

## COMPARACION DEL DESGASTE LINEAL EN CONDUCTOS SIMULADOS PREPARADOS CON INSTRUMENTOS MANUALES Y ROTATORIOS

Avellaneda P.<sup>1</sup>, Erhardt F.<sup>2</sup>, Gómez J.<sup>3</sup>, Marriaga A.<sup>4</sup>, Sanchez A.<sup>4</sup>

Area: Endodoncia Modalidad: Oral Categoría: Docente posgrado

### RESUMEN

**Propósito:** Determinar el desgaste lineal de la preparación de conductos simulados con instrumentos manuales y rotatorio de igual conicidad.

**Materiales y Método:** Estudio experimental in-vitro. 50 cubos acrílicos con curvatura de 30 grados llenados con yodo y radiografiados. Distribuidos aleatoriamente instrumentados con limas Protaper rotatorio y manual y limas NiTi TEE® usadas manual y mecánicamente, de acuerdo al grupo: Grupo A: 10 ProTaper® rotatorio; Grupo B: 10 ProTaper® manual; Grupo C: 10 NitiTEE® rotatorio; Grupo D: 10 NitiTEE® rotatorio utilizado manualmente; Grupo E: 10 cubos sin instrumentación. Se marcaron tres puntos en la curvatura pre y pos instrumentación basados en la técnica de Schneider (1971). Se proyectaron las radiografías. Se analizaron prueba ANOVA ( $p \leq 0.05$ ).

**Resultados:** Hubo diferencia estadísticamente significativa en el desgaste con las limas del Grupo A y B en los puntos A,B,C ( $p = .005$ ;  $p = .001$ ;  $p = .029$ ). Hubo diferencia estadísticamente significativa en el desgaste con las limas del Grupo C y D en los puntos A,B,C ( $p = .000$ ;  $p = .000$ ;  $p = .009$ ).

**Conclusiones:** El desgaste producido con las limas ProTaper® en la curvatura del conducto fue significativamente mayor con limas manuales que con rotatorias. El desgaste producido con las limas NiTi TEE® en la curvatura del conducto fue significativamente mayor con limas manuales que con rotatorias.

**Palabras Claves:** conductos simulados, ProTaper®, NitiTEE®, desgaste.

### ABSTRACT

**Aim:** To determine the lineal wear down of the preparation of simulated canals with manual and rotational instruments of same taper

**Materials and Methods:** Study experimental in-vitro. 50 acrylic cubes with curvature of 30 grades filled with iodine and x-rayed. Distributed randomized instrumented with files rotational Protaper and manual and files manual used NiTi TEE and mechanically, according to the group: Group A: 10 rotational ProTaper®; Group B: 10 ProTaper® manual; Group C: 10 NitiTEE® rotational; Group D: 10 rotational NitiTEE® used manually; Group E: 10 cubes without instrumentation. Three points were marked in the curvature pre and pos instrumentation based on the technique of Schneider (1971). they were projected the x-rays. It was analyzed test ANOVA ( $p \leq 0.05$ ).

**Results:** There was difference statistically significant in the wear down with the files of the Group A and B in the points A,B,C ( $p = .005$ ;  $p = .001$ ;  $p = .029$ ). there was difference statistically significant in the wear down with the files of the Group C and D in the points A,B,C ( $p = .000$ ;  $p = .000$ ;  $p = .009$ ).

**Conclusions:** The wear down produced with the files ProTaper® in the bend of the canal was significantly bigger with files manuals that with rotational. The wear down produced with the files NiTi TEE® in the bend of the canal was significantly bigger with files manuals that with rotational.

**Key Words:** Resin Blocks, ProTaper®, Niti TEE®, to wear down.

<sup>1</sup> OD. EE. EDU. Jefe de Programa en Endodoncia en Investigación Odontóloga Especialista en Endodoncia. Y Docencia Universitaria. Autor responsable, .Autopista Norte Km 20 Bogota Colombia. [pavellaneda@odontologico.edu.co](mailto:pavellaneda@odontologico.edu.co)

<sup>2</sup> OD. EE. Investigador Universidad Karolinska

<sup>3</sup> OD. Residente Posgrado de Endodoncia IV semestre

<sup>4</sup> OD. Residente Posgrado de Endodoncia III semestre

## INTRODUCCION

La limpieza y conformación del espacio del conducto radicular es el principal objetivo de la preparación endodóntica (1). La forma original del conducto, en ocasiones, son un reto en la porción apical de conductos curvos. Muchos estudios histológicos y anatómicos han demostrado la complejidad de la anatomía del sistema del conducto radicular, incluyendo variaciones de espesor, número, longitud, diámetro y curvatura de los conductos radiculares; y anatomía periférica de la dentina radicular (2,3,4,5). Esta complejidad anatómica debe ser recordada y revisada en detalle como uno de los principales cambios que ocurren durante la preparación del conducto radicular, alterando la morfología y subsecuentemente el pronóstico, por errores de procedimiento tales como escalones, desviaciones transportaciones y perforaciones (6).

Los instrumentos tradicionales de acero inoxidable por a su alto módulo de elasticidad, frecuentemente no logran realizar la forma infundibular del conducto radicular manteniendo la configuración original del conducto curvo sin crear eventos iatrogénicos, necesaria para una adecuada limpieza y obturación, (7, 8)

La aleación de níquel titanio es muy usada en odontología por la superioridad de sus propiedades mecánicas, una alta resistencia a la corrosión (9) y buena biocompatibilidad (10). La introducción de las aleaciones súper elásticas de níquel titanio (NiTi) en la fabricación de instrumentos endodónticos ha simplificado la preparación del sistema de conductos.

Las limas NiTiTEE<sup>®</sup> son un sistema de instrumentos rotatorios con conicidad variable que consiste en una lima K-Finder #15, dos instrumentos para trabajo coronal (12/30 y 8/30) y cinco instrumentos con el sistema "S" modificado diseñado con dos ángulos cortantes de 90° permitiendo una rápida y eficiente instrumentación apical. Su fabricación es en Níquel-Titanio con una punta segura mejorada; se utilizan con la técnica Crown Down con una velocidad entre 150-300 rpm; este sistema fue diseñado por el DR. Fredrick Erhardt, en Estocolmo,

Suecia, cumpliendo las normas establecidas por la ISO.

Las limas ProTaper<sup>®</sup> se fabrican bajo dos nuevos conceptos: 1. La sección transversal presenta diseño de una lima K; 2. El instrumento presenta un ahusamiento variable a lo largo de la superficie de corte, este concepto minimiza el número de instrumentos usados en la preparación y también se disminuye la fuerza torsional, incrementando la eficiencia en el corte. Las limas ProTaper incluyen cinco instrumentos; las limas S1 y S2 dan la forma del conducto; las limas F1, F2, F3, son las limas finales; Después se introdujo el instrumento SX, el cual es usado para ampliar en el tercio cervical del conducto con la técnica Crown-Down, con una velocidad constante entre 250 y 350 rpm; este sistema fue diseñado por el Dr. Clifford Ruddle.

La triada endodóntica unifica tres aspectos de la terapia; el acceso, la preparación permitiendo una completa debridación del conducto dando una forma infundibular, y la obturación tridimensional (11). Gutmann y Lovdal en 1997(12) describen la triada endodóntica enfatizando los aspectos de diagnóstico, anatomía y limpieza. Numerosas técnicas han sido propuestas para la instrumentación de conductos curvos como: la técnica Step-Back (13), técnica anticurvatura (14), técnica Step-Down (15), técnica doble-flare (16), fuerza balanceada (17), Crown – Down. La técnica Crown-Down fue descrita por Marshall F.J and Pappin J.y publicada por Morgan y Montgomery (18), esta técnica remueve el debris y dentina del conducto radicular reduciendo la extrusión fuera del foramen apical. El uso ha sido reportado como superior a la Step-back en la preparación de conductos con rangos de curvatura de 10 a 35 °. Se inicia en el tercio cervical, se usa incrementando la longitud y disminuyendo el taper del instrumento, minimizando la transportación del foramen (19).

En las últimas décadas, muchas metodologías han sido descritas para evaluar instrumentación endodóntica, incluyendo bloques acrílicos simulando conductos radiculares (1), su uso fue validado por Lim y

Webber 1985 concluyendo que las formas de conductos preparados en dientes humanos extraídos y en bloques de resina son comparables cuantitativa y cualitativamente (20); esto fue corroborado por Pettiette y cols 1999 (21). Los bloques acrílicos simulando conductos radiculares son fabricados estandarizando el diámetro, longitud, radio y curvatura del conducto (22) los cuales pueden dar un modelo experimental constante para valorar los efectos de la preparación del conducto radicular (1). Los cuales han sido ampliamente utilizados. (3,4,5,6,23,24) Por el contrario, el comportamiento respecto a la dureza y la abrasión de la resina acrílica y la dentina no son idénticas (25). El uso de dientes naturales extraídos dada la anatomía radicular compleja y la variabilidad de la dureza de la dentina compromete la estandarización, pero es relevante cuando se evalúa la habilidad de limpieza de una técnica de preparación.

La sustitución de la preparación manual por la rotatoria, ha sido una meta en la práctica clínica para disminuir la fatiga y las dificultades inherentes en la preparación del conducto radicular. Algunos estudios reportan el uso de instrumentos rotatorios y manuales de diferentes marcas, diseños y aleaciones observando algunas diferencias con mejores resultados en los procedimientos mecánicos (26, 27).

Durante este procedimiento se produce un desgaste de las paredes del conducto que de alguna manera puede afectar la integridad del tejido dentario. La preparación circunferencial del conducto radicular remueve la dentina, reflejando la forma original del conducto, evitando los desgastes excesivos y debilitamiento de las paredes (2). La supervivencia de todas las raíces de un diente puede depender de la dentina residual, muchos estudios han demostrado una relación directa entre la pérdida de la estructura del diente y la posibilidad de fractura de la corona o la raíz. (28 – 29). El conocimiento del desgaste que producen los instrumentos manuales y rotatorios fundamentará su uso durante la preparación biomecánica del conducto, determinando la seguridad del instrumento, en conductos radiculares curvos y estrechos. Este hecho

se hace mas relevante cuando la raíz requiere un retenedor intraradicular. Resulta de interés, considerar el desgaste realizado en el tratamiento endodóntico con instrumento manual e instrumento rotatorio del diente que va a recibir un procedimiento de rehabilitación oral.

Es importante conocer el desgaste sobre la estructura del diente que puede influir en los casos cuando se va a recibir un procedimiento de rehabilitación oral.

Con base en lo anterior surge el interrogante ¿Un instrumento fabricado con igual conicidad para ser utilizado en forma manual y en forma rotatoria produce el mismo desgaste en el tramo de la curvatura durante la conformación del conducto radicular?

Por lo tanto se plantea la hipótesis nula: No existen diferencias estadísticamente significativas en el desgaste de la preparación con instrumentación rotatoria y manual ProTaper® e instrumentación rotatoria NiTi TEE® usada en forma manual y mecánica en conductos simulados; y como hipótesis alterna: Si existen diferencias estadísticamente significativas en el desgaste de la preparación con instrumentación rotatoria y manual ProTaper® e instrumentación rotatoria NiTi TEE® usada en forma manual y mecánica en conductos simulados.

El propósito de este estudio fue determinar el desgaste lineal de la preparación de conductos simulados con instrumentos manuales y rotatorios ProTaper® e instrumentos rotatorios NiTi TEE® usados en forma mecánica y manual, diseñando un modelo experimental.

## MATERIALES Y METODO

El tipo de estudio es fase I experimental se tomaron 50 cubos (Endo-Training-Bloc 0.2 taper, Dentsply Maillefer) con una longitud de 8 a 12 mm antes de la curvatura con un diámetro apical que correspondiente a un tamaño 20 ISO y una curvatura del conducto de 30 grados. Fueron distribuidos aleatoriamente en cinco grupos experimentales: Grupo A: 10 cubos acrílicos Instrumentados con ProTaper® (Dentsply)

rotatorio. Grupo B: 10 cubos acrílicos Instrumentados con ProTaper® (Dentsply) manual. Grupo C: 10 cubos acrílicos Instrumentados NitiTEE® (Sendoline) rotatorio. Grupo D: 10 cubos acrílicos Instrumentados NitiTEE® (Sendoline) rotatorio en forma manual. Grupo E: 10 cubos acrílicos sin instrumentar; numerándolos del 1 al 10 para el grupo A, del 11 al 20 para el grupo B, del 21 al 30 para el grupo C y del 31 al 40 el grupo D, 41 al 50 grupo E. Cada cubo fue empacados en bolsa con sellado hermético previa rotulación.

Posteriormente se realizo la preparación de los conductos simulados con limas manuales o limas rotatorias, de acuerdo al grupo asignado, dejando una lima #25 como LAP, irrigando copiosamente entre cada instrumento con agua destilada. La conformación del conducto fue realizada por un solo operador siguiendo los principios descritos por Morgan y Montgomery para la técnica de Crown – Down y o invertida, para las limas Protaper® rotatorias y manuales y Sendoline® rotatoria siguiendo las recomendaciones del fabricante asi:

#### Niti TEE

El sistema rotatorio comprende 7 limas de Ni-Ti, dos limas tipo K para conformación coronal y cinco limas tipo S modificadas para los otros dos tercios

- Preparación coronal inicial  
Size 30; 0.12 taper (1.5 Ncm, 300 r.p.m.): usada para abrir la región coronal.  
Size 30; 0.08 taper (1.5 Ncm, 300 r.p.m.): usada para profundizar un 1/3 de la longitud de trabajo (LT) (6 mm) a 1/2 LT (9 mm), evitando deslizarse a la curvatura del conducto
- Preparación LT  
Size 30; 0.06 taper (0.9 Ncm, 200 r.p.m.): usada a pocos milímetros profundizándose al conducto radicular  
Size 30; 0.04 taper (0.9 Ncm, 200 r.p.m.): usada a pocos milímetros profundizándose al conducto radicular
- Preparación apical  
Size 20; 0.04 taper (0.6 Ncm, 150 r.p.m.): usada a LT total  
Size 25; 0.04 taper (0.6 Ncm, 150 r.p.m.): usada a LT total

Size 30; 0.04 taper (0.6 Ncm, 150 r.p.m.): usada a LT total

- Preparación final  
Size 30; 0.12 taper (1.5 Ncm, 300 r.p.m.) y size 30; 0.08 taper (1.5 Ncm, 300 r.p.m.): usada a máxima profundidad de dos tercios de LT para tener las paredes del conducto lisas y crear una forma continúa en fundibular. (tabla 1)

**Tabla 1**

| Instrumento    | D1   | Nivel del conducto  |
|----------------|------|---------------------|
| Tipo K #10     | 0.10 | Patentecidad        |
| K-Finder 12/30 | 0.30 | 1/3                 |
| K-Finder 8/30  | 0.30 | 1/3                 |
| 6/30           | 0.30 | 2/3                 |
| 4/30           | 0.30 | 2/3                 |
| 4/25           | 0.25 | Longitud de trabajo |
| 4/20           | 0.20 | Longitud de trabajo |
| tipo K #20     | 0.20 | Longitud de trabajo |

#### ProTaper

Shaping File No. 1 (tip size: 17; tapers: 2–11%) 2/3 LT

Shaping File No. 2 (tip size: 20; tapers: 4–11.5%) 2/3 LT

Lima Tipo K manuales # 10 – 15 LT total

Shaping File No. 1 (tip size: 17; tapers: 2–11%) LT total

Shaping File No. 2 (tip size: 20; tapers: 4–11.5%) LT total

Finishing File No. 1 (tip size: 20; tapers: 5.5–7%) LT total

Finishing File No. 2 (tip size: 25; tapers: 5.5–8%) LT total

Finishing File No. 3 (tip size: 30; tapers: 9.5%) LT total

SX File (tip size: 19; tapers: 3.5–19%) (si es necesaria) LT total. (tabla 2)

**Tabla 2**

| Instrumento | D1   | Nivel del conducto  |
|-------------|------|---------------------|
| tipo K #10  | 0.10 | 2/3                 |
| tipo K #15  | 0.15 | 2/3                 |
| Sx          | 0.19 | 2/3                 |
| S1          | 0.17 | 2/3                 |
| tipo K #10  | 0.10 | Tercio apical       |
| tipo K #15  | 0.15 | Longitud de trabajo |
| S1          | 0.17 | Longitud de trabajo |
| S2          | 0.20 | Longitud de trabajo |
| F1          | 0.20 | Longitud de trabajo |
| tipo K #20  | 0.20 | Longitud de trabajo |

Cada bloque se lleno con solución liquida de yodo radioactivo Optiray® 320, utilizando una jeringa monoject con punta calibre 27. Se

diseño una plantilla circular que ajustara en la parte interna del cono del equipo radiográfico, a la cual se le creo un espacio para posicionar los cubos con un tamaño de 1x3 cm. Se realizaron unas marcas en el reverso de la plantilla para lograr fijar en la misma posición la película radiográfica.

De esta forma cada cubo se cargó en el espacio de la plantilla con una película periapical Kodak® inssiht en la parte posterior y se tomo la radiografía con un equipo radiográfico marca Sandri , ajustado a 10x miliamperios y 70 Kv con una exposición de 0.7 segundos, dirigiendo el cono perpendicular al plano horizontal y apoyado sobre este, para obtener la radiografía estandarizada de cada muestra. Se procedió al revelado de cada película en un Peri-Pro® Air Techniques Inc. Seguidamente las radiografías se montaron en un carrusel de diapositivas en numeración.

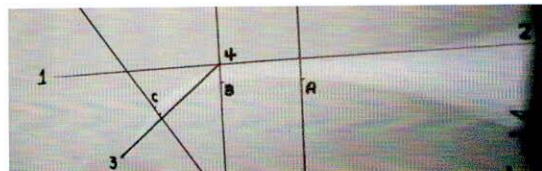
Para determinar los cortes de las mediciones lineales pos instrumentación se determinó el ángulo de la curvatura. De acuerdo a este procedimiento se uso la técnica de Schneider (1971) sobre la proyección de los cubos acrílicos en posición vestibulo-lingual, a una escala de 1:10.

El modelo experimental utilizado en este estudio modifiko la técnica utilizada por Schneider (1971) para observar los grados de curvatura de los conductos radiculares.

Para las mediciones lineales se marcaron tres puntos en el tramo de la curvatura determinados de la siguiente manera:

Se trazo una línea recta a lo largo del eje longitudinal del conducto (1-2); una segunda línea desde el foramen apical hasta el punto donde el conducto deja el eje longitudinal (3-4), sitio en el cual se inicia la curvatura.

La primera medición (A) se realizara en un punto que se ubicara a 3mm del punto 4 en dirección 2, La segunda medición (B) en el punto 4 y la tercera medición (C) en un punto que se ubicara a partir de la perpendicular trazada a 3mm en dirección 4-3. Ver Fig. 1.



**Figura 1.**

Los datos de la medida del espacio del conducto simulado a partir de los puntos A, B, y C antes y después de la instrumentación fueron consignados en el instrumento de recolección de datos de acuerdo al grupo.

Las mediciones del espacio del conducto simulado pos instrumentación fueron consignados en el instrumento de recolección de datos de acuerdo al grupo.

Para detectar si existen diferencias del desgaste entre las limas ProTaper rotatorias y manuales, y las limas NiTi TEE rotatorias usadas en forma mecánica y manual, los datos fueron tabulados en el programa Excel versión 2000, procesado en SPSS versión 12 y analizados con la prueba ANOVA. Un nivel de  $p \leq 0.05$  fue considerado significante.

## RESULTADOS

Se encontró diferencias significativas entre los grupos de limas ajustadas a los puntos A,B,C y el grupo sin preparar ( $p=0.000$ ).

Se encontró diferencia en el desgaste del punto A con las limas ProTaper manuales con un promedio  $\pm$  error estandar de  $0.860 \pm .0567$  significativamente mayor que las limas ProTaper rotatorias con un promedio de  $0.785 \pm .0474$  ( $p=0.005$ ).

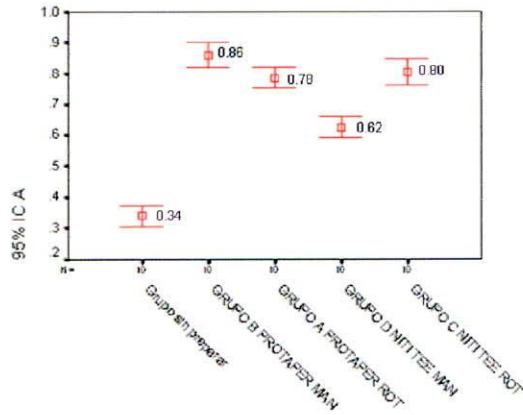
Se encontró diferencia en el desgaste del punto A con las limas NiTi TEE manuales con un promedio  $\pm$  error estandar de  $0.625 \pm .048$  significativamente menor que las limas NiTi TEE rotatorias con un promedio de  $0.805 \pm .059$  ( $p=0.000$ ). (Tabla 3, Grafico 1).

**Tabla 3. Análisis de varianza de la diferencia en el desgaste en el punto A**

| GRUPO                 | N  | Media    | Desviación S. |
|-----------------------|----|----------|---------------|
| A: Protaper rotatorio | 10 | 0.785000 | 0.0474342     |
| B: Protaper manual    | 10 | 0.860000 | 0.0567646     |
| C: Niti TEE rotatorio | 10 | 0.805000 | 0.0598609     |
| D: Niti TEE manual    | 10 | 0.625000 | 0.0485913     |
| E: Sin preparar       | 10 | 0.340000 |               |

**Fuente: Medidas descriptivas del desgaste lineal en el punto A**

**Grafico 1. Promedio de la diferencia entre el desgaste según el punto A**



**Fuente: Medidas descriptivas del desgaste lineal en el punto A**

Se encontró diferencia en el desgaste del punto B con las limas ProTaper manuales con un promedio  $\pm$  error estandar de  $0.840 \pm .069$  significativamente mayor que las limas ProTaper rotatorias con un promedio de  $0.725 \pm .0634$  ( $p=0.001$ ).

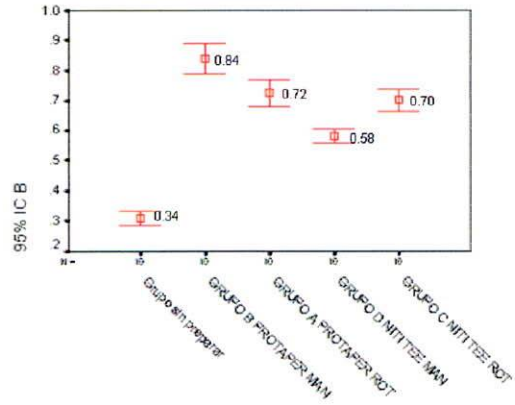
Se encontró diferencia en el desgaste del punto A con las limas NiTi TEE manuales con un promedio  $\pm$  error estandar de  $0.580 \pm .034$  significativamente menor que las limas NiTi TEE rotatorias con un promedio de  $0.700 \pm .052$  ( $p=0.000$ ). (Tabla 4, Grafico 2).

**Tabla 4. Análisis de varianza de la diferencia en el desgaste en el punto B**

| GRUPO                 | N  | Media    | Desviación S. |
|-----------------------|----|----------|---------------|
| A: Protaper rotatorio | 10 | 0.725000 | 0.063465      |
| B: Protaper manual    | 10 | 0.840000 | 0.069921      |
| C: Niti TEE rotatorio | 10 | 0.700000 | 0.052705      |
| D: Niti TEE manual    | 10 | 0.580000 | 0.034960      |
| E: Sin preparar       | 10 | 0.310000 |               |

**Fuente: Medidas descriptivas del desgaste lineal en el punto B**

**Grafico 2. Promedio de la diferencia entre el desgaste según el punto B**



**Fuente: Medidas descriptivas del desgaste lineal en el punto B**

Se encontró diferencia en el desgaste del punto C con las limas ProTaper manuales con un promedio  $\pm$  error estandar de  $0.465 \pm .062$  significativamente mayor que las limas ProTaper rotatorias con un promedio de  $0.405 \pm .049$  ( $p=0.029$ ).

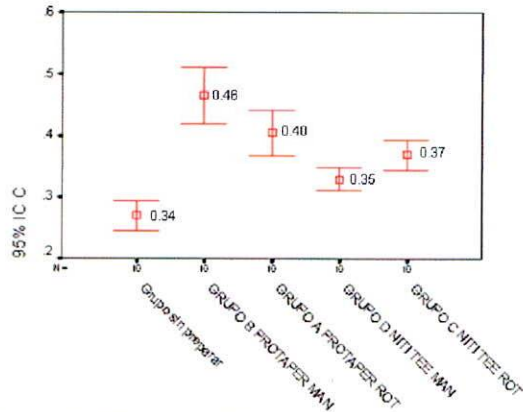
Se encontró diferencia en el desgaste del punto C con las limas NiTi TEE manuales con un promedio  $\pm$  error estandar de  $0.330 \pm .025$  significativamente menor que las limas NiTi TEE rotatorias con un promedio de  $0.370 \pm .034$  ( $p=0.009$ ). (Tabla 5, Grafico 3).

**Tabla 5. Análisis de varianza de la diferencia en el desgaste en el punto C**

| GRUPO                 | N  | Media   | Desviación S. |
|-----------------------|----|---------|---------------|
| A: Protaper rotatorio | 10 | 0.40500 | 0.049721      |
| B: Protaper manual    | 10 | 0.46500 | 0.062583      |
| C: Niti TEE rotatorio | 10 | 0.37000 | 0.034960      |
| D: Niti TEE manual    | 10 | 0.33000 | 0.025820      |
| E: Sin preparar       | 10 | 0.27000 |               |

**Fuente: Medidas descriptivas del desgaste lineal en el punto C**

**Grafico 3. Promedio de la diferencia entre el desgaste según el punto C.**



**Fuente:** Medidas descriptivas del desgaste lineal en el punto C

## DISCUSION

A través del modelo experimental se pudo observar diferencias estadísticamente significativas en el desgaste producido por los instrumentos manuales y rotatorios ProTaper y rotatorios NiTi TEE usados en forma manual y mecánica.

Los errores de procedimiento son la consecuencia de la preparación de conductos curvos con instrumentos con baja flexibilidad. En el presente estudio se observó diferencia estadísticamente significativa en los puntos A,B,C del tramo de la curvatura de los conductos instrumentados con las limas de los grupos ProTaper y las limas de los grupos NiTi TEE. Siendo mayor el desgaste en el punto A seguido del B y el C. Esto sugiere que los instrumentos no produjeron errores de procedimiento. De este modo, la flexibilidad de las limas rotatoria y manuales usadas en el estudio mostraron una adecuada conformación de los conductos curvos simulados, acorde con los estudios de Glosson y col 1995(30), Peters y col 1997(31), Short y col 1997(32), Hulsmann y col 2003(33) utilizando instrumentos de Ni-Ti.

Los resultados obtenidos en este estudio indican diferencia estadísticamente

significativa en los puntos A,B,C en el tramo de la curvatura de los conductos simulados instrumentados con las limas de los grupos NiTi TEE, donde fue mayor el desgaste con limas rotatorias. Este hallazgo permite sugerir el uso de las limas ProTaper rotatorias y manuales NiTi TEE en términos de desgaste del conducto a nivel del tramo de la curvatura.

En el presente estudio se observó diferencia estadísticamente significativa en los puntos A,B,C del tramo de la curvatura de los conductos simulados instrumentados con las limas de los grupos ProTaper, observándose mayor desgaste con las manuales mientras que, en los grupos NiTi TEE, fue mayor el desgaste con limas rotatorias. Esto posiblemente se debió a que las limas NiTi TEE usadas en forma manual dificultaron la manipulación por la falta de un mango que evitara el deslizamiento del instrumento durante la preparación; contrariamente las limas manuales ProTaper con mango ergonómico posiblemente le dieron más facilidad de manipulación.

Hubo diferencia estadísticamente significativa en los puntos A,B,C en el tramo de la curvatura de los conductos simulados instrumentados con las limas de los grupos NiTi TEE, donde fue mayor el desgaste con limas rotatorias. Este hallazgo permite sugerir el uso de las limas ProTaper rotatorias y manuales NiTi TEE en términos de desgaste del conducto a nivel del tramo de la curvatura.

A pesar de que en este estudio no se tuvo en cuenta el tiempo de trabajo, la reducción en el número de instrumentos del Kit de limas ProTaper, sugeriría menor tiempo de trabajo para realizar la instrumentación. En el presente estudio se invirtió menor tiempo al instrumentar con limas NiTi TEE frente a las limas ProTaper, como se observó en el estudio Avellaneda y cols 2003(34) al comparar el desgaste de cemento-dentina en raíces mesiales de molares inferiores con limas rotatorias ProTaper y NiTi TEE; y en el estudio de Jodway y Hulsmann (35) al comparar las limas NiTi TEE y K3; ellos lo atribuyeron en parte al gran número de instrumentos (10) en la secuencia de K3.

La evidencia sugiere que los instrumentos rotatorios NiTi facilitan la preparación del conducto con mínima o sin transportación del conducto (36). Sin embargo, en estudios previos ha sido reportado un alto número de instrumentos fracturados (por encima del 10%) para las limas de Ni-Ti (37), indicando que los instrumentos de NiTi son más susceptibles a la fractura que los instrumentos convencionales de acero inoxidable; de la misma manera, Barbakow y Lutz 1997 observaron más fracturas con sistemas rotatorios que con instrumentación manual convencional, refiriendo que ocurrió aun después de cursos introductorios avanzados. Consecuentemente, los parámetros físicos del mecanismo de fractura de los instrumentos endodónticos rotatorios son de considerable interés. Sattapan y cols 2001 (38) presentan dos mecanismos de fractura diferente: fractura torsional y fractura flexural. Las fracturas torsionales ocurren cuando un instrumento en rotación es forzado en la porción apical de conductos radiculares estrechos. El incremento de fricción en este punto, requirió un alto torque para rotar el instrumento, y la fragilidad de la punta del instrumento esta sujeta al excesivo torque (39). Este efecto ocurre en instrumentos con puntas de diámetros variados y con similar conicidad que con instrumentos de taper variable (40). Consecuentemente, una de las características del diseño de los instrumentos ProTaper es un taper variable a lo largo de la parte cortante del instrumento.

El doblamiento repetido en conductos curvos causa fatiga del metal y por consiguiente la fractura (38). Estudios in vitro indican que los instrumentos rotatorios de NiTi tienen una vida fatiga predefinida y son capaces de resistir entre 250 y 500 rotaciones en conductos simulados metálicos con curvaturas de 90 grados y 5mm de radio (41, 42).

Los factores relacionados con el operador y habilidad clínica también son factores que se relacionan con la fractura de instrumentos (43) por tal razón, se han desarrollado motores y piezas de mano para simplificar el uso de instrumentos rotatorios NiTi. Algunos de esos cuentan con sistemas de torque limitado, los operadores usaran una variación de fuerza directa apicalmente y velocidad de

inserción. La fuerza directa apicalmente es aumentada cuando se preparan conductos estrechos. Sin embargo, esta cantidad de fuerza no produce excesivo torque y no causa fractura de los instrumentos, posiblemente porque se mantiene la patenticidad con una lima K #15. Por otra parte, el tiempo requerido para preparar los conductos puede diferir, y consecuentemente, el riesgo a la fatiga fractura varia. Adicionalmente, el número de rotaciones durante la formación de conductos simulados ha considerado que ocurra fatiga cíclica. Esto se correlaciono con el volumen del conducto y funcionamiento respecto al torque y fuerza similar aplicada. Peters y col 2003(44) observaron que se requería más de 50 rotaciones para preparar un conductos muy estrecho. Consecuentemente, ellos recomiendan usar 4 o 5 veces las limas de conformación ProTaper en conductos muy estrechos. No se encontraron publicaciones sobre la seguridad de NiTi TEE.

En el presente estudio, previamente el operador se familiarizo con ambos sistemas de limas, utilizo 5 veces cada lima verificando la patenticidad con lima K #15 entre cada instrumento. Observo que ocurrio fractura de 2 limas ProTaper rotatorias, 2 limas ProTaper manuales y 3 limas (NiTi TEE) usadas mecánicamente.

## CONCLUSIONES

- Hubo diferencia estadísticamente significativa entre los tipos de limas ajustadas a los puntos A,B,C de la curvatura del conducto simulado y el grupo sin preparar.

Bajo las condiciones de este estudio:

- El desgaste producido con las limas ProTaper en la curvatura del conducto simulado fue significativamente mayor con limas manuales que con las rotatorias.
- El desgaste producido con las limas NiTi TEE en la curvatura del conducto simulado fue significativamente mayor con limas manuales que con las rotatorias.

- El modelo experimental utilizado permite medir linealmente el conducto en cualquier punto de manera estandarizada.

## RECOMENDACIONES

Los investigadores recomiendan realizar estudios similares en dientes.

## AGRADECIMIENTOS

Los investigadores agradecen al Colegio Odontológico Colombiano por el apoyo económico del fondo de investigaciones y desarrollo científico.

Al Señor Alberto Ricci, Gerente Dentsply Colombia por la donación de los cubos acrílicos y las limas rotatorias ProTaper® y el bajo costo de las limas manuales ProTaper®. Al Señor Martin Magnusson Asesor Sendoline Suecia por la donación de las limas NiTiTEE® rotatorias.

## BIBLIOGRAFIA

1. Weine FS, Nelly RF, Lio PJ. (1975) The effect of preparation procedures on original canal shape and on apical foramen shape. *J. Endodon*; 1: 255-62.
2. Thompson SA, Dummer PMH. (2000) Shaping ability of HERO 642 rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals Part 1. *International Endodontic J.* 33: 248-54.
3. Hata G, Uemura m, Kato A, Imura N, Novo N, Toda T. (2002) A comparison of shaping ability using ProFile, GT file, and Flex-R endodontic instruments in simulated canals. *Journal of Endodontics*, 28: 4, 316-21.
4. Ponti TM, McDonald, Kuttler S, Strassler H, Dumsha T. (2002) Canal- Centering ability of two rotary file systems. *Journal of Endodontics*, 28: 4, 283-86.
5. Schafer E, Lohmann D. (2005) Efficiency of rotary niquel-titanium Flex Master instruments compared with stainless steel hand K-Flexofile. Part 1. Shaping ability in simulated root canals. *International Endodontic J.* 35: 505-13.
6. Ruddle CJ (2002) Cleaning and shaping the root canal system. In: Cohen S, Burns RC, eds. *Pathways of Pulp*, 8th edn. St Louis, MO, USA: Mosby, pp. 231–91.
7. Briseño BM, Sonnabend E (1991) The influence of different root canal instruments on root canal preparation: an in vitro study. *International Endodontic Journal* 24, 15–23.
8. Al-Omari MA, Dummer PM, Newcombe RG, Doller R (1992) Comparison of six files to prepare simulated root canals.2. *International Endodontic Journal* 25, 67–81.
9. Speck KM, Fraker AC. (1980) Anodic polarization behavior of Ti-Ni and Ti-6Al-4V in simulated physiological solutions. *Journal of dental research* 59, 1590-5.
10. Castleman LS, Motzkin SM, Alicandri FP, Bonawit VL. (1976) Biocompatibility of Nitinol alloy as an implant material. *Journal of Biomedical Materials Research* 10, 695-731.
11. Taylor G. *Advanced Techniques for Intracanal Preparation and Filing in Routine Endodontic Therapy.* Dental Clinics of North America. Vol 28: 4. 1984.
12. Gutmann, J. y Lovdahl. (1997) Problems in the Assessment of Sucess and Failure, Quality Assurance, and Their Integration into Endodontic Treatment Planning. En Gutmann y col *Problem Solving in Endodontics.* Ed 3. Pag 3.
13. Mullaney, TP. (1979) Instrumentation of Finely Curved Canals. *Dent Clin North Am* 23:575-592.
14. Abou-Rass M, Frank AL, Glick DH. (1980) The anticurvature filing method to prepare the curved canal. *J Am Dent Assoc*; 101: 792-4.
15. Goerig, AC. (1982) Instrumentation of Root Canals In Molars using the Step-Down Tecnique. *J of Endodon* 8:550-554.
16. Fava, RG. (1983) The Doble Flared Technique:aAn Alternative for Biomechanical Preparation. *J of Endodon* 9:76-80.

17. Roane JB, Sabala CL, Duncanson MG. (1985) The balanced force concept for instrumentation of curved canals. *J Endodon*; 11: 203-11.
18. Morgan, L.A. y Montgomery S. (1984) An Evaluation of the Crown Down Pressureless Technique. *J of Endodon* 10:491- 498.
19. Marshal, I F.J and Pappin, J. (1988). A Crown Down Pressureless Preparation Root Canal Enlargement Technique. *Technique Manual*. Health Sciences University.
20. Lim KC, Webber J. (1985) The validity of simulated root canals for the investigation of the prepared root canal shape. *Int Endod J*: 18:240-6.
21. Pettiette M, Delano E, Trope M. (2001) Evaluation of succes rate of endodontic treatment perfomed by dental students with stainless steel K-files and Nikel-Titanium hand files. *J Endod*: 27: 124 - 7
22. Dummer PM, Alodeh MH, al-Omari MA. 1991 A method for the construction of simulated root canals in clear resin blocks. *Int Endod J*. Mar;24(2):63-6.
23. Thompson SA, Dummer PMH. (1997) Shaping ability of ProFile .04 Taper Series 29 rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals Part 1. *International Endodontic J*. 30: 8-15.
24. Bryant ST, Thompson SA, Al-Omar iMAD, Dummer PMH. (1998) Shaping ability of ProFile rotary nickel-titanium instruments with ISO siled tips in simulated root canals Part 1. *International Endodontic J*. 31: 275-81.
25. Schäfer E, Lohmann D. (2005) Efficiency of rotary niquel-titanium Flex Master instruments compared with stainless steel hand K-Flexofile. Part 1. Shaping ability in simulated root canals. *International Endodontic J*. 35: 505-13.
26. Jungmann CL, Uchin RA, Bucher JF. (1975) Effect of instrumentation on the shape of the root canal. *Journal of Endodontics*. 1; 66-9.
27. Schäfer E, Florek H. (2003) Efficiency of rotary nickel-titanium K3 instruments ompared with stainless steel hand K-Flexofile. Part 1. Shaping ability in simulated curved canals. *International Endodontic J*. 36: 199-207
28. Trabert KC, Caput AA, Abou-Rass M. 1978 Tooth fracture--a comparison of endodontic and restorative treatments.*J Endod*. Nov;4(11):341-5
29. Assif D, Gorfil C. 1994 Biomechanical considerations in restoring endodontically treated teeth.*J Prosthet Dent*. Jun;71(6):565-7.
30. Glosson CR, Haller RH, Dove SB, del rio CE. (1995)nAncomparison of root canal preparations using NiTi engine-driven, and K-Flex endodontic instrument. *JO Endodontics* 21, 146-51
31. Peters O. Eggert CH, Barbakow F. (1997) Wurzelkanaloberflächen nasch Lightspeed-preparation im REM dargestellt: eine pilotstudie. *Endodontic* 3, 225-31
32. Short JA, Morgan LA, BAumartner JC. (1997) A comparison of canal centering ability of four instrumentation techniques. *Journal of Endodontics* 23, 499-502
33. Hulsmann M. Gressmann G, Schfers F. (2003) A comparative study of root canal preparation using FlexMaster and HERO 642 rotary NiTi instruments. *International Endodontic Journal* 36, 358-66
34. Avellaneda P, Espitia Y, Milina MV. (2003) Comparación del espesor cemento-dentina de las paredes mesial y distal de las raices mesiales de los primeros y segundos molares mandibulares, antes y despues de la preparación con las limas niti-tee, (sendoline)<sup>®</sup> y protaper<sup>®</sup> (dentsply). Tesis, Colegio Odontologico Colombiano. Bogota.
35. Jodway B, Hülsmann M. (2006) A comparative study of root canal preparation with NiTi-TEE and K3 rotary Ni-Ti instruments. *International Endodontic Journal*, 39, 71–80.
36. Peters OA, Schonenberger K, Laib A. (2001) Effects of four NiTi preparation techniques on root canal geometry assessed by micro computed tomography. *International Endodontic Journal* 34, 221-30.

37. Kavanagh D, Lumley PJ. (1998) An in vitro evaluation of canal preparation using Profile 04 and 06 taper instruments. *Endodontic and Dental Traumatology* 14, 16-20.
38. Sattapan B, Nervo GJ, Palamara JEA, Messer HH. (2000) Defects in rotatory Nickel-Titanium files after clinical use. *Journal of Endodontics* 26,161-5.
39. Blum JY, Machtou P, Micallef JP. (1999) Location of contact areas on rotary ProFile instruments in relationship to the forces developed during mechanical preparation on extracted teeth. *International Endodontic Journal* 32, 108-14.
40. Yared GM, Bou Dagher FE, Machtou P (2001). Failure of ProFile instruments used with high and low torque motors. *International Endodontic Journal* 34,471-5.
41. Haikel Y, Serfaty R, Bateman G, Senger B, Allemann C. (1999) Dynamic and cyclic fatigue of engine-driven rotary Nickel-Titanium endodontic instruments. *Journal of Endodontics* 25, 434-40.
42. Gambarini G. (2001) Cyclic fatigue of Profile rotary instruments after prolonged clinical use. *International Endodontic Journal* 34, 386-9.
43. Yared GM, Bou Dagher FE, Machtou P, Kulkarni GK. (2002) Influence of rotational speed, torque and operator proficiency on failure of Greater Taper files. *International Endodontic Journal* 35, 7-12
44. Peters OA, Peters CI, Schonenberger K, Y Barbakow F. (2003) ProTaper rotary root canal preparation: assessment of torque and force in relation to canal anatomy. *International Endodontic Journal*, 36, 93-99