

Evaluación topográfica de limas reciprocantes, posterior a la instrumentación de conductos curvos. Estudio *ex vivo*

Topographic evaluation of reciprocating files, after instrumentation in curved canals. *Ex vivo* study

Resumen

Objetivo. Evaluar el desgaste (rugosidad) y los cambios topográficos de las limas Wave One Gold Primary y Reciproc Blue R25 posterior a la instrumentación a los 3, 6 y 9 usos en conductos curvos. **Métodos.** Estudio *ex vivo*, constituido por 10 limas reciprocantes nuevas Reciproc Blue R25 y 5 Wave One Gold Primary y 46 primeros molares mandibulares con curvatura severa. Los molares fueron divididos en dos grupos (23 molares en cada uno): grupo 1 Reciproc Blue R25/.08 y grupo 2 Wave One Gold Primary (25/.07). Limas reciprocantes de los dos grupos fueron analizadas con el perfilómetro de contacto a los 0, 3, 6 y 9 usos; la medición se realizó en los tercios apical, medio, coronal y en cada análisis dos limas se observaron con el microscopio electrónico de barrido. Posteriormente, el análisis en el programa SPSS versión 26 IBM ®; fue realizado usando pruebas de normalidad, t-Student y ANOVA ($p < 0,05$). **Resultados.** No existe diferencia significativa entre Wave One Gold Primary y Reciproc Blue R25 ($p > 0,05$) en ningún tercio de la lima; sin embargo, existe diferencia significativa en el desgaste de la lima al noveno uso a nivel de los tres tercios: apical ($p < 0,001$), medio ($p = 0,05$), cervical ($p = 0,01$). **Conclusión.** Limas Wave One Gold Primary y Reciproc Blue R25 presentan cambios superficiales a partir de la instrumentación de cuatro canales radiculares, la mayor deformación de las limas se presentó a nivel apical. Cuanto mayor es el uso de las limas, mayor desgaste de la superficie se presenta.

Palabras clave: Endodoncia; Instrumentación; Microscopia electrónica de barrido (fuente: DeCS BIREME).

Abstract

Objective. To evaluate the wear (roughness) and topographic changes of the Wave One Gold Primary and Reciproc Blue R25 files after instrumentation at 3, 6 and 9 uses in curved canals. **Methods.** *Ex vivo* study, consisting of 10 new Reciproc Blue R25 and 5 Wave One Gold primary reciprocating files and 46 mandibular first molars with severe curvature. Molars were divided into 2 groups (23 molars in each group): group 1 Reciproc Blue R25/.08 and group 2 Wave One Gold Primary (25/.07). Reciprocating files from the two groups were analyzed with the contact profilometer at 0, 3, 6 and 9 uses. The measurement was made in the apical, middle, and coronal thirds, and in each analysis, 2 files were observed with the Scanning Electron Microscope. Subsequently, the analysis in the SPSS version 26 IBM ® program was performed using t-Student and

María Teresa Navarrete Llamatumbi¹, Silvana Beatriz Terán Ayala¹, Raquel Esmeralda Guillen Guillen¹, Viviana Marcela Hidalgo Moya², Diana Elizabeth Plaza Espinoza¹

¹ Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.

² Universidad San Francisco de Quito, Quito, Ecuador.

Correspondencia:

María Teresa Navarrete Llamatumbi: mi_tere33@hotmail.com

De las Brevas y Mariano coronel E10-78. Quito-Ecuador.
Código Postal: 170503.

ORCID: 0000-0002-6511-969X

Coautores:

Silvana Beatriz Terán Ayala: silvanateranayala@hotmail.com

ORCID: 0000-0001-7279-1276

Raquel Esmeralda Guillen Guillen: raquelguillenguillen@gmail.com

ORCID: 0000-0002-4177-1499

Viviana Marcela Hidalgo Moya: hidalgovivi90@gmail.com

ORCID: 0000-0003-4523-7872

Diana Elizabeth Plaza Espinoza: diana.plaes11@gmail.com

ORCID: 0000-0003-2069-5797

Roles de contribución:

Conceptualización: MTNLI, SBTA

Metodología: MTNLI, SBTA, DEPE

Validación: REGG, VMHM, DEPE

Análisis formal: REGG, VMHM, SBTA

Investigación: MTNLI

Recursos: MTNLI, DEPE

Redacción – Borrador original: MTNLI, SBTA

Redacción – Revisión y edición: REGG, VMHM

Supervisión: SBTA

Adquisición de fondos: MTNLI, DEPE

Editora:

Laura R. Ramirez Sotelo

Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú.

Conflicto de intereses: los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

Fuente de financiamiento: el financiamiento de este estudio fue asumido por los autores.

Recibido: 09/03/22

Aceptado: 25/08/22

Publicado: 03/01/23

Anova tests for normality ($p < 0.05$). **Results.** There is no significant difference between Wave One Gold primary and Reciproc Blue R25 ($p > 0.05$) in any third of the file; however, there is a significant difference in the wear of the file after the ninth use at the three third levels: apical ($p < 0.001$), middle ($p = 0.05$), cervical ($p = 0.01$). **Conclusions.** Wave One Gold primary and Reciproc Blue R25 files present superficial changes from the instrumentation of four root canals, the greatest deformation of the files occurred at the apical level. The greater the use of the files, the greater the wear of the surface.

Keywords: Endodontics; Instrumentation; Microscopy electron scanning (fuente: DeCS BIREME).

Introducción

El éxito de los tratamientos endodónticos depende de varios factores, uno de ellos es la limpieza y conformación eficaz de los canales radiculares¹, para reducir la población bacteriana intracanal², sin embargo, variaciones anatómicas como la presencia de curvaturas moderadas o severas en el sistema de canales radiculares puede dificultar el proceso de limpieza³. Actualmente instrumentos rotatorios y reciprocantes con nuevas aleaciones nos permiten acceder y mantener la anatomía del conducto logrando alcanzar el objetivo de la endodoncia⁴.

Limas con aleación Níquel Titanio (NiTi) otorgan mayor flexibilidad permitiendo de esta manera un mejor abordaje de las curvaturas, por tanto, se disminuye accidentes durante preparación mecánica de los conductos^{5,6}. Factores como la cinemática de movimiento, aleación del metal, tratamiento térmico, ángulo helicoidal, forma de sección transversal⁷, la masa de la lima y las dimensiones de los instrumentos contribuyen a la flexibilidad y resistencia a la fatiga cíclica de los respectivos instrumentos NiTi^{8,9}.

Instrumentos NiTi con los valores más altos de rugosidad de superficie tienen la más alta resistencia a la fatiga cíclica^{10,11}. Por el contrario, la disminución de dicha rugosidad de la superficie reduce la eficiencia de corte del instrumento¹² aumentando la probabilidad de fractura del instrumento^{13,14}. Los tratamientos térmicos en las limas endodónticas han demostrado atribuirles mayor flexibilidad y resistencia a la fatiga cíclica^{9,15}. El incremento del movimiento reciprocante permite reducir las cargas de torsión, efecto de tensiones, mejorando la resistencia a la fatiga cíclica¹⁶ y más durabilidad de la lima^{16,17}, es decir, genera menor riesgo de fractura de la lima y conserva la anatomía del canal radicular^{18,19}.

Dentro de los sistemas reciprocantes se encuentran Reciproc Blue (VDW, Munich, Alemania); Wave One Gold (Dentsply Maillefer Suiza)²⁰. Ambas, presentan una capa superficial de óxido de Titanio, otorgándole una coloración dorada a Wave one gold y azul a reciproc blue^{12, 18-21}. Reciproc Blue presenta una sección transversal en forma de S, 2 cuchillas de corte, punta no cortante^{22,23}, su movimiento es de 150/30 grados de rotación con una velocidad de 300 revoluciones por minuto (rpm)^{24,25}. Wave One Gold se caracteriza por su sección transversal convexa triangular y triangular convexa, dos filos cortantes, punta semiactiva²⁶, movimiento es de 170/50 grados de rotación con velocidad de 350 rpm^{18,27}.

El microscopio electrónico de barrido (SEM) es utilizado frecuentemente para examinar la superficie de las limas endodónticas, obteniendo análisis de tipo cualitativo^{22,27}. Se puede obtener resultados cuantitativos mediante el uso de microscopio de fuerza atómica o perfilometría^{28,29}. El perfilómetro de contacto permite evaluar las superficies de los instrumentos de manera cuantitativa antes y después de la fatiga cíclica, de esta manera se obtiene comprender los efectos del desgaste en la superficie de los instrumentos de endodoncia²⁸⁻³⁰.

Una de las causas por las que se puede presentar la fractura de los instrumentos en el interior de conductos con curvatura severa es debido al abuso excesivo de las limas en la preparación de los conductos^{6,31,32}; siendo que la indicación de los fabricantes en este tipo de limas es de "un solo uso". Las limas contienen un anillo de silicón que se expande al ser esterilizado^{31,33}. En la literatura no existe un número determinado de conductos que pueden ser instrumentados con una lima nueva, siendo que podríamos tratar dos a tres molares en una cita, en donde nos expondríamos a instrumentar entre seis y nueve conductos³⁴⁻³⁶. Hasta donde conocemos la fractura de las limas se presenta por fatiga cíclica, sin embargo, no conocemos la cantidad de desgaste que presentan las limas después de varios usos.

Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar el desgaste (rugosidad) y los cambios topográficos de las limas Wave One Gold Primary y Reciproc Blue R25 posterior a la instrumentación a los 3, 6 y 9 usos en conductos curvos. De esta manera determinar qué lima presenta menos deformación post-instrumentación en canales radiculares con curvatura severa y que tercio de la lima sufre mayor desgaste; a su vez establecer la cantidad de canales radiculares que podemos instrumentar de forma segura, otorgando éxito a nuestros tratamientos con la limitación del uso excesivo y la prevención de fracturas de las limas.

Métodos

El protocolo de estudio de esta investigación fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad Central del Ecuador mediante un oficio No.MSP-VGVS-2017-0955-O/21-11-2017. La muestra se obtuvo mediante la compra de 10 limas reciprocantes 5 Wave One Gold Primary (Dentsply Maillefer) y 5 Reciproc Blue R25 (VDW, Munich), cantidad determinada considerando los criterios de Alrahabi¹³. Se estandarizó el sitio de análisis de las limas, marcado con dos líneas alrededor del

vástago de la lima y para su mejor manejo se colocaron en tubos de ensayo de 3 ml con rotulación y numeración. Se recolectaron 90 primeros molares mandibulares extraídos por enfermedad periodontal o razón protésica, mismos que fueron sometidos a protocolos de desinfección y almacenamiento para su preservación. Se seleccionan 46 primeros molares mandibulares, los cuales presentaban raíces mesiales con curvaturas moderadas y severas determinadas mediante el método de Estrela 5,5-5,7 mm (radio) y Schneider entre 36-38° (ángulo)^{17,22,30}. La clasificación de curvatura según Schneider es leve cuando la curva es menor o igual a 5 grados, moderada entre 5 y 25 grados y severa de 25 a 70 grados; mientras que según Estrela es de acuerdo al radio: leve un radio > 8 mm, moderado >4 - ≤8 y severo ≤4mm³⁰.

Las limas nuevas (control) se enviaron a su primer análisis con el uso de perfilómetro de contacto (BRUKER modelo DETAK XT) y microscopio electrónico de barrido (FEI CUANTA 400X). Las limas testadas fueron analizadas en diferentes tiempos (nuevas, 3, 6 y 9 usos), y diferentes regiones (parte apical de 2 a 3 mm, parte media de 8 a 10 mm y parte coronal de 14 a 15 mm). La medición con el perfilómetro se realizó por dos ocasiones en cada sitio para sacar la media de la rugosidad. El acceso cameral de los molares fue mediante el uso de la turbina NSK (Alemania) de alta velocidad con una fresa redonda diamantada # 14. La longitud de trabajo fue determinada con la lima C-pilot #10 (VDW), comprobando la permeabilidad del conducto hasta evidenciar la punta del instrumento a nivel del foramen apical, tomando en cuenta este valor como longitud aparente, de este valor se restó 1 mm, siendo considerada esta la longitud de trabajo, los conductos fueron irrigados con hipoclorito de sodio al 2,5%. Posteriormente los primeros molares mandibulares fueron colocados en troqueles de acrílico para su mejor manipulación.

Se incluyeron 10 limas reciprocantes (5 Wave One Gold primary y 5 Reciproc Blue R25), las cuales fueron utilizadas para tratar un total de 90 conductos en diferentes tiempos; cada conducto fue instrumentado por una sola ocasión, en donde para la simulación clínica se tomó en cuenta que el primer molar suele presentar tres conductos radiculares; considerando de esta manera que los 3 usos de la lima corresponderían a la instrumentación de una molar, los 6 usos corresponden a dos molares y los 9 usos representan la instrumentación de tres molares; por tanto, cada lima fue utilizada para instrumentar un total de nueve conductos que representarían tres molares.

Se procedió a la instrumentación de los primeros 30 conductos radiculares con los dos grupos de limas reciprocantes (Wave One Gold Primary y Reciproc Blue R25), es decir 15 conductos para instrumentar con Wave One Gold primary y 15 conductos para Reciproc Blue R25, mediante el uso del motor X-Smart Plus (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza); cada canal radicular se instrumentó una sola vez con la técnica corono apical, siguiendo las indicaciones del fabricante, se introdujo la lima en el conducto, irrigando con hipoclorito de sodio al 2,5% y se limpió la lima con una gasa embebida en

alcohol para limpiar la presencia de barrillo dentinario de la superficie de la lima, se volvió a introducir la lima hasta alcanzar la longitud de trabajo del conducto; la lima se utilizó para instrumentar tres conductos (molar), posteriormente las limas fueron colocadas en los tubos de ensayo para su posterior lavado y esterilización. El lavado de las limas se realizó con cepillo y jabón líquido con abundante agua; la esterilización se llevó a cabo mediante el uso de la autoclave Automat 3000, a una temperatura de 121-132 °C, presión de 20 a 32 libras/pulgadas durante 45 minutos, para lo cual la lima se colocó en fundas de esterilizar pequeñas las mismas que también fueron rotuladas de acuerdo al número de usos, procedimiento similar al estudio de Bueno *et al.*³¹.

En ese instante las limas se llevaron al laboratorio de la Escuela Superior Politécnica del Ejército (ESPE) para el segundo análisis, en donde nuevamente todas las limas se analizaron con el perfilómetro y dos de cada grupo se observaron en el microscopio electrónico de barrido. Obtenidos los segundos resultados las limas fueron recogidas para continuar el proceso de instrumentación, en donde se instrumentan 30 nuevos conductos radiculares, esto se realizó con el procedimiento antes mencionado hasta alcanzar los 6 usos (dos molares) dando un total de 60 conductos instrumentados con el uso de las 10 limas, en donde nuevamente fueron lavadas y esterilizadas; para una vez más ser llevadas al tercer análisis; posteriormente se recibe las limas para proceder a instrumentar una vez más 30 nuevos conductos radiculares, es decir, hasta los 9 usos de las limas (tres molares), alcanzando el total de la instrumentación de 90 conductos radiculares mediante la utilización de las 10 limas, luego se realizó el último lavado y esterilización de las limas, llevando finalmente al último análisis, es decir, el cuarto análisis.

La medición con perfilómetro se realizó en el laboratorio de caracterización de nanomateriales de la ESPE, previo a la calibración del equipo; la medición de la rugosidad se realizó en nanómetros (nm), de cada grupo de limas se cuantificó en dos lados de la lima, además en los tercios apical (2 a 3 mm), medio (8 a 10 mm) y coronal (14 a 15); realizando dos mediciones en cada área seleccionada, siendo un total de 12 mediciones de la lima en cada evaluación; tomando en cuenta que las limas fueron evaluadas en cuatro tiempos esto representa 48 mediciones por cada lima, siendo un total de análisis de 480 mediciones con perfilometría para número de 10 limas correspondientes a la muestra. De esta manera se determinó la media de desgaste después de los 3, 6 y 9 usos.

Para enriquecer el estudio se seleccionaron dos limas de cada grupo de análisis para observar los cambios topográficos de la superficie de las limas, con el uso de SEM, mediante una magnificación de 500X, obteniendo microfotografías de los tres tercios (apical, medio y coronal).

Análisis estadístico. Los resultados fueron recolectados en el programa de Excel indicado para cada observación, posteriormente los datos fueron insertados en una base de sistema estadístico SPSS versión 26 IBM ®. Se utilizaron

pruebas de normalidad, t – Student para muestras independientes para determinar la curvatura según ángulo y radio, ANOVA para evaluar la cantidad de desgaste entre los grupos de limas reciprocantes y test post hoc de Scheffé como complemento para determinar el desgaste de las limas en los tercios (apical, medio y coronal) respecto a la cantidad de usos. Se trabajó con un nivel de significancia menor a 0,05.

Resultados

Los 46 primeros molares mandibulares distribuidos en dos grupos no presentaron diferencias significativas respecto al ángulo ($p=0,45$) y radio ($p=0,54$) de curvatura (Tabla 1).

La rugosidad tanto de las limas Wave One Gold primary como de Reciproc Blue R25 presentaron altas dispersiones, los valores obtenidos de la media de rugosidad y el cálculo de la desviación estándar en los diferentes tercios y número de usos de las limas muestran una diferencia

significativa entre los dos grupos de limas $p<0,001$ al ser evaluados de forma general (Tabla 2).

La cantidad de desgaste de la superficie de las limas no presentó diferencia estadística significativa ($p>0,05$) entre el grupo de limas Wave One Gold primary y Reciproc Blue R25 nuevas y a los 3 usos en ninguno de los tres tercios evaluados en las limas. Las limas Wave One Gold primary a los 6 usos presentaron un desgaste considerado a nivel apical, mientras que a los 9 usos presenta un desgaste excesivo a nivel de los tres tercios: apical ($p<0,001$), medio ($p<0,05$), cervical ($p<0,01$). Por otro lado, las limas Reciproc Blue a partir de los 6 usos ya presentaron desgaste a nivel de los tres tercios: apical ($p<0,001$), medio ($p<0,001$), cervical ($p<0,01$) incrementándose la cantidad de desgaste a los 9 usos (Tabla 3).

Los resultados de SEM se presentan en las Figuras 1 y 2, en donde se puede observar que después de varios usos, los dos grupos de limas presentan alteraciones en

Tabla 1. Ángulo y radio de los canales radiculares de los 46 primeros molares mandibulares, distribuidos 23 en cada grupo

Grupo	Ángulo Media (DE)	Radio Media (DE)
Grupo 1 (WOG)	38 ° (7,7)	5,5 (1,1) mm
Grupo 2 (Reciproc)	36 ° (9,6)	5,7 (1,3) mm
Total	37 ° (8,7)	5,6 (1,2) mm
Valor p*	p=0,45	p=0,54

* Prueba de t para muestras independientes

Tabla 2. Valores de rugosidad superficial de las limas Wave One Gold Primary y Reciproc Blue R25

Grupo de Limas	Tercio Apical (nm)		Tercio Medio (nm)		Tercio Cervical (nm)	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE
Limas WOG (nuevas)	612,5	(89,5)	427,7	(81,5)	321,5	(83,6)
Limas RB (nuevas)	745,8	(151,5)	611,2	(193)	430,3	(73,5)
Limas WOG (3 usos)	458,9	(76,5)	362,6	(95,4)	236,5	(55,3)
Limas RB (3 usos)	550,8	(40,5)	431,1	(47,8)	348,1	(34,3)
Limas WOG (6 usos)	425	(85,3)	313,3	(78,9)	216,4	(44,1)
Limas RB (6 usos)	505,8	(46,4)	377,1	(40,1)	257,6	(63,9)
Limas WOG (9 usos)	326,1	(117,2)	248,3	(35,6)	171,4	(23,6)
Limas RB (9 usos)	423,2	(77,4)	350,2	(27,1)	203,5	(56,3)
Total	506	(148,9)	390,2	(130,4)	273,2	(97,2)
Valor p*	p<0,001		p<0,001		p<0,001	

Perfilómetro de contacto. * Prueba de ANOVA

Tabla 3. Comparación del desgaste de las limas Wave One Gold y Reciproc Blue, en los distintos tercios y cantidad de usos de la lima

<i>Grupo de Limas</i>		Apical (nm) Valor p	Medio (nm) Valor p	Cervical (nm) Valor p
Limas WOG primary (nuevas)	Limas RB (nuevas)	0,33	0,06	0,09
	Limas WOG (3 usos)	0,18	0,94	0,30
	Limas RB (3 usos)	0,96	1,00	1,00
	Limas WOG (6 usos)	0,05 *	0,49	0,11
	Limas RB (6 usos)	0,60	0,99	0,65
	Limas WOG (9 usos)	0,001 *	0,05 *	0,01 *
	Limas RB (9 usos)	0,05 *	0,87	0,05
Limas RB R25 (nuevas)	Limas WOG (nuevas)	0,33	0,06	0,09
	Limas WOG (3 usos)	0,001 *	0,001 *	0,001 *
	Limas RB (3 usos)	0,04 *	0,06	0,34
	Limas WOG (6 usos)	0,001 *	0,001 *	0,001 *
	Limas RB (6 usos)	0,01 *	0,01 *	0,001 *
	Limas WOG (9 usos)	0,001 *	0,001 *	0,001 *
	Limas RB (9 usos)	0,001 *	0,001 *	0,001 *

Pruebas post hoc de Scheffé. * Significancia menor de 0,05

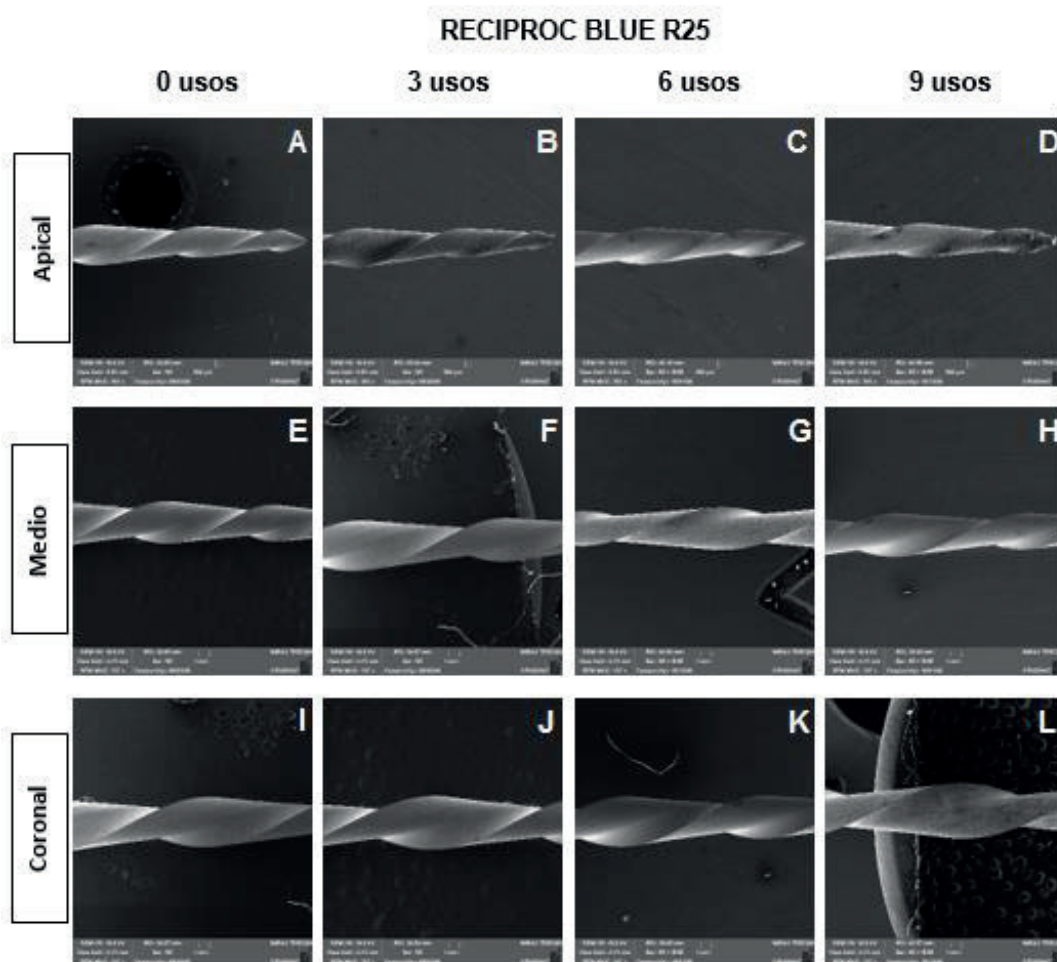


Figura 1. Limas Reciproc Blue R25, uso del SEM, (C, G, H) presencia de deformaciones en la estructura de la lima a los 6 usos, (D, H, L) incremento de alteraciones en la superficie de la lima, (C) parte apical mayormente afectada

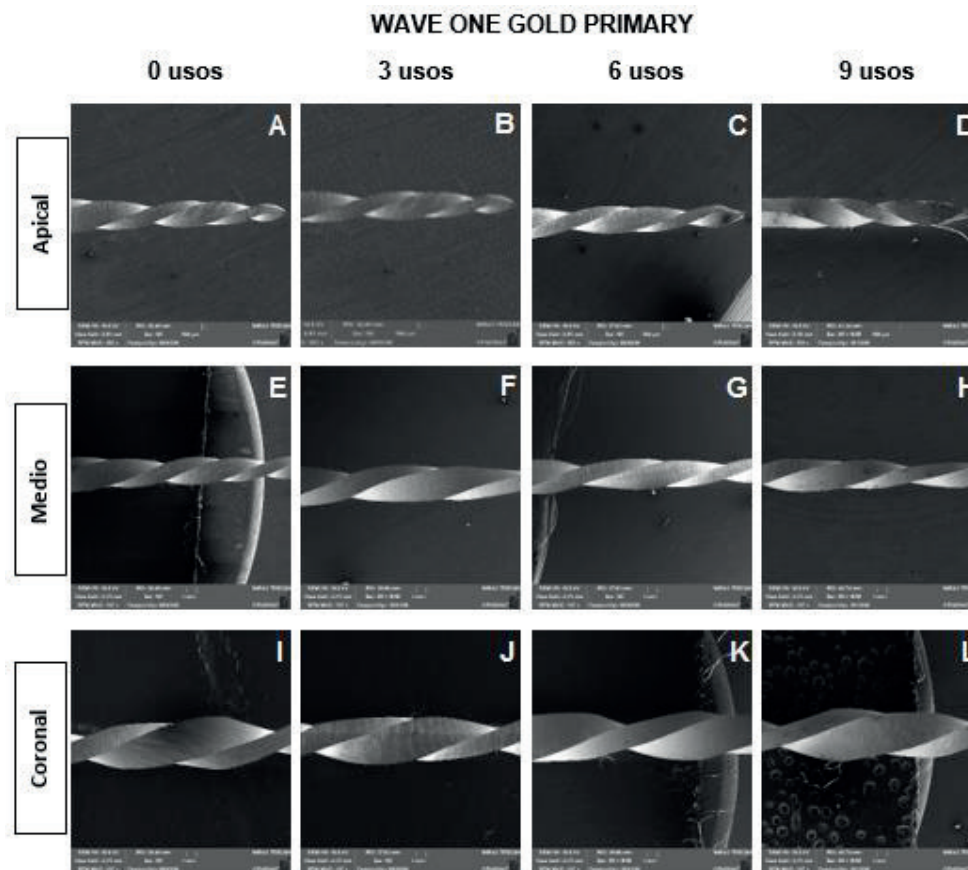


Figura 2. Limas Wave One Gold Primary, uso del SEM, (C) porción apical con mayor presencia de deformación, (D, H, L) presencia de alteraciones en la superficie de la lima después de los 9 usos

la superficie en los tres tercios (apical, medio y cervical), siendo la zona apical la que más deformación del instrumento presenta. Se pudo observar que las limas Wave One Gold Primary presentaron más alteración que la lima Reciproc Blue R25.

Discusión

La presencia de curvaturas severas en las raíces de los molares dificulta el procedimiento de endodoncia, para evitar esto se debe considerar la elección de un instrumento que permita lograr el objetivo de limpieza y conformación del conducto radicular, previniendo accidentes o fracaso del tratamiento endodóntico^{3,5}. Por lo tanto, para simular las condiciones de la clínica en este estudio se estandarizó la curvatura de las raíces mesiales de 46 primeros molares mandibulares mediante el ángulo 25-70° y radio ≤4mm. Alrahabi *et al.*¹³ realizaron su estudio en conductos de raíces mesiales de primeros molares inferiores con curvaturas entre 20 y 40 grados, mencionando que a nivel de molares una de las controversias durante el tratamiento es la fractura de las limas. Ferreira *et al.*¹⁷ en 2017 y Alrahabi & Atta¹³ en 2019, mencionaron que 4 o 5 limas es una cantidad suficiente si se van a someter a varios análisis, por tal razón el presente estudio se realizó tomando en cuenta este criterio, siendo cinco limas Wave One Gold Primary y cinco Reciproc Blue R25, cada lima realizó la instrumentación de 9 conductos radiculares en diferentes tiempos, siendo

un total de 90 conductos radiculares, correspondientes a 480 mediciones con perfilometría.

Ferreira *et al.*¹⁷ mencionan que las limas Wave One presentan mayor desgaste que las limas Reciproc; en este estudio no se encontraron diferencias significativas entre Wave One Gold Primary y Reciproc Blue R25. Por otro lado, Keles *et al.*⁹ en 2019 mencionaron que el desgaste de la superficie de las limas se presenta con el incremento de usos, en el presente estudio se evidencia desgaste a nivel de toda la superficie, siendo el tercio apical el más afectado. La disminución de la rugosidad se presentó tanto a nivel apical, medio y coronal de las limas Wave One Gold Primary y Reciproc Blue R25; presentando más desgaste a nivel apical y medio en comparación con el tercio coronal.

Ozyurek *et al.*²⁰ en 2018 mencionaron en su estudio con microscopía, que no existen diferencias significativas al comparar limas Wave One Gold y Reciproc Blue, debido a que los dos instrumentos son sometidos a tratamientos térmicos que permiten la superelasticidad de las limas. El presente estudio nos muestra que el desgaste de las limas Wave One Gold Primary y Reciproc Blue R25, aunque no presentan diferencia significativa entre ellas, el desgaste aumenta conforme son reutilizadas y se presenta mayor pico de desgaste a partir de los 6 usos; sin embargo, el rendimiento de los dos tipos de limas frente a conductos con curvaturas muy marcadas es adecuado.

Debemos considerar que las limas al someterlas a un proceso de esterilización para su uso múltiple, altera la superficie de la lima debido al estrés que sufre, disminuyendo la resistencia a la fatiga cíclica³⁶.

Hasta la actualidad gran parte de estudios son realizados usando SEM, permiten obtener datos cualitativos, considerados como estudios incompletos al no tener datos o valores cuantitativos del desgaste de la superficie de las limas^{22,34}. Sin embargo, varios autores mencionan que, al trabajar con valores de rugosidad, nos sometemos a variaciones o dispersiones^{26,27,33}. Este estudio se realizó con perfilómetro de contacto, enriqueciéndole con el uso de SEM, en donde se observaron alteraciones en la superficie de la lima desde la primera observación con SEM; Di Nardo *et al.*³ mencionaron que las partículas de óxido derivadas de la fabricación de las limas actúan como sitios de nucleación formando microcavidades o grietas. La deformación aumentó con el incremento de usos de las limas.

Lopes *et al.*³⁴ mencionaron que al trabajar con la rugosidad podemos presentar dispersiones por lo cual sugiere realizar varias mediciones para obtener una media de rugosidad que permita valores más exactos³⁵. Las limas se cuantificaron en dos lados del vástago, en los tres tercios, realizando dos mediciones en cada área, siendo un total de 12 mediciones, de esta manera se determinó la media de desgaste después de los 3, 6 y 9 usos. Ozyurek *et al.*²⁰ mencionaron que la rugosidad inicial debe ser tomada en cuenta, debido a que conforme los instrumentos son reutilizados el valor disminuirá, indicando el desgaste de la superficie de la lima; mientras mayor desgaste, mayor riesgo de fractura. Limas Reciproc Blue R25 desde su evaluación inicial siempre mostraron valores más altos de rugosidad frente a las limas Wave One Gold Primary, su comportamiento fue similar durante su post-instrumentación de los 3, 6 y 9 usos.

El valor de rugosidad en las limas Reciproc Blue R25 desde el inicio fue mayor, sin embargo, entre limas WOG Primary y Reciproc Blue R25 no presentaron diferencias significativas al evaluarlas nuevas, a los 3, 6 y 9 usos. La presencia de alteraciones en la superficie de los dos grupos de limas se evidenció a partir de los 6 usos; en donde con el SEM se pudieron observar defectos microscópicos y con el perfilómetro los valores de desgaste incrementaron; tanto el desgaste como defectos microscópicos se acentuaron a nivel del tercio apical de las limas, siendo estas alteraciones las que pueden llevar a la fractura de los instrumentos durante el tratamiento endodóntico.

Se puede concluir que tanto limas Wave One Gold primary como Reciproc Blue R25 son eficaces para la instrumentación de conductos curvos; la disminución de la rugosidad respecto al valor inicial y la presencia de deformaciones de la superficie de las limas Wave One Gold primary y Reciproc Blue R25 se debe al desgaste de la superficie por la cantidad de veces que se reutilizaron las limas.

Agradecimiento

Agradecimiento especial a todo el equipo de trabajo que ayudó al desarrollo y presentación de este estudio.

Referencias bibliográficas

1. Shaikh SM, Goswami M. Evaluation of the Effect of Different Root Canal Preparation Techniques in Permanent Teeth Using CBCT. *Int J Clin Dent.* 2018;42(4):250–255. DOI: 10.17796/1053-4628-42.4.2.
2. Al-Obaida MI, Merdad K, Alanazi MS, Altwaijry H, Al-Faraj M, Alkhamis AA, et al. Comparison of Cyclic Fatigue Resistance of 5 Heat-treated Nickel-titanium Reciprocating Systems in Canals with Single and Double Curvatures. *J Endod.* 2019;45(10):1237-1241. DOI: 10.1016/j.joen.2019.06.011.
3. Di Nardo D, Galli M, Morese A, Seracchiani M, Ferri V, Miccoli, et al. L. A comparative study of mechanical resistance of two reciprocating files. *J Clin Exp Dent.* 2019;11(3):e231-e235. DOI: 10.4317/jced.55487.
4. Thu M, Ebihara A, Maki K, Miki N, Okiji T. Cyclic Fatigue Resistance of Rotary and Reciprocating Nickel-Titanium Instruments Subjected to Static and Dynamic Tests. *J Endod.* 2020;46(11):1752-1757. DOI: 10.1016/j.joen.2020.08.006.
5. Gavini G, Santos M, Caldeira CL, Machado ME, Freire LG, Iglecias EF, et al. Nickel–titanium instruments in endodontics: a concise review of the state of the art. *Braz Oral Res* 2018;32(1)e67. DOI: 10.1590/1807-3107bor-2018.vol32.0067.
6. Gil J, Rupérez E, Velasco E, Aparicio C, Manero JM. Mechanism of fracture of NiTi superelastic endodontic rotary instruments. *J Mater Sci.* 2018;29(8):131. DOI: 10.1007/s10856-018-6140-7.
7. Zupanc J, Vahdat-Pajouh N, Schäfer E. New thermomechanically treated NiTi alloys - a review. *Int Endod J.* 2018;51(10)1088-1103. DOI:10.1111/iej.12924.
8. Iacono F, Pirani C, Arias A, De la Macorra JC, Generali L, Gandolfi MG, et al. Impact of a modified motion on the fatigue life of NiTi reciprocating instruments: a Weibull analysis. *Clin Oral Investig.* 2018;23(7):3095-3102. DOI:10.1007/s00784-018-2730-5.
9. Keles A, Eymirli A, Uyanık O, Nagas E. Influence of static and dynamic cyclic fatigue tests on the lifespan of four reciprocating systems at different temperatures. *Int Endod J.* 2019;52(6):880-886. DOI:10.1111/iej.13073.
10. Pedullá E, Ambu E, Rovai F, Seok-Woo C, Campedelli F, Rapisarda G, et al. Influence of proper or reciprocating optimum torque reverse kinematics on cyclic fatigue of four single files. *J Invest Clin Dent.* 2019;10(3):e12409. DOI:10.1111/jicd.12409k.
11. Hamid HR, Gluskin AH, Peters OA, Peters CI. Rotary Versus Reciprocation Root Canal Preparation: Initial Clinical Quality Assessment in a Novice Clinician Cohort. *J Endod.* 2018;44(8):1257–1262. DOI: 10.1016/j.joen.2018.04.017.
12. Almeida GC, Guimarães LC, Resende PD, Buono VTL, Peixoto IFC, Viana ACD. Torsional behaviour of Reciproc and Reciproc blue instruments associated to their

- martensitic transformation temperatures. *Int Endod J.* 2019;52(12):1768-1772. DOI: 10.1111/iej.13185.
13. AlRahabi AMK, Atta RM. Surface nanoscale profile of WaveOne, WaveOne Gold, Reciproc, and Reciproc blue, before and after root canal preparation. *Odontology.* 2019;107(4):500-506. DOI:10.1007/s10266-019-00424-8.
 14. Generali L, Borghi A, Lusvardi L, Bolelli G, Veronesi P, Vecchi A, et al. Evaluation of the usage-induced degradation of Genius and Reciproc nickel–titanium reciprocating instruments. *Odontology.* 2019;107(4):473-481. DOI:10.1007/s10266-019-00423-9.
 15. Adigüzel M, Capar ID. Comparison of Cyclic Fatigue Resistance of WaveOne and WaveOne Gold Small, Primary, and Large Instruments. *J Endod.* 2017;43(4):623–627. DOI: 10.1016/j.joen.2016.11.021.
 16. Barbosa I, Ferreira F, Scelza P, Neff J, Russano D, Montagnana M, et al. Defect propagation in NiTi rotary instruments: a noncontact optical profilometry analysis. *Int Endod J.* 2018;51(11):1271-1278. DOI:10.1111/iej.12936.
 17. Ferreira FG, Barbosa B, Scelza P, Montagnana MB, Russano D, Neff J, et al. Noncontact three-dimensional evaluation of surface alterations and wear in NiTi endodontic instruments. *Braz Oral Res.* 2017;31:e74. DOI:10.1590/1807-3107BOR-2017.vol31.0074.
 18. Shen Y, Zhou H, Zheng Y, Peng B, Haapasalo M. Current Challenges and Concepts of the Thermomechanical Treatment of Nickel-Titanium Instruments. *J Endod.* 2013;39(2):163–172. DOI: 10.1016/j.joen.2012.11.005.
 19. Özyürek T, Uslu G, Gündoğar M, Yılmaz K, Grande NM, Plotino G. Comparison of cyclic fatigue resistance and bending properties of two reciprocating nickel-titanium glide path files. *Int Endod J.* 2018;51(9):1047–1052. DOI:10.1111/iej.12911.
 20. Ozyurek T, Yilmaz K, Uslu G, Plotino G. The effect of root canal preparation on the surface roughness of WaveOne and WaveOne Gold files: atomic force microscopy study. *Restor Dent Endod.* 2018;43(1):e10. DOI: 10.5395/rde.2018.43. e10.
 21. Spicciarelli V, Corsentino G, Ounsi H, Ferrari M, Grandini S. Shaping effectiveness and surface topography of reciprocating files after multiple simulated uses. *J Dent Sci.* 2019;61(1):45-52. DOI:10.2334/josnusd.17-0311.
 22. Vorster M, Vander Vyver PJ, Paleker F. Influence of Glide Path Preparation on the Canal Shaping Times of WaveOne Gold in Curved Mandibular Molar Canals. *J Endod.* 2018;44(5):853–855. DOI: 10.1016/j.joen.2018.01.017.
 23. De-Deus G, Silva EJNL, Vieira VTL, Belladonna FG, Elias CN, Plotino G, et al. Blue Thermomechanical Treatment Optimizes Fatigue Resistance and Flexibility of the Reciproc Files. *J Endod.* 2017;43(3):462–466. DOI: 10.1016/j.joen.2016.10.039.
 24. Topçuoğlu HS, Topçuoğlu G, Kafdağ Ö, Arslan H. Cyclic fatigue resistance of new reciprocating glide path files in 45- and 60-degree curved canals. *Int Endod J.* 2018;51(9):1053–1058. DOI:10.1111/iej.12915.
 25. Sağlam BC, Koçak S, Koçak MM, Topuz Öz. Effects of irrigation solutions on the surface of protaper instruments: A microscopy study. *Microsc Res Tech.* 2012;75(11):1534–1538. DOI:10.1002/jemt.22097.
 26. Keskin C, Inan U, Demiral M, Keleş A. Cyclic Fatigue Resistance of Reciproc Blue, Reciproc, and WaveOne Gold Reciprocating Instruments. *J Endod.* 2017;43(8):1360–1363. DOI: 10.1016/j.joen.2017.03.036.
 27. Pacheco J, Gazzaneo I, Pérez A, Armada L, Neves M. Transportation assessment in artificial curved canals after instrumentation with Reciproc, Reciproc Blue, and XP endo Shaper Systems. *J Investig Clin Dent.* 2019;10(3):e12417. DOI:10.1111/jicd.12417.
 28. Fatma Y, Ozgur U. Evaluation of Surface topography changes in three NiTi files systems using rotary and reciprocal motion: Anatomic Force Microscopy Study. *Microsc Res Tech.* 2014;77:177–182. DOI: 10.1002/jemt.22325.
 29. Zafar M. Impact of Endodontic Instrumentation on Surface Roughness of Various Nickel-Titanium Rotary Files. *Eur J Dent.* 2021;15(2):273-280. DOI: 10.1055/s-0040-1718469.
 30. Caballero H, Rivera F, Salas H. Scanning electron microscopy of superficial defects in Twisted files and Reciproc nickel-titanium files after use in extracted molars. *Int Endod J.* 2014;48(3):229–235. DOI:10.1111/iej.12304.
 31. Bueno CS, Oliveira D, Pelegrine R, Fontana CE, Rocha DP, Bueno CE. Fracture Incidence of WaveOne and Reciproc Files during Root Canal Preparation of up to 3 Posterior Teeth: A Prospective Clinical Study. *J Endod.* 2017;43(5):705–708. DOI: 10.1016/j.joen.2016.12.024.
 32. Rodrigues CS, Vieira VTL, Antunes HS, De-Deus G, Elias CN, Moreira EJM, et al. Mechanical characteristics of counterfeit Reciproc instruments: a call for attention. *Int Endod J.* 2017;51(5):556–563. DOI:10.1111/iej.12792.
 33. De-Deus G, Leal Vieira VT, Nogueira da Silva EJ, Lopes H, Elias CN, Moreira EJ. Bending Resistance and Dynamic and Static Cyclic Fatigue Life of Reciproc and WaveOne Large Instruments. *J Endod.* 2014;40(4):575–579. DOI: 10.1016/j.joen.2013.10.013.
 34. Lopes H.P, Elias CN, Vieira MVB, Vieira VTL, De Souza LC, Dos Santos AL. Influence of Surface Roughness on the Fatigue Life of Nickel-Titanium Rotary Endodontic Instruments. *J Endod.* 2018;42(6):965–968. DOI: 10.1016/j.joen.2016.03.001.
 35. Silva EJNL, Giraldes JFN, De Lima CO, Vieira VTL, Elias CN, Antunes HS. Influence of heat-treatment on torsional resistance and surface roughness of nickel-titanium instruments. *Int Endod J.* 2019;52(11):1645–1651. DOI:10.1111/iej.13164.
 36. Serefoglu B, Miçooğulları KS, Kaval ME, Güneri PK, Çalışkan MKemal. Cyclic Fatigue Resistance of Multiused Reciproc Blue Instruments during Retreatment Procedure. *J Endod.* 2020;46(2):277-282. DOI: 10.1016/j.joen.2019.10.024.