

# Determinación de modificaciones superficiales y estructurales del Sistema ProGlider+Protaper Next vs Mtwo después de trabajo biomecánico en conductos curvos mediante Microscopía electrónica de barrido. Estudio Clínico Controlado.

AGUILAR C.M.<sup>1</sup>, CRUZ M.T.A.<sup>2</sup>, DÍAZ H.C.I.<sup>3</sup>, CHÁVEZ B.E.<sup>4</sup>, CARMONA H.D.<sup>5</sup> Y COPÍN T.A.<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Autor principal, D. en O. y Coordinadora de la Especialidad de Endodoncia de la Universidad Latinoamericana, Campus Valle.<sup>2 y 3</sup> Residentes del Posgrado de Endodoncia, ULA Campus Valle. Ciudad de México. <sup>4 y 5</sup>Docentes de la Especialidad de Endodoncia de la Universidad Latinoamericana. Maestro en Ciencias de la ULA y Director de la F.O. de ULA, Campus Valle.

## Resumen

Se han desarrollado diversos sistemas rotatorios de níquel titanio, con la intención de prevenir la desviación de las curvaturas radiculares; evitando así, la formación de escalones, falsas vías, desplazamiento apical, sobre instrumentación y la fractura de instrumentos, que son causa del fracaso en el tratamiento de conductos<sup>1-7</sup>.

El propósito de este estudio fue determinar las modificaciones superficiales y estructurales del Sistema ProGlider+Protaper Next vs Mtwo después de trabajo biomecánico en conductos curvos mediante Microscopía electrónica de barrido.

## Materiales y Métodos

Aquéllos pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión fueron asignados a dos grupos:

**Grupo A none:** 12 conductos de molares de pacientes con curvaturas de entre 20 y 35 ° (de acuerdo a la clasificación de Schneider 1971) fueron incluidos para este grupo. Instrumentados con la técnica de ProGlider (PG; Dentsply Tulsa Dental Specialties)+ Protaper Next (Dentsply/Maillefer, Ballagigues, Switzerland), S1, SX (instrumento seleccionado para evaluación por microscopía electrónica de barrido MEB. La preparación final apical seleccionada fue hasta la #25 en un motor VDW (Munich, Germany Co), a 250 rpm, según especificaciones del fabricante., todos los conductos, fueron instrumentados por un solo operador.

**Grupo B pares:** 12 conductos con curvatura de entre 20 y 35 ° (de acuerdo a la clasificación de Schneider). Se siguieron los mismos procedimientos que en el grupo A; pero instrumentados con la técnica Mtwo (VDW Co., Munich, Germany) #10 (0.04 taper), #15 (0.05 taper), esta lima evaluada por MEB, #20 (0.06 taper) y #25 (0.06 taper) fueron usadas hasta longitud real del conducto y rotada por 3 segundos a 240 rpm, según especificaciones del fabricante. El Protocolo de irrigación para ambos grupos fue agua destilada, seguida de NaOCl a 5.25 % y finalmente agua destilada después

del uso de cada lima. Los 36 instrumentos seleccionados, 12 por grupo (ProGlider, ProTaper y Mtwo respectivamente) y utilizados para este estudio, fueron llevados a microscopía electrónica de barrido antes de instrumentación (lectura basal) y después de ser utilizados.

## Resultados

En este estudio se utilizó el análisis de varianza de dos clasificaciones por rango de Friedman. En la tabla  $X_r^2$  donde  $K = 3$  y  $N = 3$ , se obtuvo el valor  $X_r^2 = 23.9$ , que es mucho mayor al encontrado en ésta, por lo que la diferencia entre los instrumentos es significativa,  $p < 0.028$ , en esta población estudiada.

## Conclusiones

El instrumento con menor número de modificaciones superficiales y estructurales mediante microscopía electrónica de barrido fue el instrumento ProTaper, le siguió el Mtwo y finalmente el ProGlider.

# Determinación de modificaciones superficiales y estructurales del Sistema ProGlider+Protaper Next vs Mtwo después de trabajo biomecánico en conductos curvos mediante Microscopía electrónica de barrido. Estudio Clínico Controlado.

AGUILAR C.M., CRUZ M.T.A., DÍAZ H.C.I., CHÁVEZ B.E., CARMONA H.D Y COPÍN T.A.

## Introducción

La limpieza y conformación del sistema de conductos radiculares es una de las fases más importantes en el tratamiento de conductos. Varios instrumentos y técnicas se han propuesto para esta conformación. La conicidad y el mantenimiento espacial de la trayectoria del conducto original, el evitar perforaciones, escalones, taponamientos, desviaciones del conducto, especialmente de los conductos curvos, es una de las metas en el desarrollo de sistemas rotatorios.<sup>1</sup>

Los Instrumentos rotatorios de níquel titanio fueron introducidos para mejorar la preparación de los conductos curvos. En la práctica clínica, llevan una carga de deterioro como resultado de estrés por flexión y por torsión debido a esta curvatura. El estrés del instrumento sobre las paredes del conducto, puede ser resultado de la torsión por exceso en el límite elástico.<sup>2-7</sup>

La complicación más común en la terapia de conductos con sistemas rotatorios es la remoción de instrumentos separados, especialmente si la porción del instrumento es localizado radiográficamente en el tercio apical del conducto radicular. Si un instrumento se separa durante la

preparación de los conductos por estrés torsional, podría llevar al fracaso endodóncico al no ser posible removerlo.<sup>2-5</sup>

El clínico y la técnica de instrumentación usada pueden jugar un rol significativo en la prevención del estrés torsional; el cual, se incrementa dramáticamente con la presión de la pieza de mano sobre el área de contacto entre las paredes del conducto y el borde de corte del instrumento. También se incrementa cuando la sección del conducto es más pequeña que la dimensión de la parte no activa del instrumento.<sup>6-19</sup>

La evaluación por Microscopía electrónica de barrido ha sido de gran utilidad en diversos estudios *in vitro* para la determinación de cambios y/o alteraciones en las superficies de los instrumentos de níquel titanio. Algunos de ellos implican la determinación de cambios por diferentes técnicas de uso y otras investigaciones demuestran la variedad de cambios estructurales en las superficies internas de conductos tratados con estos sistemas, entre otros.<sup>16-19</sup>

El análisis lineal *in vitro* y *in vivo* de modificaciones en la curvatura del canal después de instrumentarse ha sido frecuentemente usado para evaluar por tomografía computarizada la tendencia de una técnica o de las propiedades mecánicas del instrumento para mantener la anatomía original del conducto o modificar la curvatura. La forma del canal, como un resultado del incremento de la dificultad en la instrumentación se reporta para señalar diferencias en el diseño de instrumentos.<sup>12-15</sup>

Los diferentes sistemas rotatorios se utilizan actualmente en la práctica clínica; por lo que sería de gran utilidad el mostrar en estudio clínico controlado su eficacia bajo condiciones normales de uso.

El propósito de este estudio fue determinar las modificaciones superficiales y estructurales del Sistema ProGlider+Protaper Next vs Mtwo después de trabajo biomecánico en conductos curvos mediante Microscopía electrónica de barrido. Estudio Clínico Controlado.

## **Materiales y Métodos**

Para este estudio clínico se incluyeron a 24 pacientes que solicitaron atención de terapia de conductos en molares mandibulares y/o maxilares con curvaturas de entre 20° y 35° en el tercio medio y/o apical, en ULA, Valle. Se les realizó historia clínica completa y consentimiento informado para ingresar al estudio de acuerdo a la norma 313 vigente en la República Mexicana. Cumple con las normas técnicas de ética y bioética en investigación clínica de la Secretaría de Salud.

Aquellos pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión fueron asignados a dos grupos: Grupo A nores: 12 conductos de molares de pacientes con curvaturas de entre 20 y 35 ° (de acuerdo a la clasificación de Schneider 1971) fueron incluidos para este grupo. Aquellos que presentaron la curvatura requerida fueron instrumentados con la técnica de ProGlider (PG; Dentsply Tulsa Dental Specialties)+ Protaper Next (Dentsply/Maillefer, Ballagigues, Switzerland), S1, SX (instrumento seleccionado para evaluación por microscopía electrónica de barrido MEB). La longitud de trabajo fue recortada 1 mm y utilizados con movimiento de cepillado. La preparación final apical

seleccionada fue hasta la #25 en un motor VDW (Munich, Germany Co), a 250 rpm, según especificaciones del fabricante., todos los conductos, fueron instrumentados por un solo operador. Grupo B pares: 12 conductos con curvatura de entre 20 y 35 ° (de acuerdo a la clasificación de Schneider). Estos pacientes incluidos fueron llevados a Protocolo de investigación. Se siguieron los mismos procedimientos que en el grupo A; pero instrumentados con la técnica Mtwo (VDW Co., Munich, Germany) #10 (0.04 taper), #15 (0.05 taper), esta lima evaluada por MEB, #20 (0.06 taper) y #25 (0.06 taper) fueron usadas hasta longitud real del conducto y rotada por 3 segundos a 240 rpm, según especificaciones del fabricante. La preparación final apical fue seleccionada hasta la #25. El Protocolo de irrigación para ambos grupos fue agua destilada, seguida de NaOCl a 5.25 % y finalmente agua destilada después del uso de cada lima.

### Evaluación a Microscopía electrónica.

Los 36 instrumentos seleccionados, 12 por grupo (ProGlider, ProTaper y Mtwo respectivamente) y utilizados para esta **Primera Fase de Investigación** fueron llevados a microscopía electrónica de barrido antes de instrumentación (lectura basal) y después de ser utilizados. Una vez de concluido su uso fueron lavados y llevados a evaluación por MEB, para determinar modificaciones superficiales y/o deformaciones estructurales de los 5 primeros milímetros (punta de los instrumentos) mediante análisis de imágenes obtenidas por el aparato modelo (**Hitachi modelo SU1510**).

Cada uno de los 36 instrumentos se colocaron en portamuestras para MEB, en la misma posición utilizando una marca para que la lectura basal y las modificaciones después de ser usado fueran evidentes; y así, hacer las lecturas de los incrementos de modificaciones sobre las mismas superficies.

Las mediciones fueron hechas de entre 21 y 24 mms de distancia a 250X y con imágenes obtenidas por electrones secundarios.

### Resultados

Una vez hechas las lecturas antes y después de instrumentación. Los 36 instrumentos evaluados por análisis de superficie en los 5 primeros milímetros (punta), las mediciones fueron concentradas en tablas. Estos resultados corresponden a 12 instrumentos ProGlider, 12 ProTaper y 12 instrumentos del Sistema Mtwo. Antes y después de ser empleados en instrumentación de conductos curvos.

Con modificación estructural leve (XX), 1 incremento = modificación parcial ó 2 o más modificaciones de la lectura basal = severa. De acuerdo a criterios de Chianello y colaboradores.<sup>19</sup>

- 1.- Estado de superficies de filo (corte).
- 2.- Detritus, desechos del material.
- 3.- ranuras o surcos presentes (Ver Fig. 1).
- 4.- Micro cavidades en la superficie de los instrumentos.

- 5.- Forma de punta (Ver Fig. 2).
- 6.- Posición de la punta del instrumento.
- 7.- Arañazos ralladuras y cambios en el ángulo de transición.

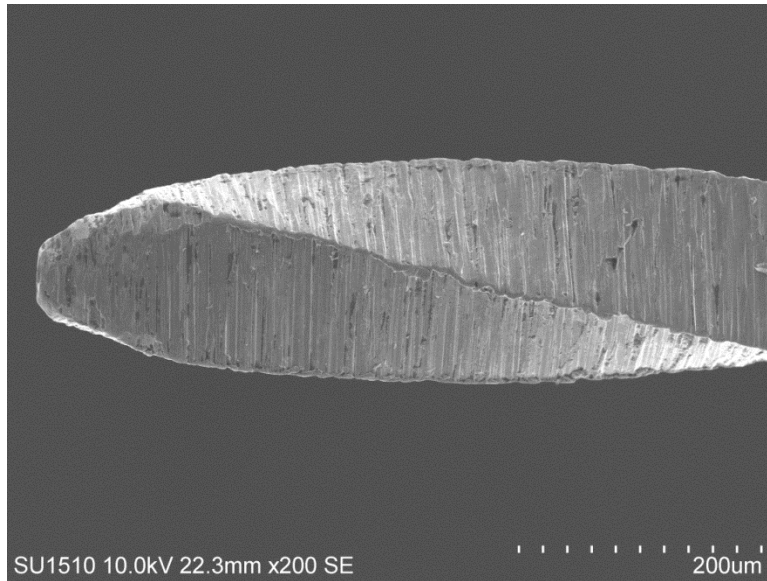


Fig. 1. Imagen de instrumentos ProGlider después de ser usado en tratamiento de conducto curvo, que muestra las diferencias en el diseño de punta y ranuras, por microscopía electrónica de barrido 200X SE.

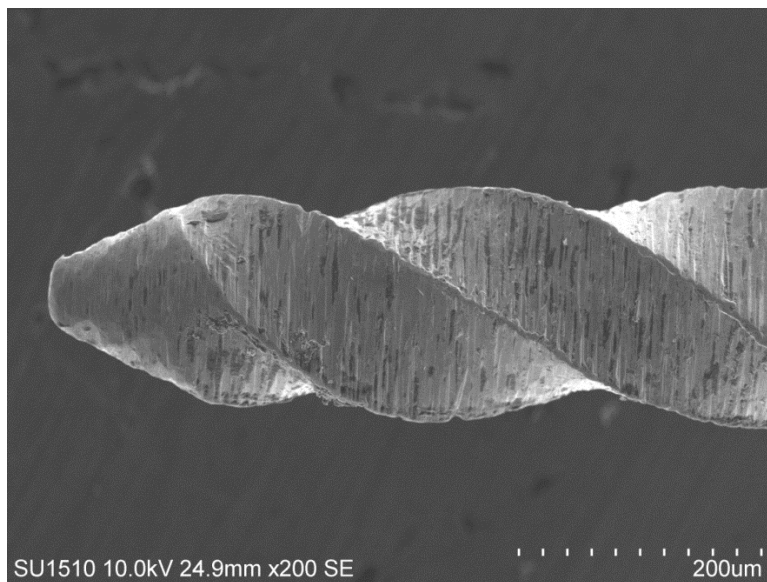


Fig. 2. Imagen de instrumentos ProTaper después de ser usado en tratamiento de conducto curvo, que muestra las diferencias en el diseño de punta y ranuras, por microscopía electrónica de barrido 200X SE.

Se utilizaron los siguientes criterios: con modificación estructural leve = XX (si existía un incremento de la primera lectura); es decir, más 1 (X) incremento = modificación parcial ó 2 incrementos (X) o más de la lectura basal = modificación severa.

Tomando en cuenta el criterio de modificación superficial a partir de condiciones de fabricación y sin variaciones de calidad. Se obtuvieron las siguientes imágenes de los instrumentos antes y después de ser usados bajo condiciones clínicas de molares con conductos curvos. (Ver Figs. 1-3 Controles y Figs. 4-6 Con modificaciones posteriores a su uso).

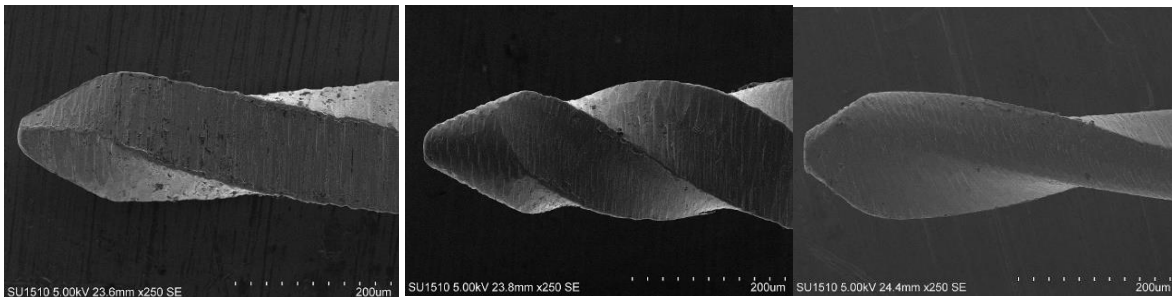


Fig. 3-5. Imágenes de instrumentos ProGlider, Protaper Next e instrumento Mtwo controles, que muestran las diferencias en el diseño de punta, por microscopía electrónica de barrido 250X SE.

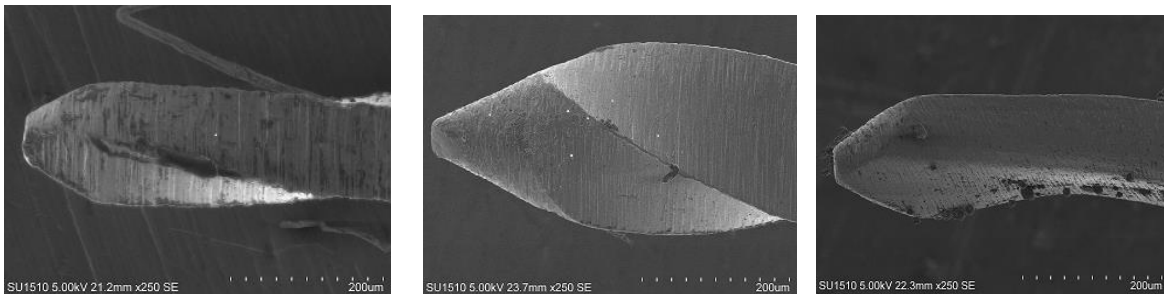


Fig. 6-8 Imágenes de instrumentos ProGlider, Protaper Next e instrumento Mtwo después de instrumentación que muestran las modificaciones de la punta, por microscopía electrónica de barrido 250X SE.

Resultando las siguientes lecturas:

**Determinación de modificaciones superficiales y/o deformaciones estructurales de limas ProGlider vs Protaper Next vs Mtwo mediante microscopía electrónica de barrido.**

## HOJA DE CAPTURA DE DATOS

ÁREA DE EVALUACIÓN	INSTRUMENTO PG Control Lectura basal	MODIFICACIONES	LECTURA DE MODIFICACIONES
1-5 mm punta	XXX	XXXX	PARCIAL
	XX	XXX	PARCIAL
	XX	XXX	PARCIAL
	XX	XX	LEVE
	XX	XX	LEVE
	XXX	XXXX	PARCIAL
	XX	XXX	PARCIAL
	XX	XXXX	SEVERA
	XX	XXXX	SEVERA
	XX	XXXX	SEVERA
	XX	XXX	PARCIAL
	XX	XXX	PARCIAL

ÁREA DE EVALUACIÓN	INSTRUMENTO PTaper Control Lectura basal	MODIFICACIONES	LECTURA DE MODIFICACIONES
1-5 mm punta	XX	XX	LEVE
	XX	XXX	PARCIAL
	XX	XX	LEVE
	XXX	XXXX	PARCIAL
	XX	XX	LEVE
	XX	XX	LEVE
	XX	XXXX	SEVERA
	XX	XXX	PARCIAL
	XX	XXXX	SEVERA
	XX	XXXX	SEVERA
	XX	XXX	PARCIAL
	XX	XX	LEVE

**Determinación de modificaciones superficiales y/o deformaciones estructurales del Sistema ProGlider vs Protaper Next vs Mtwo mediante microscopía electrónica de barrido.**

## HOJA DE CAPTURA DE DATOS

ÁREA DE EVALUACIÓN	INSTRUMENTO Mtwo Control Lectura basal	MODIFICACIONES	LECTURA DE MODIFICACIONES
1-5 mm punta	XX	XX	LEVE
	XX	XXXX	SEVERA
	XX	XX	LEVE
	XXX	XXXX	PARCIAL
	XX	XX	LEVE
	XX	XX	LEVE
	XX	XXX	PARCIAL
	XX	XXXX	SEVERA
	XX	XXXX	SEVERA
	XX	XXXX	SEVERA
	XX	XX	LEVE
	XX	XXXX	SEVERA

Con modificación estructural leve (XX), 1 incremento = modificación parcial ó 2 o más modificaciones de la lectura basal = severa. Tomando en cuenta el criterio de modificación superficial a partir de condiciones de fabricación y sin variaciones de calidad.

### Análisis Estadístico

Para determinar si existe diferencia estadística significativa entre los grupos, se utilizó el análisis de varianza de dos clasificaciones por rango de Friedman. Estudia los totales de rango de cada columna. Comparamos modificaciones superficiales y/o deformaciones estructurales de 36 instrumentos 12 por grupo (ProGlider, Protaper y Mtwo), donde: la hipótesis nula fue que la respuesta a las modificaciones superficiales y/o deformaciones estructurales son las mismas en los diferentes instrumentos objeto de este estudio. Y la hipótesis de trabajo fue que la respuesta a las modificaciones superficiales y/o deformaciones estructurales es mejor con alguno de los instrumentos objeto de este estudio.

		C1	C2	C3	K=3
	Tratamiento	Mod. Leve	Mod. Parcial	Mod. Severa	Total
PG	No. de sujetos	2	7	3	12
	1 rango	1	3	2	
PT	No. de sujetos	5	4	3	12
	2 rango	3	2	1	
MTwo	No. de sujetos	5	2	5	12
	3 rango	2.5	1	2.5	
N=3	Rj	6.5	6	5.5	



$$X_r^2 = \frac{12}{(NK(k+1))} \frac{\sum_{j=1}^K (R_j)^2 - 3N(k+1)}{36}$$

$$X_r^2 = \frac{12}{36} (108.5 - 36) = 23.9$$

En la tabla  $X_r^2$  donde  $K = 3$  y  $N = 3$ , el valor  $X_r^2 = 23.9$ , es mucho mayor al encontrado en ésta, por lo que la diferencia entre los instrumentos es significativa,  $p < 0.028$ , aceptamos la hipótesis de trabajo.

## Discusión

La limpieza, desinfección y conformación del sistema de conductos son objetivos de la terapia endodóncica. Estos se logran con el uso de irrigantes que eliminan tejido pulpar dañado, detritus y bacterias; y los instrumentos y/o sistemas rotatorios le confieren conicidad para su correcta obturación.<sup>1-3</sup>

Varios instrumentos y sistemas rotatorios se han propuesto para la conformación de Conductos curvos.<sup>1-6</sup> En algunos estudios se utilizan éstos en modelos acrílicos; y otros, en molares de conductos curvos extraídos para evidenciar su eficacia.<sup>6,7,11-15</sup>

En este estudio se utilizaron primeros molares que cumplieron los criterios de inclusión, de pacientes que requerían terapia endodóncica y que mediante consentimiento informado aceptaron ingresar al estudio. Bajo condiciones clínicas y siguiendo las indicaciones del fabricante, fueron instrumentados según al grupo al que fueron asignados (Grupo A, ProGlider + ProTaper o Grupo B, Sistema Mtwo) para ser evaluados.

Las frecuentes fracturas de los instrumentos de níquel-titanio durante su uso clínico, muestran en diversos estudios que la microestructura de la aleación metálica tiene un patrón transgranular causado por la coalescencia de microcavidades. De acuerdo a las especificaciones ISO3630 de 1992, en muchos estudios se ha mostrado que los instrumentos de la misma medida de diferentes fabricantes se encuentran dentro de los límites de tolerancia.<sup>1-7,17</sup>

Mediante la microscopía electrónica se han observado modificaciones superficiales y/o deformaciones estructurales en los instrumentos rotatorios, concluyendo que las condiciones de estos instrumentos son un factor importante de falla y fractura. En muchos casos la calidad de éstos, no es revisada previamente a su uso. De sus paquetes son retirados por el clínico, llevados a esterilizar y usados sin ser examinados al menos con el uso de lupas.<sup>19</sup>

En este estudio se observó la utilidad de la microscopía electrónica para evaluar las condiciones en las que los instrumentos se encuentran antes y después de ser empleados. Al igual que el estudio de Chianello<sup>19</sup> se observaron modificaciones en las aleaciones de los instrumentos evaluados en sus superficies desde lecturas basales (controles) de un 17 % en instrumentos ProGlider, de 8 % en ProTaper y 8%, en el Sistema Mtwo.

Una de las principales razones de fracaso en la terapia de conductos, es la selección inadecuada del sistema de instrumentación de acuerdo a la anatomía interna de los conductos y el tipo de configuración que deberá hacerse a lo largo de éstos.<sup>22</sup>

En este estudio clínico se utilizaron instrumentos de Sistemas rotatorios ProGlider + Protaper vs Mtwo, que han sido evaluados en conductos curvos dentro de estudios controlados *in vitro* y en artículos publicados de casos clínicos.<sup>11-15</sup>

Algunos autores mencionan que el mejor tratamiento se logra cuando se preserva la forma original del conducto, usando métodos menos invasivos.<sup>7</sup> Otros, se basan en el empleo de aleaciones de ontroníquel titanio que proporcionen super-elasticidad y memoria al instrumento para evitar su fractura durante el uso clínico.<sup>8</sup>

Los Fabricantes han desarrollado procesos termomecánicos con el propósito de evitar la fatiga cíclica y obtener una fase de martensita y premartensita que es estable durante las condiciones clínicas.<sup>4</sup> Otros estudios, además de mejorar las aleaciones han desarrollado una guía mecánica inicial con instrumentos que preparen la porción coronal y media del conducto.<sup>6</sup>

Varios autores, mencionan dos factores que afectan la selección del instrumento para la conformación del sistema de conductos radiculares: la habilidad para conseguir la preparación y su seguridad. Señalan que estos factores dependen del perfil del instrumento y del diseño de su parte activa.<sup>5</sup>

Como siempre la creación del ahusamiento o conicidad a través del trabajo biomecánico; manteniendo la forma original del conducto y sin hacer variar la posición del foramen apical son algunas de las complicaciones, especialmente en conductos curvos.<sup>1, 2,11-15,19-23</sup>

Los instrumentos al ser sometidos a movimientos de rotación continua sobre las paredes de los conductos, alteran las superficies de sus estructuras. En este estudio el instrumento ProGlider fue el que más lecturas de modificaciones obtuvo en este estudio. Y tiene sentido, pues al ser un instrumento de inicio y pre-ensanchamiento es el que se deteriora más, pues en el sistema ProGlider+ ProTaper, es el primero que trabaja y representa el cambio de conicidad de las limas manuales convencionales a sistemas de conicidad variable.

## Conclusiones

En este estudio se utilizó el análisis de varianza de dos clasificaciones por rango de Friedman. En la tabla  $X_r^2$  donde  $K = 3$  y  $N = 3$ , se obtuvo el valor  $X_r^2 = 23.9$ , que es mucho mayor al encontrado en ésta, por lo que la diferencia entre los instrumentos es significativa,  $p < 0.028$ , en esta población estudiada. El instrumento con menor número de modificaciones superficiales y estructurales mediante microscopía electrónica de barrido fue el instrumento ProTaper, le siguió el Mtwo y finalmente el PG.

## Agradecimientos

Al Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma; así como al Departamento de Biología Celular y Tisular de la Facultad de Medicina y a la Universidad Latinoamericana, Campus Valle.

A la M. en C. María Berenit Mendoza Garfias del Laboratorio de Microscopía y Fotografía de la Biodiversidad (I), Secretaría Técnica, Instituto de Biología, UNAM. Por su valiosa experiencia en la toma de las micrografías. Y a la Dra. Silvia Antuna Bizarro del Depto. De Biología Celular y Tisular de la Facultad de Medicina, por su contribución en la preparación de muestras para microscopía electrónica y su apoyo incondicional en la revisión del apartado de materiales y métodos.

## Referencias

- 1.-Reddy P., Kavita S y Subbaraq C.V. Cyclic Fatigue Testing of Three Different Rotary Nickel Titanium Endodontic Instruments in Simulated Curved Canals. An in Vitro Sem Analysis. JCDR 2014; 8(2):211-13.
- 2.- Berutti E., Cantatore G., Castellucci A., Chiandussi G., Pera F., Migliaretti G. y Pasqualini D. Use of Nickel-Titanium Rotary PathFile to Create the Glide Path: Comparison With Manual Preflaring in Simulated Root Canals. JOE 2009; 35(3):408-12.
- 3.- Capar I., Kaval M., Ertas H. y Sen B. Comparison of the Cyclic Fatigue Reistence of 5 Different Rotary Pathfinding Instruments Made of Conventional Nickel-Titanium Wire, M-wire, and Controlled Memory Wire. JOE 2015; 41(4):535-538.
- 4.- Scattina A., Alovisi M., Salvatore D., Pasqualini D., Scotti N., Chiandussi G. y Berutti E. Prediction of Cyclic Fatigue Life of Nickel-Titanium Rotary Files by Virtual Modeling and Finite Elements Analysis. JOE 2015; 41(11): 1867-70.
5. - Diemer F., Michetti J., Mallet J. y Piquet R. Effect of Asymmetry on the Behavior of Prototype Rotary Triple Helix Rott Canal Instruments. JOE 2013; 39(6):829-32.
- 6.- Duke F., Shen Y., Zhou H., Ruse D., Wang Z., Hieawy A. y Haapasalu M. Cyclic Fatigue of Profile Vortex and Vortex Blue Nickel-Titanium Files in Single and Double Curvatures. JOE 2015; 41(10):1686-90.
- 7.- Elnaghy A. y Elsaka S. Evaluation of Root Canal Transportation, Centerin Ratio and Remaining Denting Thickness Associated with Pro Taper Next Instruments with and without Glide Path. JOE 2014; 40(12):2053-56.
- 8.- Plotino G., Grande N., Cotti E., Testarelli L. y Giambarini G. Blue Treatment Enhances Cyclic Fatigue Resistance of Vortex Nickel-Titanium Rotary Files. JOE 2014; 40(9):1451-53.
9. - Setzer F. y Böhme Ch. Influence of Combined Cyclic Fatigue and Torcional Stress on the Fracture Point of Nickel-Titanium Rotary Instruments. JOE 2013;39(1):133-10.- Pascualini D., Bianchi C.C.,

Paolino D.S., Mancini L., Cemenasco A., Cantatore G. Castellucci A. y Berutti E. JOE 2012;38(3):389-93.

11. - Kirchhoff A., Chu R., Mello I., Plazas A.D., dos Santos M. y Sanches R.C. Glide Path Management with Single- and Multiple-instrument Rotary Systems in Curved Canals: A micro-Computed Tomographic Study. JOE 2015; 41(11):1880-3.

12.- Aguirre G.O., Vinicius C.M., Gonzales O.D.M.C., Fernandes de Oliveira H., Miranda F.L., Coelho B.M. y Borges A.E. J of Int. O. H. 2015; 7(3):28-32.

13.- Dhingra A. y Machanda N. Modifications in Canal Anatomy of Curved Canals of Mandibular First Molars by two Glide Path Instruments using CBCT. J. of Clinical and Diagnostic Research 2014; 8(11):13-7.

14.- Honadar K., Assadian H., Shalab Sh. Jafari Z., Kazemi A. Nazarimoghaddam K. Javad K. M. y Labbaf H. Cone-beam Computed Tomographic Assessment of Canal Centering Ability and Transportation after Preparation with Twisted File and Bio RaCe Instrumentation. [www.jdt.tums.ac.ir](http://www.jdt.tums.ac.ir) 2014; 11(4):440-6.

15.- Dhingra A., Ruhail N y Miglani A. Evaluation of Single File Systems Reciproc, Oneshape, and Wave One using Cone Beam Computed Tomography-An In Vitro Study. J. of Clinical and Diagnostic Research 2015; 9(4):30-4.

16. - Luzi A., Forner L., Almenar A. y Llena Carmen. Microstructure alterations of rotary files after multiple simulated operative procedures. Med. Oral. Patol. Oral Cir. Bucal. 2010 Jul 1; 15(4):658-62.

17.- Kaul R., Farooq R., Kaul V., Khateeb Sh. U., Rashid P.A. y Mahajan R. Comparative evaluation of physical surface changes and incidence of separation in rotary nickel-titanium instruments: an in vitro SEM study. Iranian Endodontic journal 2014; 9(3):204-9.

18. - Mathew J., Devadathan A., Syriac G. y Shamini S. Root canal treatment of maxillary first premolar with three roots. J Pharm Bioallied Sci. 2015 Aug; 7(2):746-8.

19.- Chianello G., Leal S.V., Hardt L.C.F., Raldi D. P., Lage-maruques J.L. y Habitante S.M. Surface finishing of unused rotary endodontic instruments: A SEM Study. Braz Dent J 2008; 19(2):109-13.

20.- Homayoon A., Reza H.M., Haddadi A., Sadat M.Z., Moudi E. y Bijani A. Comparing the coronal flaring efficacy of five different Instruments using cone-beam Computed Tomography. Iranian Endodontic Journal 2015; 10(4):263-7.

21. - Celikten B., Uzuntan C.F., Sebnem K., Ayse I.O., Pelin T., Kaan O. y Özgür D. Comparative evaluation of shaping ability of two nickel-titanium rotary systems using cone beam computed tomography. BMC Oral Health 2015; 15:32.