para la limpieza del sistema de conductos, debido a sus excelentes propiedades antimicrobianas y su eficacia en la disolución de tejido orgánico (2). Asimismo, la conformación de los conductos permite crear espacio para que actúe el irrigante y debe ser llevada a cabo por instrumentos que ayuden a eliminar las bacterias adheridas a la superficie de los conductos a la vez que disminuyan el riesgo de transporte apical. Para ello se emplean las limas de endodoncia, los cuales proporcionan una buena preparación biomecánica y respetan la anatomía del conducto radicular (46).

Maynard, en el año 1838, crea el primer instrumento endodóntico a partir de un muelle de reloj (1). Posteriormente, se fabricaban instrumentos de acero de carbono, que fueron reemplazados por acero inoxidable debido a sus mejores propiedades (2). Sin embargo, estos instrumentos son rígidos, lo que resulta en aberraciones del conducto con la formación de escalones y perforaciones (8-13). Las limas de acero inoxidable han sido las más utilizadas durante años hasta que en la década de los 60, Buehler y colaboradores (cols.) descubrieran la aleación de Níquel-Titanio (NiTi) durante una investigación sobre metalurgia en el laboratorio de artillería naval estadounidense (Naval Ordnance Laboratory) mientras buscaban una aleación no magnética, resistente al agua y a la sal para uso naval (3).

Mientras experimentaban con aleaciones de dos metales buscando un material resistente al calor y al impacto,

observaron que la aleación de NiTi presentaba diferentes propiedades, entre ellas que si se aplicaba calor a un alambre de NiTi doblado, este se desplegaba y volvía a su forma original descubriéndose así la propiedad de memoria de forma del metal (4). Esta aleación fue llamada NiTiNOL por los elementos que la componían: Ni por Níquel, Ti por Titanio y NOL por las siglas en inglés del nombre del laboratorio (Naval Ordnance Laboratory), dando lugar a una familia de aleaciones que tienen propiedades únicas de Superelasticidad (SE) y Memoria de forma (SM), las aleaciones de NiTiNOL o más conocidas como NiTi (4).

Este material ha sustituido gradualmente al acero inoxidable (4-8) por su diseño, el tamaño de la punta, su conicidad, la sección transversal, el ángulo helicoidal y la distancia entre las espiras (46), lo que confiere excelentes propiedades en la flexibilidad, elasticidad (9) y alta resistencia a la fatiga cíclica (8). Sin embargo, uno de los inconvenientes que presentan es la fractura de los instrumentos rotativos de NiTi, debido a la fatiga cíclica que suele producirse cerca del tercio apical de un conducto radicular con la mayor curvatura, sin ningún tipo de aviso.

No es hasta 1988 cuando Walia y cols. describen por primera vez su uso en endodoncia. Realizaron un estudio basado en comparar la resistencia a la flexión y a la fractura por torsión de limas K manuales del número 15, con la misma sección transversal (triangular), de acero inoxidable y de NiTiNOL. Los resultados mostraron que estas últimas tenían 2-3 veces mayor elasticidad a la flexión y a la torsión que las de acero inoxidable, así como mayor resistencia a la fractura por torsión (5). Defendían que esto era debido al bajo módulo de elasticidad y a la buena ductilidad que presentaba la aleación de NiTiNOL respecto al acero inoxidable (5).

A partir de este momento, los instrumentos que se utilizarían para conformar los conductos radiculares y principalmente los conductos curvos, se fabricarían con NiTiNOL ya que, gracias a sus propiedades de súper elasticidad y memoria de forma, proporcionarían importantes ventajas frente a los instrumentos de acero inoxidable: limitar el transporte apical y preservar más estructura dentaria debidos a una conformación de conductos más centrada, manteniendo el foramen en su posición original, ya que las limas no se deformarían de forma permanente con tanta facilidad como ocurría con las limas de acero inoxidable (4,6,10); no requerir un curvado previo a la instrumentación, como ocurría con las limas de acero inoxidable (5-11); y mayor flexibilidad, gracias a su menor módulo de elasticidad respecto al del acero inoxidable (5).

Con la aparición del movimiento accionado mecánicamente, las limas rotatorias de NiTi permitirían además acortar los tiempos del procedimiento endodóntico gracias a su mayor capacidad de corte, ya que eliminarían más cantidad de dentina en menos tiempo conformando un conducto en forma de embudo, lo que facilitaría la obturación tridimensional (5-12). De esta forma, las aleaciones de NiTi proporcionarían instrumentos más flexibles y con una mayor resistencia a la fractura que los existentes hasta entonces de acero inoxidable (13). Y es por ello que, décadas después, las limas rotatorias de NiTi siguen siendo los instrumentos de elección para conformar los conductos radiculares durante el tratamiento endodóntico (14).

En esta investigación se trabajó sobre las limas de Nique Titanio (NiTi) ya que ofrecen una mayor elasticidad y adaptación a la morfología de los conductos radiculares permitiendo realizar una mejor preparación y conformación radicular. En particular, se propone describir los cambios estructurales macroscópicos de las limas Small del sistema Wave One (21/06) y AFBR 1, (20/06) luego de realizar diferentes ciclos de instrumentación en raíces mesiales de molares inferiores.

En la presente investigación se evaluaron la presencia de partículas, grietas y pérdida de filo en relación al número de usos de 40 instrumentos, 20 limas Wave One Small, 20 limas R1, las cuales fueron accionadas en motor con función reciprocantes en raíces mesiales de molares inferiores, las limas Wave one demostraron presentar menos presencia de grietas y estiramientos en usos reducidos en relación a las limas R1.

Estudios similares como Pedulla y col. evaluaron 180 limas; 45 limas Mtwo, 45 Twisted Files, 45 limas Reciproc R25 y 45 limas Wave One Primary; las cuales fueron accionadas en tres diferentes tipos de movimientos (n=15); «RECIPROC ALL», «WAVEONE ALL» y rotatorio continuo; las limas rotatorias Mtwo demostraron tener una resistencia a la fatiga cíclica similar a los sistemas Reciproc R25 y Twisted Files, así como una resistencia superior comparada con el instrumento de Wave One Primary en condiciones similares de metodología, lo cual concuerda con los resultados de nuestro estudio en los cuales el número de ciclos a la fractura obtenidos para la lima Mtwo en movimiento reciprocante; no tuvo diferencia estadísticamente significativa con respecto al número de ciclos a la fractura obtenidos para las limas reciprocantes Unicore, lo cual se puede deber a las secciones transversales diferentes y de poca masa que ambos instrumentos poseen.

Los instrumentos de Mtwo (VDW, Munich, Alemania) son instrumentos endodónticos rotatorios hechos de una aleación de NiTi convencional con una sección transversal en forma de «S» y un diseño que promueve un corte más eficiente (48). La lima Unicore (Medin, Novè Mesto na Morave, República Checa) posee dentro de su diseño una punta inactiva, una sección transversal triangular variable; así como un tratamiento propio no reportado por el fabricante (21-49).

Estudios previos como los de DeDeus y col.14 y Kiefner y col.19 utilizaron un dispositivo de fatiga cíclica dinámico para evaluar la resistencia a la fatiga cíclica de las limas de NiTi. Estos dispositivos dinámicos simulan los movimientos de «brushing» y «pecking» (50). Sin embargo, estos tienen algunas limitaciones. Primero, el instrumento evaluado no está constreñido en una trayectoria precisa. También, a pesar que las variables de velocidad y amplitud de los movimientos axiales pueden ser estandarizadas en este tipo de dispositivos, estas son completamente subjetivas y es dudoso que las mismas sean constantes y reproducibles en una situación clínica porque este movimiento de arriba hacia abajo (pecking motion) se controla manualmente (5).

Estudios in vitro, como el de Pirani y colaboradores (13), indican que el sistema WaveOne®, al ser utilizado hasta 3 veces en dientes extraídos, no presentaron cambios significativos en su superficie y el reuso no afectó sustancialmente las hojas de corte y la agudeza de la punta del instrumento. Asimismo, no evidenciaron microfracturas que indicaran disminución en la eficiencia de corte

del instrumento o posible fractura. Sin embargo, su objetivo era encontrar cambios en la superficie, no en su estructura cristalográfica.

Shen y colaboradores (25) encontraron que un solo uso clínico de las limas Profile Vortex® de aleación alambre M no presentaron cambios representativos en la transformación de sus fases cristalográficas. Con base en los hallazgos de Pirani y colaboradores (13) y Shen y colaboradores (25), surgió el interés de evaluar qué cambios estructurales sufre la lima primaria del sistema WaveOne® después de su uso y cómo afectan el comportamiento de dicho instrumento. Por tal razón, el objetivo de este estudio fue analizar si la estructura de las limas primarias de aleación alambre M del sistema WaveOne® presentaban alteraciones cristalográficas, después de la preparación del conducto mesovestibular (mv1) de un primer molar superior y esterilización, al ser analizadas mediante la técnica de difracción de rayos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño

Estudio ex vivo. Se realizó un estudio experimental ex vivo con presentación de resultados comparativos entre los sistemas recíprocos Wave One Small y AFBR1 para determinar mediante observación de imagen fotográfica ampliada las modificaciones de la superficie en relación al número de usos en raíces mesiales de Primeros Molares Inferiores extraídos.

La población estuvo constituida por 20 limas del sistema Wave One Small (21/06) (Dentsply, Maillefer, Suiza), y 20 limas AFBR 1(20/06) (Shanghai Fanta Dental). Las cuales fueron asignadas aleatoriamente en 2 grupos, Grupo W, Grupo R. Los materiales fueron 150 piezas dentales humanas Primeras Molares Inferiores permanentes extraídas por indicación periodontal u otras indicaciones, obtenidas del Banco de Dientes de la Universidad del Norte aprobado para uso con fines de investigación por las autoridades de la Institución.

Obtención de la muestra: El procedimiento fue realizado por un solo operador, se seleccionaron las piezas dentarias Primeras Molares Inferiores que tuvieran la raíz mesial con ápice maduro, longitudes semejantes, rectos o curvaturas leves o moderadas.

Cálculo de la muestra: Se utilizaron estudios anteriores como estudios, como Sabrina C, utilizaron 17 Molares inferiores, Da Frota FM y col usaron 10 Molares Infe-

riores, Siqueira JF y col usaron 53 Molares Inferiores, DM Atlas usaron 60 Molares Inferiores, Goncalves utilizó 20 Molares Inferiores, Daniela Matus utilizó 50 Molares Inferiores. y se realizó el cálculo de la muestra obteniendo un resultado de 50 raíces mesiales de primeros molares inferiores para cada grupo.

Criterios de inclusión: Pieza dental humana Primera Molar Inferior permanente con ápices maduros; pieza dental sin caries radicular que afecte el sistema de conductos radiculares; pieza dental sin calcificación u obliteración radicular. Forámenes independientes y grado de curvatura según Scheider leves o moderadas no mayor a 20 grados.

Criterios de exclusión: Pieza dental con grado de curvatura mayor a 25 ° grados según Schneider; pieza dental con fractura radicular; pieza dental con resorción interna o externa; pieza dental con endodoncia realizada en la raíz mesial; pieza dental con instrumento fracturado en la raíz mesial.

Selección de la muestra: Se seleccionaron 130 piezas dentarias que macroscópicamente presentaron ápices maduros, longitudes semejantes y curvaturas leves. Se sacaron radiografías de frente en sentido mesiodistal con aparato de Rx marca Gnatus y con Radiovisiógrafo Marca Fona. En todas las exposiciones se mantuvo siempre la misma distancia de 11 cm desde el foco-objeto, kilo voltaje y mili amperaje.

Del análisis radiográfico de los 130 molares se descartaron 20 piezas dentarias molares inferiores que presentaron instrumentos fracturados, y raíces calcificadas. De los 110 molares inferiores seleccionados fueron nuevamente clasificados de acuerdo al diámetro anatómico del conducto realizando cateterismo de la raíz MV y ML con lima K N 10. Se seleccionaron 100 molares que la lima K 10 ajustó en el conducto y de acuerdo a diámetro anatómico se seleccionó la Lima AFBR1, para el Grupo R 20/06 y WAVE ONE SMALL.21/06 para Grupo W.

De las piezas dentarias seleccionadas que fueron radiografiadas se pudo clasificar las curvaturas radiculares por medio del Método de Schneider (Schneider, 1971) se realizó la medición del grado de curvatura de la raíz mesio vestibular y mesio lingual y seguido los siguientes pasos: se tomó radiografía a la pieza dental en sentido mesiodistal; en la pantalla de la computadora con el programa del radiovisiógrafo se dibujó una línea en la radiografía paralela al eje longitudinal del conducto para determinar la longitud; se ubicó el cursor en la función

de ángulo y se trazó en el conducto donde empieza la curvatura de la raíz para determinar la angulación; se clasificó la curvatura: recta (5 grados o menos); moderada (10-20 grados) y severa (25-70 grados).

Determinación de longitud de trabajo: Para estandarizar las longitudes se cortaron la corona dentaria con pieza de mano recta con fresa Maxicut y luego con discos de carborundum para regularizar. Se irrigaron los conductos con Hipoclorito de sodio al 2,5 % con jeringa de irrigación con salida lateral de calibre 30G se introdujo en el conducto lo más apical posible. Con una lima K N° 10 se penetra en el conducto hasta que sea visible en el ápice. Se restó 1 mm estandarizando las longitudes a 16 mm.

Se realizó fotografías de cada pieza dentaria seleccionada de frente y de perfil con Cámara Nikon D 7000 en cuarto oscuro.

Clasificación de grupos de trabajo

Las 100 piezas dentarias seleccionadas fueron numeradas con marcador indeleble y en Excel con la aplicación de la fórmula = Aleatorio. Entre (1,100) los primeros 50 se agruparon en Grupo R y se dividió en 10 sub grupos de 5 molares inferiores cada uno con longitud radicular de 17 mm, y curvaturas no mayores a 20 grados y los 50 restantes con las mismas características se agruparon en Grupo W. Se utilizó una lima para la raíz Mesio Vestibular y otra lima para la raíz Mesio Lingual para cada sub grupo. Lo que totalizó el uso de 20 limas para el Grupo R. El mismo procedimiento que el anterior se realizó con el grupo W.

Preparación de la muestra: Las piezas dentarias seleccionadas fueron conservadas en frascos individuales con solución fisiológica, numeradas para su identificación hasta iniciar el procedimiento experimental.

Secuencia operatoria

Como ha sido mencionado, el trabajo de campo se realizó sobre dos grupos: R y W. En el Grupo R se instrumentó con lima AFBR1. El Grupo W se instrumentó con limas Wave One Small. Cada grupo se dividió en 10 sub grupos constituidos por 5 molares cada uno. La lima AFBR1 y Wave One sin uso fueron fotografiadas para referencia. Se utilizó una lima para instrumentar la raíz mesio vestibular y otra lima para instrumentar la raíz mesio lingual. La lima con un uso fue fotografiada con Cámara Profesional Nikon DX AF/S 18-55 mm 1:3.5-

5.6G y Macro 70-300. Con Flash después de su uso para poder observar macroscópicamente si hubo alteraciones. La misma lima se utilizó con dos usos en otro molar y fue fotografiada, y se replicó el procedimiento hasta completar cinco usos por cada sub grupo. Se utilizaron 20 limas R1 en Grupo R y 20 limas Wave One Small en Grupo W.

Secuencia operatoria: grupo R

Exploración de los 2/3 coroneles del conducto con la lima tipo K N°10. Se seleccionó la lima AFBR1 20.06. Una vez elegida la lima AFBR1 y verificado el Glide Path de los 2/3 coroneles, se procedió a preparar los accesos con la lima seleccionada en el Sb Grupo 1. Permeabilizar el conducto hasta apical y determinar la longitud de trabajo. Con el conducto perfectamente permeable y el Glide Path confirmado, se instrumentó el conducto a longitud de trabajo con la lima AFBR1 20/06.

El movimiento de ingreso de la lima AFBR1 fue presionar dos o tres veces para avanzar apicalmente, sacar el instrumento, limpiarlo, permeabilizar con la lima manual K N°10 y volver a introducir la misma lima elegida, repitiendo este protocolo hasta alcanzar la longitud de trabajo. Siempre acompañado de irrigación con NaOCl al 2,5%. Una vez alcanzada la longitud de trabajo con la lima AFBR1 se realizó la prueba visual del cono de gutapercha para comprobar si la preparación biomecánica fue suficiente y coincidió con el diámetro del cono de gutapercha.

Luego de utilizar el instrumento se analizó por medio de fotografías ampliadas las alteraciones en la superficie del metal en el primer uso. Se repitió todo el proceso para registrar el 2do uso de la lima en Molar 62, se completó todo el proceso y se repitió para analizar 3er uso, 4to y 5to uso en el sub grupo 1. Y todo se realizó para replicación en los Sub Grupo 2,3, y 4. Las fotografías se reveló en Rochester con ampliación y luego fueron observadas en programa Autocad para análisis de resultados.

Secuencia operatoria: Grupo W

Exploración de los 2/3 coroneles del conducto con la lima tipo K N°10. Se seleccionó la lima Small 20.06. Una vez elegida la lima Wave One, y verificado el Glide Path de los 2/3 coroneles, se procedió a preparar los accesos con la lima seleccionada. Permeabilizar el conducto hasta apical y determinar la longitud de trabajo. La longitud de trabajo ya se estableció en la preparación de las muestras, de manera a padronizar las mismas, a 16 mm.

Con el conducto perfectamente permeable y el Glide Path confirmado, se instrumentó el conducto a longitud de trabajo con la lima Wave One 20/06.

El movimiento de ingreso de la lima Wave One fue presionar dos o tres veces para avanzar apicalmente, sacar el instrumento, limpiarlo, permeabilizar con la lima K nº10 y volver a introducir la misma lima Wave One Small elegida, repitiendo este protocolo hasta alcanzar la longitud de trabajo. Siempre acompañado de irrigación con NaOCl al 2,5 %. Una vez alcanzada la longitud de trabajo con la lima Wave One Small se realizó la prueba visual del cono de gutapercha para comprobar si la preparación biomecánica fue suficiente y coincidió con el diámetro del cono de gutapercha.

Luego de utilizar el instrumento se analizó por medio de fotografías las alteraciones en la superficie del metal en el primer uso, luego fueron limpiados, con gasa embebida en hipoclorito de sodio para ser utilizado para el segundo uso, tercero, cuarto y quinto uso. Se realizó para replicación en los Sub Grupos hasta 10. Se tomó fotografía con Cámara Profesional Nikon DX AF/S 18-55 mm 1:3.5-5.6G y Macro 70-300. Con Flash. Las fotografías se revelaron en Rochester con ampliación y luego fueron observadas en programa Autocat por una arquitecta especializada para análisis de resultados.

Aspectos éticos

El estudio se realizó respetando la Declaración Universal sobre Bioética y Derechos Humanos (UNESCO), la Declaración de Helsinki (AMM), y las Pautas Éticas Internacionales para la Investigación Biomédica en Seres Humanos (CIOMS/OMS).

RESULTADOS

Se estimaron todos los estadísticos descriptivos (frecuencia absoluta, frecuencia relativa, media, varianza, desviación estándar, entre otros) de las variables medidas. Para comparar variables cualitativas, como: la se utilizó las Tablas de contingencias, y las pruebas: Chi-square y Fisher Exact Tests.

La supervivencia fue consignada con las curvas de Kaplan Meier y los factores fueron comparados con el test de log-Rank. Los datos fueron procesados utilizando el paquete estadístico SPSS v.17, el nivel de significación empleado fue de 5%, considerando un nivel de confianza del 95%. Se estudiaron dos marcas de sistemas mecanizados recíprocantes diferentes, utilizando 40 limas, 20

por cada grupo, en donde se midió la presencia de partículas, presencia de grietas y estiramiento en relación al número de usos.

Grupo R



Grupo W



Figura 1. Presencia de partículas en limas del Grupo R y del Grupo W.

Presencia de partículas

La Figura 1 muestra limas del Grupo R y del Grupo W. No hubo partículas en el uso 0; en los usos 1, 2 y 3 la presencia fue del 100 %. A partir del 4to uso hubo disminución, al 63 %, y en el 5to uso al 50 %. Se observaron diferencias significativas ($p < 0.05$) para la presencia de partículas, en relación a la cantidad de usos de las limas. En uso escaso, el 25 % no presentó partículas y el 75 % sí; en uso extendido, el 44 % no presentó partículas y el 56 % sí.

Grupo R



Grupo W



Figura 2. Presencia de grietas en limas del Grupo R y del Grupo W.

Presencia de grietas

La Figura 2 muestra limas del Grupo R y del Grupo W. Se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) entre las curvas de supervivencia de la presencia de grietas entre los grupos de limas (R y W); las mismas aparecieron con mayor velocidad en las limas tipo R. Según el número de usos, la presencia de grietas fue 0 % hasta el tercer uso, 50 % en el cuarto y 75 % en el quinto. En uso escaso las grietas estuvieron ausentes en el 100%; en uso extendido, ausentes en el 38 % y presentes en el 63 %.

Lima R sin uso



Lima R 5 usos



Figura 3. Lima R sin uso y lima R con 5 usos.

Presencia de estiramiento

La Figura 3 muestra una lima R sin uso y una lima R con 5 usos. La Figura 4 muestra una lima W sin uso y una lima W con 5 usos. En usos escasos las limas R 1 y Wave One Small no sufrieron estiramiento; se observó a partir de 4 usos aparecieron estiramientos en 69% de las limas evaluadas. Según el número de usos, la presencia de estiramiento fue 0 % hasta el tercer uso, 38 % en el cuarto y 100 % en el quinto. En uso escaso el estiramiento estuvo ausente en el 100 %; en uso extendido, ausente en el 31 % y presente en el 69 %.

Lima W sin uso



Lima W con 5 usos.



Figura 4. Lima W sin uso y lima W con 5 usos.

DISCUSIÓN

La instrumentación mecanizada de los conductos radiculares es actualmente muy aceptada por los odontólogos, pero existen muchos interrogantes de la cantidad de veces que pueden ser utilizados sin afectar la confiabilidad en la selección del instrumento. Desde la aparición del primer estudio reportando el beneficio que suponía usar la aleación NiTi en las limas de endodoncia (5) hasta la actualidad han pasado más de 25 años donde se han aplicado mejoras sustanciales en el diseño y la aleación (45-46-49).

Estas mejoras han supuesto una conformación anatómica y conservadora de los conductos, disminución del trans-

porte apical y una mayor rapidez en el trabajo (16-19) pero no han evitado minimizar el gran problema que sufren los clínicos por su uso que es la fractura de la lima (22-23) siendo esta fractura en la mayoría de sus casos provocada por fatiga cíclica (29-31). Por lo que la fractura por fatiga cíclica supone un problema para el clínico, ya que la separación del instrumento compromete de forma esencial el resultado del tratamiento de conductos (7-22-42-75).

El propósito de este estudio fue evaluar los cambios macroscópicos de las limas mediante fotografías en la influencia del uso de los instrumentos Reciprocantes con aleación termo mecánica adecuada de la aleación M Wire que reduce la fatiga del instrumento para ampliar los rangos de temperatura de transformación de la aleación. Alapati y col. Indican que si durante el proceso de fabricación los rangos de temperatura se encuentran de 400 a 500 C aumentaría la temperatura de austenita final (af) de la aleación a un rango entre 45 y 50 C para el alambre M a diferencia del NITI convencional cuya af es de 25 C ello da en la aleación en reposo y temperatura ambiente una composición mixta que le ofrece un amplio rango de trabajo y super elasticidad. En estas temperaturas Shen y col. Indican mayor presencia de martensita.

La aleación H Wire presente en las limas AFB R1 presenta ciclos térmicos patentados por la casa comercial. Super flexibles y Martensita estable. Kaval y cols. (97) en un estudio en el que comparan limas Hyflex EDM con limas ProTaper Universal y ProTaper Gold concluyen que las primeras son más resistentes a FC pero que las ProTaper Gold lo son más a la torsión, de ahí que recomienden utilizar cada sistema de instrumentación en un tipo específico de conductos radiculares. Cuando se comparan con las últimas generaciones de instrumentos rotatorios, como las limas Reciproc Blue o las WaveOne Gold, los resultados abogan por la mayor resistencia a FC de las limas Hyflex EDM (92). Se cree que la razón de estos resultados se debe al nuevo proceso de fabricación y los diferentes tratamientos térmicos aplicados a la aleación (92).

Numerosos autores con metodologías diferentes utilizan MEB para evaluar instrumentos previo y posterior a su utilización comprobaron presencia de desgaste y grietas sobre la superficie de instrumentos. Shen y colaboradores (25) encontraron que un solo uso clínico de las limas Profile Vortex® de aleación alambre M no presentaban cambios representativos en la transformación de sus

fases cristalográficas. Con base en los hallazgos de Pirani y colaboradores.

Lopreite y Col evaluaron instrumentos Path File observados con MEB y sometidos a fatiga cíclica y mostraron presencia de grietas y pérdida de masa de la superficie de los mismos. Bonetti Filo y col realizaron con esteo microscopio para evaluar limas tipo K Flexo File y Sureflex NITI en pre molares superiores concluyendo en relación al instrumento NITI Sureflex (Densply) no utilizar estos instrumentos más de 5 veces.

Santiago Frajiich y col, evaluaron mediante Microscopia Electrónica de Barrido el efecto del uso sobre instrumentos con aleación CM Wire en Molares inferiores. Los resultados de este estudio mostraron la presencia de grietas y pérdida de masa de los filos a partir del cuarto y quinto uso. Se verificó además la presencia de partículas en todos los especímenes. Ningún instrumento sufrió fractura. Concluyendo que las limas Hy Flex CM no debería ser utilizado más de cinco veces.

En este trabajo de investigación las limas AFBR1 a partir del 4to uso aparecieron grietas y estiramiento por lo que no debería ser utilizado más de 4 veces. Las limas Wave One M Wire no debería ser utilizado más de cinco veces. Ninguna de las dos limas se fracturó hasta el 5to uso. De los resultados de este estudio podrían derivar sugerencias para el uso clínico de los instrumentos, de manera de contar con fundamentos al momento de decidir desechar o reutilizar. Teniendo en cuenta que este trabajo de investigación fue realizado en molares inferiores con diámetro compatible con lima K 10, y con curvaturas leves no mayores a 20 grados.

En conclusión, se observó una diferencia significativa de la Lima Wave One con relación a la lima R que presentó mayores defectos superficiales después de la instrumentación de 50 raíces mesio vestibulares y 50 mesio linguales en comparación con las Limas Wave One en cuanto a presencia de grietas y estiramiento. Ambas limas no presentaron diferencias significativas respecto a la presencia de partículas en relación al número de usos. Teniendo en cuenta los resultados obtenidos es posible reutilizar los instrumentos AFBR1 hasta 3 usos y las Limas Wave One hasta cuatro usos en conductos con curvaturas leves no mayores a 20 grados.

REFERENCIAS

1. Peters OA, Morgental RD, Schulze KA, Paque F, Kopper PM, Vier-Pelisser FV. Determining cutting efficiency of nickel-titanium coronal flaring instruments used in lateral action. *Int Endod J*. 2014;47:505-13.
2. Pongione G, Pompa G, Milana V, Di Carlo S, Giansiracusa A, Nicolini E, et al. Flexibility and resistance to cyclic fatigue of endodontic instruments made with different nickel-titanium alloys: a comparative test. *Ann Stomatol*. 2012;III:119-22.
3. Bird DC, Chambers D, Peters OA. Usage parameters of nickel-titanium rotary instruments: a survey of endodontists in the United States. *J Endod*. 2009;35:1193-7.
4. Pereira ES, Viana AC, Buono VT, Peters OA, Bahia MG. Behavior of nickel-titanium instruments manufactured with different thermal treatments. *J Endod*. 2015;41:67-71.
5. Shen Y, Zhou HM, Zheng YF, Campbell L, Peng B, Haapasalo M. Metallurgical characterization of controlled memory wire nickel-titanium rotary instruments. *J Endod*. 2011;37:1566-71.
6. Berutti E, Chiandussi G, Gaviglio I, Ibba A. Comparative analysis of torsional and bending stresses in two mathematical models of nickel-titanium rotary instruments: ProTaper versus ProFile. *J Endod*. 2003;29:15-9.
7. Braga LC, Faria Silva AC, Buono VT, de Azevedo Bahia MG. Impact of heat treatments on the fatigue resistance of different rotary nickel-titanium instruments. *J Endod*. 2014;40:1494-7.
8. Hilfer PB, Bergeron BE, Mayerchak MJ, Roberts HW, Jeanson BG. Multiple autoclave cycle effects on cyclic fatigue of nickel-titanium rotary files produced by new manufacturing methods. *J Endod*. 2011;37:72-4.
9. Kuhn G, Tavernier B, Jordan L. Influence of structure on nickel-titanium endodontic instruments failure. *J Endod*. 2001;27:516-20.
10. Otsuka K, Wayman C. *Shape Memory Materials*. 1st ed. Cambridge. UK: Cambridge University Press; 1998.
11. Hou X, Yahata Y, Hayashi Y, Ebihara A, Hanawa T, Suda H. Phase transformation behaviour and bending property of twisted nickel-titanium endodontic instruments. *Int Endod J*. 2011;44:253-8.
12. Choi J, Oh S, Kim YC, Jee KK, Kum K, Chang S. Fracture resistance of K3 nickel-titanium files made from different thermal treatments. *Bioinorg Chem Appl*. 2016;2016:1-6.
13. Saburi T. Ti-Ni Shape Memory Alloys. En: Otsuka K, Wayman C, eds. *Shape Memory Materials*. 1st ed. Cambridge. UK: Cambridge University Press; 1998: p.49-96.
14. Zinelis S, Eliades T, Eliades G. A metallurgical characterization of ten endodontic Ni-Ti instruments: assessing the clinical relevance of shape memory and superelastic properties of Ni-Ti endodontic instruments. *Int Endod J*. 2010;43:125-34.
15. Perez-Higueras JJ, Arias A, de la Macorra JC. Análisis de los factores que influyen en la resistencia de los

- instrumentos de níquel-titanio a la fatiga cíclica flexural (tesis doctoral). Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España. 2016.
16. Takayuki Y, Hisashi D, Equo K, Hitoshi H. Superelastic property of Ti-Ni alloy for use in dentistry. *Frontiers Med Biol Engng.* 2000;10:97-103.
 17. Testarelli L, Plotino G, Al-Sudani D, Vincenzi V, Giansiracusa A, Grande NM, et al. Bending properties of a new nickel-titanium alloy with a lower percent by weight of nickel. *J Endod.* 2011;37:1293-5.
 18. Leandro de Arruda Santos BE, de Azevedo Bahía MG, Barbosa de Las Casas E, Lopes Buono VT. Comparison of the mechanical behaviour between controlled memory and superelastic nickel-titanium files via Finite Element Analysis. *J Endod.* 2013;39:1444-47.
 19. Miyai K, Ebihara A, Hayashi Y, Doi H, Suda H, Yoneyama T. Influence of phase transformation on the torsional and bending properties of nickel-titanium rotary endodontic instruments. *Int Endod J.* 2006;39:119-26.
 20. Yahata Y, Yoneyama T, Hayashi Y, Ebihara A, Doi H, Hanawa T, et al. Effect of heat treatment on transformation temperatures and bending properties of nickeltitanium endodontic instruments. *Int Endod J.* 2009;42:621-6.
 21. Zinelis S, Darabara M, Takase T, Ogane K, Papadimitriou GD. The effect of thermal treatment on the resistance of nickel-titanium rotary files in cyclic fatigue. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2007;103:843-7.
 22. Brantley WA, Svec TA, Iijima M, Powers JM, Grentzer TH. Differential scanning calorimetric studies of nickel titanium rotary endodontic instruments. *J Endod.* 2002;28:567-72.
 23. De Vasconcelos RA, Murphy S, Carvalho CA, Govindjee RG, Govindjee S, Peters OA. Evidence for reduced fatigue resistance of contemporary rotary instruments exposed to body temperature. *J Endod.* 2016;42:782-7.
 24. Hieawy A, Haapasalo M, Zhou H, Wang ZJ, Shen Y. Phase transformation behavior and resistance to bending and cyclic fatigue of ProTaper Gold and ProTaper Universal instruments. *J Endod.* 2015;41:1134-8.
 25. Alapati SB, Brantley WA, Iijima M, Schricker SR, Nusstein JM, Li UM, et al. Micro-XRD and temperature-modulated DSC investigation of nickel-titanium rotary endodontic instruments. *Dent Mater.* 2009;25:1221-9.
 26. Kuhn G, Jordan L. Fatigue and mechanical properties of nickel-titanium endodontic instruments. *J Endod.* 2002;28:716-20.
 27. Zhou HM, Shen Y, Zheng W, Li L, Zheng YF, Haapasalo M. Mechanical properties of controlled memory and superelastic nickel-titanium wires used in the manufacture of rotary endodontic instruments. *J Endod.* 2012;38:1535-40.
 28. Parashos P, Messer HH. Rotary NiTi instrument fracture and its consequences. *J Endod.* 2006;32:1031-43.
 29. Plotino G, Testarelli L, Al-Sudani D, Pongione G, Grande NM, Gambarini G. Fatigue resistance of rotary instruments manufactured using different nickel-titanium alloys: a comparative study. *Odontology.* 2014;102:31-5.
 30. Sattapan B, Nervo GJ, Palamara JE, Messer HH. Defects in rotary nickeltitanium files after clinical use. *J Endod.* 2000;26:161-5.
 31. Larsen CM, Watanabe I, Glickman GN, He J. Cyclic fatigue analysis of a new generation of nickel titanium rotary instruments. *J Endod.* 2009;35:401-3.
 32. Pruett JP, Clement DJ, Carnes Jr. DL. Cyclic fatigue testing of nickel-titanium endodontic instruments. *J Endod.* 1997;23:77-85.
 33. Plotino G, Grande NM, Cordaro M, Testarelli L, Gambarini G. A review of cyclic fatigue testing of nickel-titanium rotary instruments. *J Endod.* 2009;35:1469-76.
 34. Cheung GPS, Peng B, Bian Z, Shen Y, Darvell BW. Defects in ProTaper S1 instruments after clinical use: fractographic examination. *Int Endod J.* 2005;38:802-9.
 35. Hull D. *Fractography: Observing, Measuring and Interpreting Fracture Surface Topography.* Cambridge, UK: Cambridge University Press; 1999.
 36. Peters OA. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. *J Endod.* 2004;30:559-67.
 37. Kim JY, Cheung GS, Park SH, Ko DC, Kim JW, Kim HC. Effect from cyclic fatigue of nickel-titanium rotary files on torsional resistance. *J Endod.* 2012;38:527-30.
 38. Iqbal MK, Kohli MR, Kim JS. A retrospective clinical study of incidence of root canal instrument separation in an endodontics graduate program: a PennEndo database study. *J Endod.* 2006;32:1048-52.
 39. Spili P, Parashos P, Messer HH. The impact of instrument fracture on outcome of endodontic treatment. *J Endod.* 2005;31:845-50.
 40. Peng B, Shen Y, Cheung GSP, Xia TJ. Defects in ProTaper S1 instruments after clinical use: longitudinal examination. *Int Endod J.* 2005;38:550-7.
 41. Yared GM, Kulkarni GK. Failure of ProFile NiTi instruments used by an inexperienced operator under access limitations. *Int Endod J.* 2002;35:536-41.
 42. Sonntag D, Delschen S, Stachniss V. Root-canal shaping with manual and rotary Ni-Ti files performed by students. *Int Endod J.* 2003;36:715-23.
 43. Blum JY, Cohen A, Machtou P, Micallef JP. Analysis of forces developed during mechanical preparation of extracted teeth using ProFile NiTi rotary instruments. *Int Endod J.* 1999;32:24-31.
 44. Daugherty DW, Gound TG, Comer TL. Comparison of fracture rate, deformation rate, and efficiency between

- rotary endodontic instruments driven at 150 rpm and 350 rpm. *J Endod.* 2001;27:93-5.
45. Martín B, Zelada G, Varela P, Bahillo JG, Magán F, Ahn S, et al. Factors influencing the fracture of nickel-titanium rotary instruments. *Int Endod J.* 2003;36:262/6.
 46. Peters OA, Peters CI, Schönenberger K, Barbakow F. ProTaper rotary root canal preparation: assessment of torque and force in relation to canal anatomy. *Int Endod J.* 2003;36:93-9.
 47. Oh SR, Chang SW, Lee Y, Gu Y, Son WJ, Lee W, et al. A comparison of nickeltitanium rotary instruments manufactured using different methods and cross-sectional areas: ability to resist cyclic fatigue. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2010;109:622-8.
 48. Perez-Higueras JJ, Arias A, de la Macorra JC, Peters OA. Differences in cyclic fatigue resistance between ProTaper Next and ProTaper Universal instruments at different levels. *J Endod.* 2014;40:1477-81.
 49. Mize SB, Clement DJ, Pruett JP, Carnes Jr. DL. Effect of sterilization on cyclic fatigue of rotary nickel-titanium endodontic instruments. *J Endod.* 1998;24:843-7.
 50. McSpadden JT. Mastering the technique. En: McSpadden J, ed. *Mastering Endodontic Instrumentation*. Chattanooga (TN): Cloudland Institute; 2007: p.105-24.
 51. Bahia MG, Buono VT. Decrease in the fatigue resistance of nickel-titanium rotary instruments after clinical use in curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2005;100:249-55.
 52. Craveiro de Melo MC, de Azevedo Bahia MG, Lopes Buono VT. Fatigue resistance of engine-driven rotary nickel-titanium endodontic instruments. *J Endod.* 2002;28:765-9.
 53. Gambarini G, Gerosa R, De Luca M, Garala M, Testarelli L. Mechanical properties of a new and improved nickel-titanium alloy for endodontic use: an evaluation of file flexibility. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008;105:798-800.
 54. Javier Fernando Gutiérrez Barreto. Diana Carolina Cajamarca Medina. Johanna Carolina Monroy Navas. Structural Alterations of Primary File after Use. doi: [10.11144/Javeriana.uo34-73.aelp](https://doi.org/10.11144/Javeriana.uo34-73.aelp).
 55. Thalita Miranda Vieira. Resistência à fadiga cíclica de instrumentos com tratamento térmico Blue em diferentes temperaturas.