

Comparación del espesor cemento-dentina de las paredes mesial y distal de la raíz mesial de primeros y segundos molares mandibulares, antes y después de la preparación con limas K3® (Sybron/Kerr) y ProTaper® (Dentstply)

González J.*/Patiño M.*/Yépez L.*/Avellaneda P.**

RESUMEN

Propósito: Comparar el espesor cemento dentina de las paredes mesial y distal en los tercios cervical, medio y apical de la raíz mesial de los primeros y segundos molares inferiores antes y después de la instrumentación con limas K3® (Sybron/Kerr) y ProTaper® (Dentstply) y el tiempo empleado para la preparación biomecánica.

Materiales y Métodos: Estudio experimental in Vitro, se utilizaron 32 raíces mesiales de primeros y segundos molares inferiores, las coronas fueron resectadas, dejando una longitud de 15 milímetros. Los especímenes fueron embebidos en resina epóxica, seccionadas horizontalmente en tercios. Se tomaron fotografías con estereomicroscopio a 65X preinstrumentación, se reensamblaron y se instrumentaron con limas K3® y ProTaper® asignadas aleatoriamente a cada conducto con técnica Crown Down, se tomaron fotografías de los tercios con el estereomicroscopio post instrumentación. Se utilizó análisis de Varianza. **Resultados:** Hubo diferencias significativas entre el desgaste de las paredes, comparado por lima y por tercio. En el conducto vestibular y lingual el desgaste de la pared distal fue significativamente mayor que en la pared mesial. El tercio apical tuvo un promedio de desgaste significativamente menor, que los tercios medio y cervical. No hubo diferencia significativa en el tiempo empleado con los 2 instrumentos.

Conclusión: Se observó mayor desgaste de la pared distal de los conductos vestibular y lingual. Hubo mayor desgaste en la pared mesial en el tercio medio con las limas ProTaper®.

Palabras Clave: Espesor, paredes, preparación, K3®, ProTaper®.

ABSTRACT

Purpose: To determine the thickness of cement and dentine at the mesial and distal walls in the cervical, middle and apical thirds of the mesial roots from first and second mandibular molars, both before and after the root canal preparation with the use of K3® (Sybron/Kerr) and ProTaper® (Dentstply) endodontic files and the time needed for the completion of this preparation.

Materials and Methods: In Vitro investigation, in which 32 mesial roots of first and second mandibular molars were decoronated, leaving a 15 millimetres length. The roots were embedded in epoxic resin and sectioned at three levels. The samples were analyzed under the stereomicroscope at 65X before the biomechanical preparation. The K3® and ProTaper® files were randomly assigned to each canal and the instrumentation was made using the Crown Down technique, visualizing once again the thirds under the microscope. The data were analyzed using a variance analysis. **Results:** Significant differences were found between the amount of dentin removed at the mesial and distal walls, when compared by file and by thirds. At the vestibular and lingual canals, the mean thickness reduction on the distal wall was significantly higher than that on the mesial wall. The apical third had a significantly lower mean thickness reduction than the middle and cervical thirds. The time needed to prepare the canals using the ProTaper® files and the K3® files was not significantly different. **Conclusion:** A higher thickness reduction was observed over the distal wall both at the vestibular and lingual canals and at the middle third there was a higher thickness reduction over the mesial wall when the biomechanical preparation was made with the ProTaper® files.

Key words: Thickness, walls, preparation, K3®, ProTaper®.

* Odontólogos, Residentes Posgrado de Endodoncia.

** Odontóloga Especialista en Endodoncia y Docencia Universitaria.
dirinvestigacion@odontologico.edu.co

INTRODUCCIÓN

La complejidad de la morfología interna de los conductos radiculares representa una problemática a considerar durante el procedimiento endodóntico. El espesor cemento dentina a nivel cervical es menor aproximadamente a 1.5 mm de la bifurcación radicular, por lo tanto esta zona es considerada de mayor riesgo en la instrumentación,¹ por tal motivo los instrumentos endodónticos deben mantenerse centrados en el conducto.

Las características propias de cada instrumento así como la técnica empleada, hacen que las limas posean diferente capacidad de corte sobre las paredes dentinarias. En la actualidad se dispone de una gran variedad de limas endodónticas, los cuales poseen diferentes cortes transversales y conicidades que requieren ser investigados, con el fin de determinar la seguridad de los instrumentos en el desgaste de las paredes de peligro de los conductos radiculares.

La seguridad que proporcionan los instrumentos se puede determinar observando la cantidad de dentina remanente de las paredes de cada tercio del conducto radicular, pre y post instrumentación realizada por las limas de acuerdo a la capacidad de corte que posean.

Las limas rotatorias de níquel-titanio ProTaper diseñadas por Clifford Ruddle,² son instrumentos que presentan una sección horizontal de forma triangular convexa que aumenta la eficiencia de corte y reduce el área de contacto contra la pared del conducto, con una conicidad múltiple en la que cada instrumento en la serie presenta varios tamaños a lo largo de su porción cortante; lo que proporciona flexibilidad, reduce la carga torsional y aumenta la eficiencia. Además presenta una punta guía modificada y un ángulo helicoidal que ayudan a la remoción de detritos y a la prevención del atornillamiento en la dentina.

Los instrumentos del sistema ProTaper se dividen en 2 grupos, Shaping Files o limas para conformación, denominadas SX, S1, S2 y presentan un D1 de 0.19 mm, 0.17 mm y 0.20 mm respectivamente y las Finishing Files o instrumentos para acabado, son denominadas F1, F2, F3 y presentan un D1 respectivamente de 0.20 mm, 0.25 mm y 0.30 mm. El efecto de conicidad inversa mejora la flexibilidad del instrumento en los tamaños mayores.^{3,4}

John McSpadden desarrolló el sistema K3, (SybrenEndo/Kerr, Orange CA), que presenta instrumentos con diferencias significativas respecto a su estructura cuando se compara otras limas rotatorias. La mayoría de los instrumentos rotatorios endodónticos presentan un ángulo de corte negativo, el sistema K3 Endo presenta tres superficies de corte positivo con ángulos diferentes, haciendo que este sistema presente gran capacidad de corte. En la elaboración de los instru-

mentos K3 son utilizados tornos con 7 ejes fijos diferentes y con un octavo eje variable. Este eje variable es responsable por la formación del surco que crea el ángulo helicoidal que varía de 31 grados, contrario a los otros instrumentos con un ángulo de 43 grados. Otra diferencia es que presentan una superficie radial amplia, confiriendo al instrumento mayor masa en la región de mayor estrés en contacto con la dentina, optimizando la resistencia y poder de corte. Detrás de esa superficie radial se encuentra una amplia área de escape, lo que permite la acumulación de virutas de dentina.^{3,4,5}

Durante la preparación biomecánica la aleación del instrumento puede influir en la habilidad de proteger las paredes de peligro de los conductos radiculares. Desplazes y col, 2001,⁶ reportaron que no hubo diferencias significativas en la desviación del conducto durante la preparación con limas de níquel titanio rotatorias y manuales. Ponti y col, en 2002,⁷ y Avellaneda y col, 2003,⁸ observaron la habilidad de las limas rotatorias de NiTi en mantenerse centradas en el conducto, sin encontrar diferencias significativas en la producción de desviación de la anatomía original del mismo. Peters y colaboradores en 2003⁹ reportan evidencia de la facilidad de estos instrumentos en la preparación con mínima o nula transportación del conducto.

La técnica Crown-Down publicada por Morgan y Montgomery en 1984¹⁰ e ideada por Marshal y Papin en 1983¹¹ es requerida para el uso de limas rotatorias durante la preparación del conducto radicular. Esta técnica consiste en el ensanchamiento progresivo desde coronal hasta apical evitando la extrusión de material debridado hacia la zona perirradicular.¹⁰⁻¹² Adicionalmente, la ampliación el tercio cervical del conducto, asegura que los irrigantes alcancen las paredes del mismo en toda su extensión, además mejora la sensación táctil a nivel apical y el uso subsiguiente de los instrumentos. La técnica se inicia con un instrumento de mayor diámetro introducido rotando en el tercio cervical del conducto y se remueve sin detener la rotación, seguidamente se irriga y se introduce el instrumento siguiente de menor diámetro hasta sentir resistencia, se retira, se irriga y se siguen introduciendo limas de menor diámetro hasta alcanzar la longitud de trabajo y a este nivel se amplía hasta el diámetro apical principal deseado manteniendo la forma anatómica del conducto.¹³

Muchos métodos han sido diseñados para evaluar la instrumentación de los conductos. Bramante y col, 1987,¹³ diseñaron un método para observar la anatomía interna de los conductos antes y después de la instrumentación. Este método fue modificado por Calhoun y Montgomery en 1988¹⁴ y consiste en embeber un espécimen radicular en resina epóxica for-

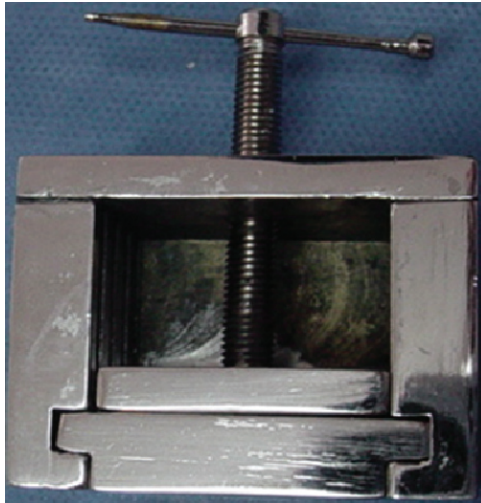


Figura 1
Mufla de bronce niquelado.



Figura 2
Cortes en tres tercios embebidos en resina epóxica.

mando un bloque de acuerdo a la forma de una mufla de bronce niquelado prediseñada (Figura 1) al cual se le realizan cortes transversales a nivel de los tercios cervical, medio y apical para permitir que cada tercio radicular sea fotografiado al microscopio pre y postinstrumentación, con el fin de observar cambios en la posición del conducto, cambios en la forma y diferencia en la cantidad de dentina remanente.

El propósito de este estudio fue comparar el espesor cemento dentina de las paredes mesial y distal en los tercios cervical, medio y apical de la raíz mesial de los primeros y segundos molares antes y después de la instrumentación con limas K3® (Kerr) y ProTaper® (Dentsply) y el tiempo empleado para la preparación biomecánica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio es de tipo experimental in-vitro. Se utilizaron 32 dientes primeros y segundos molares mandibulares recién extraídos a los cuales se les aplicó los criterios de exclusión: ápices sin formación radicular completa, variaciones anatómicas considerables y fractura radicular. Las muestras fueron sumergidas en hipoclorito de sodio al 5.25% para eliminar residuos orgánicos y limpiar las raíces, y almacenadas en formalina al 10%. El diente fue separado a nivel de la furca con un disco metálico de carburo, las raíces mesiales se decoronaron dejándolas a una longitud de 15 mm aproximadamente. Posteriormente, se verificó la viabilidad de los 64 conductos utilizando limas

K No. 10 (Maillefer). Las raíces se embebieron en resina acrílica, de acuerdo al método propuesto por Bramante y colaboradores en 1987.⁴²

Seguidamente se realizaron dos cortes horizontales con un microcortador (ISOMET) a cinco milímetros cada uno, de manera que se obtuvieron tres secciones de cada bloque: tercios cervical, medio y apical. (Figura 2)

Una vez obtenidos los cortes previo a la instrumentación, se procedió a realizar la primera medición al microscopio de luz a una magnificación de 65X (Figura 3) de los tres tercios radiculares, desde la parte externa del conducto hasta la superficie externa de la raíz en milímetros. Los datos fueron recolectados en una ficha técnica. Los segmentos se reensamblaron en la mufla y de forma aleatoria se procedió a realizar la preparación biomecánica de los conductos, con la técnica de instrumentación Crown-Down, utilizando las limas K3® (Sybro/Kerr) y ProTaper® (Dentsply), montadas en el equipo rotatorio Técnica® (Dentsply), siguiendo las recomendaciones del fabricante, a una velocidad de 250 r.p.m por 3 segundos. Durante todo el proceso de instrumentación se irrigó con solución de Hipoclorito de Sodio al 5.25%, y se utilizó RC PREP® (Premier). El tiempo que se requirió para cada instrumentación fue registrado.

Terminada la preparación biomecánica, se tomaron las medidas postinstrumentación de los conductos vestibular y lingual en cada tercio radicular, utilizando el microscopio de luz a 65X, de la forma ya descrita. (Figura 4)

Para el análisis estadístico se calculó el promedio y la desviación Standard. Para detectar si existen di-

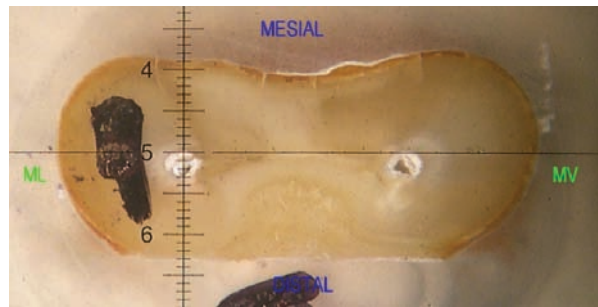


Figura 3

Análisis con estereomicroscopio antes de la preparación.

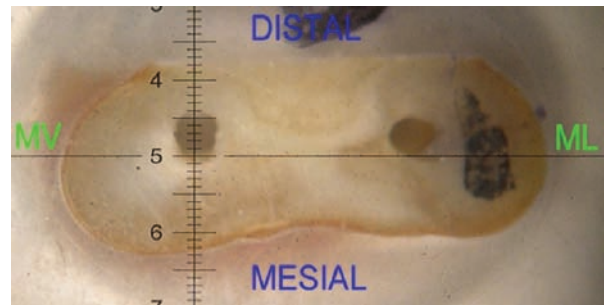


Figura 4

Análisis con estereomicroscopio después de la preparación.

Tabla 1					
Pruebas de los efectos inter-sujetos					
Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Signif
Modelo corregido	.785(a)	23	3.414E-02	6.099	.000
Intersección	2.207	1	2.207	394.291	.000
LIMA	5.093E-02	1	5.093E-02	9.099	.003
PARED	4.023E-02	3	1.341E-02	2.396	.068
TERCIO	.189	2	9.466E-02	16.913	.000
LIMA PARED*	1.000E-02	3	3.334E-03	.596	.618
LIMA TERCIO*	2.959E-04	2	1.480E-04	.026	.974
PARED TERCIO*	.404	6	6.741E-02	12.044	.000
LIMA PARED TERCIO*	8.749E-02	6	1.458E-02	2.605	.017
Error	2.015	360	5.597E-03		
Total	5.048	384			
Total corregida	2.800	383			

* R cuadrado = .280 (R cuadrado corregida = .234)

ferencias del espesor de las paredes por tercio y por conducto con cada tipo de lima, y diferencias entre el tiempo empleado con las limas se utilizó un Análisis de Varianza, con una significancia de $p \geq 0.007$.

RESULTADOS

Se encontró diferencia significativa entre las paredes de los conductos, ajustando por tipo de lima y tipo de tercio ($p = 0.068$).

Paredes

Entre las paredes mesial y distal del conducto vestibular, el promedio de desgaste de la pared distal (0.08651 ± 0.008) fue significativamente mayor que la pared mesial (0.05976 ± 0.008); y entre las paredes mesial y distal del conducto lingual, el promedio

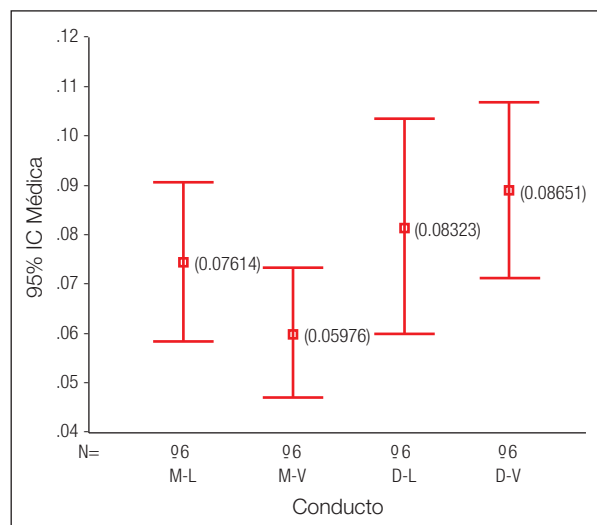
de desgaste de la pared distal (0.08323 ± 0.008) fue significativamente mayor que el desgaste de la pared mesial (0.07614 ± 0.008). (Gráfico 1)

Tercios

El tercio Apical tuvo un promedio de desgaste (0.04548 ± 0.007) significativamente menor ($p=0.000$) (Tabla 1), que los tercios Medio (0.09768 ± 0.007) y Cervical (0.08607 ± 0.007). (Gráfica 2)

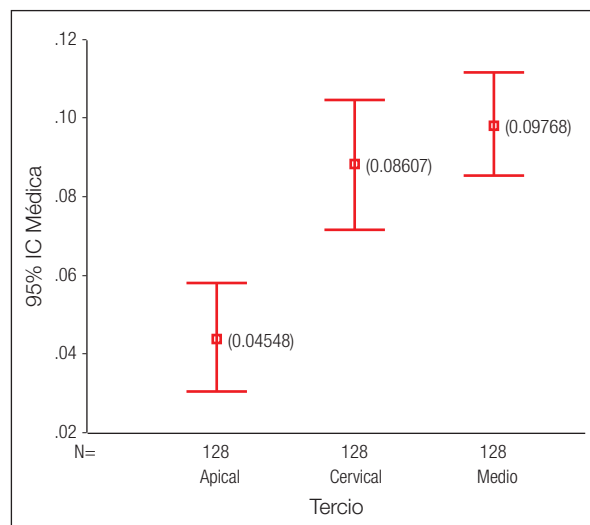
Limas

Se encontró diferencia significativa entre los tipos de lima ajustando las paredes de los conductos y el tipo de tercio ($p=0.003$) (Tabla 1). La media $\pm$ el error estándar del desgaste del espesor realizado con la lima ProTaper® fue de 0.07731 ± 0.005 significativamente mayor que el realizado con la lima K3® con 0.0541 ± 0.005 . (Gráfica 3)



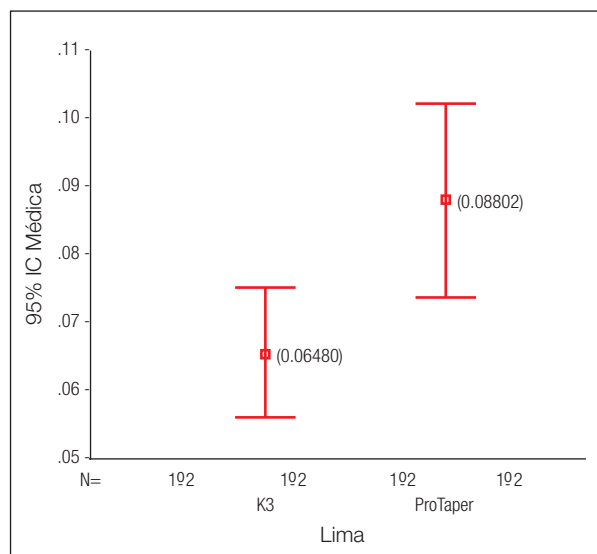
Gráfica 1

Comparación de los promedios de desgaste por tipo de conducto y paredes.



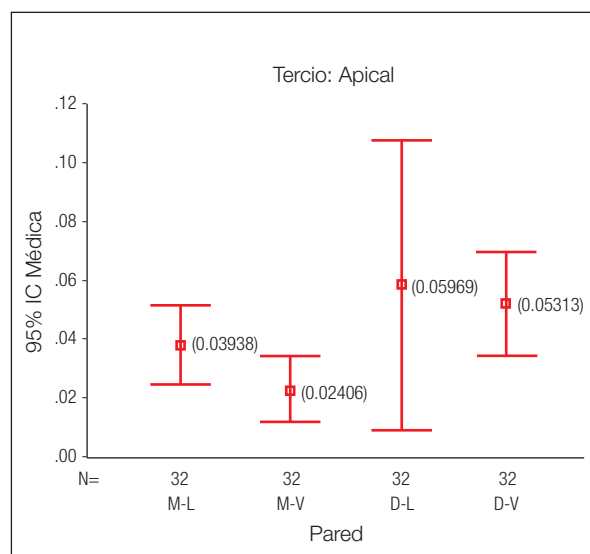
Gráfica 2

Comparación de los promedios de desgaste por tercios.



Gráfica 3

Comparación de los promedios de desgaste por tipo de lima.



Gráfica 4

Comparación de los promedios de desgaste de las paredes en el tercio apical.

Tercio-pared

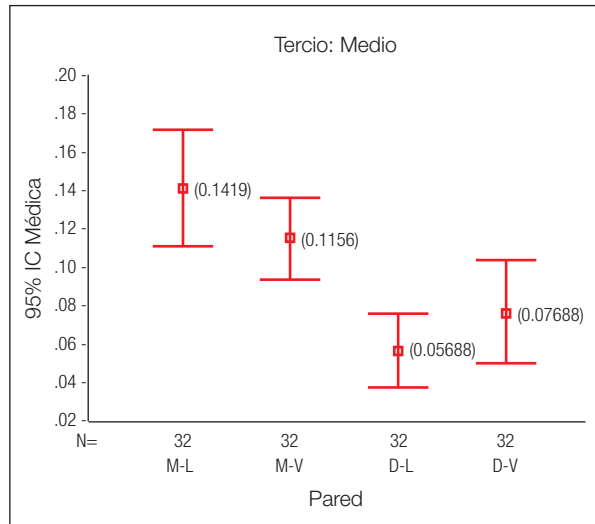
En el tercio apical, se encontró diferencias significativas ($p=0.000$) (Tabla 1) en el desgaste entre las paredes, donde la pared mesial tuvo menor desgaste que la pared distal, obteniendo promedios menores para estas paredes. (Gráfica 4)

Para el tercio medio, se encontró diferencias significativas ($p=0.000$) (Tabla 1) en el desgaste entre las paredes, donde se observó que en la paredes mesiales fue mayor el desgaste que en las paredes distales. (Gráfica 5)

En el tercio cervical, se encontró diferencias significativas ($p=0.000$) (Tabla 1) en el desgaste entre las paredes, en donde la pared mesial fue menor el desgaste que en la pared distal. (Gráfica 6)

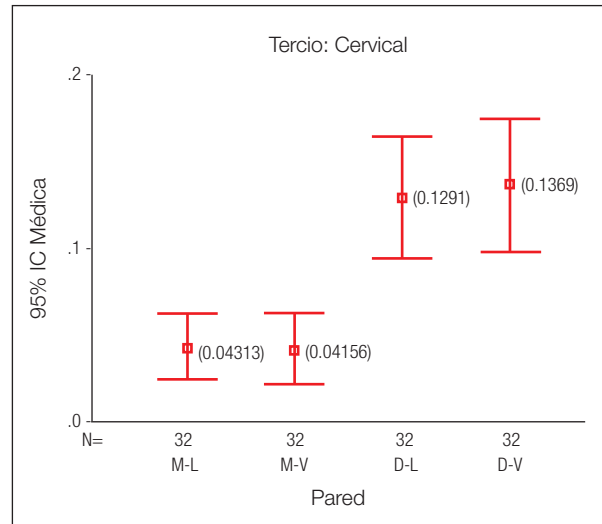
Tiempo

No hubo diferencia significativa al comparar el tiempo empleado durante la preparación biomecánica utilizando la lima ProTaper® ($5:08:05 \pm 1:28:45$) y la lima K3® ($5:16:30 \pm 1:28:45$) (Tabla 2). Siendo más homogéneo con la lima ProTaper® (Rango=4:54) que



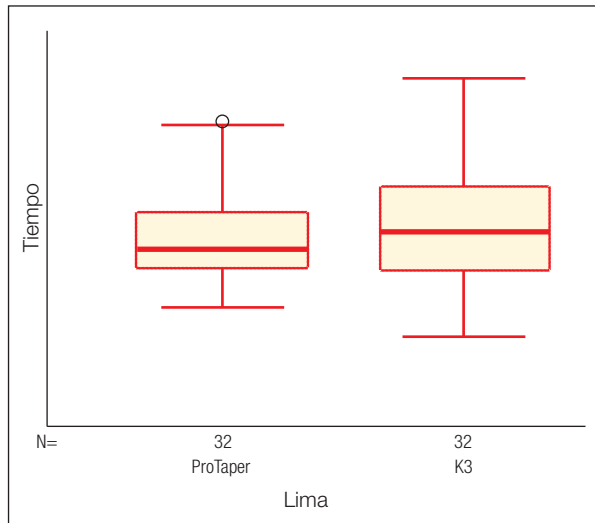
Gráfica 5

Comparación de los promedios de desgaste de las paredes en el tercio medio.



Gráfica 6

Comparación de los promedios de desgaste de las paredes en el tercio cervical.



Gráfica 7

Comparación de los tiempos de preparación por tipo de lima.

Tabla 2						
Medidas descriptivas de la diferencia de tiempo utilizado con cada tipo de lima						
Lima	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media	Desv.Tip.
ProTaper	32/32	4:54:00	3:11:00	8:05:00	5:08:05	1:28:45
K3	32/32	6:50:00	2:24:59	9:15:00	5:16:30	1:29:53

con la lima K3® (Rango=6:50). Es decir el menor tiempo empleado con la lima ProTaper® fue 3:11:00 y el mayor fue de 8:05 mientras que el menor tiempo con la lima K3® fue de 2:24:59 y el mayor fue de 9:15. (Tabla 2, Gráfico 7)

DISCUSIÓN

Los instrumentos rotatorios de Níquel Titanio han sido evaluados en numerosos estudios utilizando diferentes métodos.

Este estudio evaluó la sección cruzada del conducto, cuantificando el conducto no instrumentado e instrumentado, segmentando la raíz en tres niveles horizontales, utilizando el método de Bramante,¹³ tomando fotografías desde un microscopio de luz con un aumento de 65X de los tres niveles y analizando los conductos vestibular y lingual de los conductos de la raíz mesial de los primeros y segundos molares inferiores antes y después de la instrumentación con limas ProTaper® y K3® mostrando ser una técnica confiable para medir el espesor de las paredes del conducto radicular antes y después de la instrumen-

tación biomecánica, como lo describen Montgomery, 1985,¹² Calhoun y Montgomery, 1988,¹⁴ Campos del Río y col, 1990,¹⁵ Desplazes y col, 2001,⁶ Berutti y col, 1992,¹ Ponti y col, 2002,⁷ Rödig y col, 2002,¹⁶ Yared y col, 2003¹⁷ y Avellaneda y col, 2003.⁸

La supervivencia de los dientes obturados radicularmente puede depender de la cantidad de dentina remanente.^{18,19} Muchos estudios demuestran una relación directa entre la pérdida de la estructura dental y la posibilidad de la fractura dental coronal o radicular.^{20,21,22,23,24,25,26,27} Sin embargo, hay poca información acerca del espesor de las paredes del conducto.

Durante la preparación de la cavidad de acceso y de la preparación del conducto, hay una apreciable pérdida de dentina. Por tal razón, merece tener en cuenta la selección de los instrumentos endodónticos respecto a su diámetro y flexibilidad para que sean compatibles con la forma anatómica del conducto radicular. Berutti y Fedon, 1992,⁷ encontraron que el espesor cemento dentina es menor a nivel cervical aproximadamente a 1.5 mm de la bifurcación de la raíz de los primeros molares inferiores, por lo tanto esta zona es considerada la pared de peligro. El análisis estadístico de éste estudio reveló diferencias significativas entre el desgaste de las paredes, cuando fue comparado por lima y por tercio, tanto en el conducto vestibular como en el lingual. Siendo el promedio de desgaste de la pared distal significativamente mayor que en la pared mesial, lo que podría sugerir que la preparación biomecánica con ambos instrumentos puede debilitar la pared de peligro; ésto posiblemente se pudo presentar por la mayor conicidad de estos instrumentos respecto a los instrumentos tradicionales con conicidad 0.02.

El tercio Apical tuvo un promedio de desgaste significativamente menor que los tercios Medio y Cervical con las limas ProTaper® y K3®, este hecho puede considerarse como que ambos instrumentos se mantuvieron centrados en el conducto lo observado por Desplazes y col, 2001⁶; Peters y col, 2003⁹ y Ponti y col, 2002.⁷

En el tercio medio, mostró mas remoción de dentina hacia el aspecto externo de la curva que los tercios cervical y apical, lo que sugiere que la complejidad anatómica de la raíz mesial de molares inferiores puede verse afectada por la instrumentación con limas con grandes conicidades, este hecho coincide con el resultado del estudio de Avellaneda y col, 2003,⁸ cuando compararon las limas ProTaper® y NiTiTEE®.

Respecto al desgaste de la pared ajustado a la lima, la lima ProTaper® produjo significativamente mayor desgaste que con la lima K3®. Este hecho fue observado en el estudio de Avellaneda y col, 2003,⁸ tal vez como ellos sugerían, se deba a la configuración transversal del instrumento.

El tiempo empleado para la instrumentación con la limas ProTaper® y K3® no fue estadísticamente significativo, lo cual no es concordante con la recomendación del estudio de Avellaneda y col⁸ quienes observaron mayor tiempo de trabajo con las limas ProTaper® que con las NiTiTEE®. El tiempo de trabajo puede ser atribuido tanto al operador como a la eficacia de corte de los instrumentos.

CONCLUSIONES

Hubo diferencia significativa entre las paredes de los conductos, ajustando por tipo de lima y tipo de tercio.

El desgaste de la pared distal fue significativamente mayor que el desgaste de la pared mesial.

El tercio Apical tuvo un promedio de desgaste significativamente menor que los tercios Medio y Cervical.

El desgaste realizado con la lima ProTaper® fue significativamente mayor que el realizado con la lima K3®, siendo ambos sistemas seguros de usar.

No hubo diferencias significativas respecto al tiempo utilizado para la preparación de los conductos con las limas ProTaper® y K3®.

RECOMENDACIÓN

Los investigadores recomiendan realizar un estudio similar, teniendo en cuenta la variable de desgaste y fractura del instrumento y la textura de las paredes del conducto.

AGRADECIMIENTOS

Los investigadores agradecen al señor Steve Jones, representante de la Sybron/Kerr por la donación de las limas K3® utilizadas en este estudio. Al señor Omar Franco Guerrero, Director de Investigación y Desarrollo de New Stetic Colombia, por la colaboración al facilitar el estereomicroscopio para la observación de los especímenes.

BIBLIOGRAFÍA

1. Bererutti E, Fedon G. Thickness of cementum/dentin in mesial roots of mandibular first molars. *Journal of Endodontics* 1992; 18, 11. Pages 545-548.
2. Ruddle CJ. The ProTaper Technique. 2003, Junio 24.
3. Leonardo MR, Leonardo RT. Sistemas Rotatorios en Endodoncia. Instrumentos de Níquel-Titanio. Editorial Artes Médicas Latinoamérica. Sao Paulo, Brasil 2002.

4. Yared GM, Dagher B. Influence of rotational speed, torque and operator's proficiency on ProFile failures. *International Endodontic Journal* 2001; Volume 34. Pages 47-53.
5. Ankrum MT, Hartwell GR, Truitt JE. K3 Endo, ProTaper and ProFile systems: Breakage and distortion in severely curved roots of molars. *Journal of Endodontics* 2004; Volume 30, number 4. Pages 234-237.
6. Desplazez P, Peters O, Barbakow F Comparing apical preparations of root canals shaped by nickel titanium rotary instruments and nickel titanium hand instruments. *Journal of Endodontics* 2001; volume 27 Number 3 pages 196-202.
7. Ponti TM, McDonald NJ, Kuttler S, Strassler HE, Dumsha TC. Canal centering ability of two rotary files systems. *Journal of Endodontics* 2002; Volume 28, number 4. Pages 283-286.
8. Avellaneda P, Molina SM, Espitia GY. Comparación del espesor cemento-dentina de las paredes mesial y distal de los primeros y segundos molares mandibulares antes y después de la preparación con las limas NiTi-TEE® (Sendoline) y ProTaper® (Dentsply). Tesis de PostGrado de Endodoncia. Colegio Odontológico Colombiano. Noviembre 2003.
9. Peters OA, Peters CI, Schonenberger K, Barbakow F. ProTaper rotary root canal preparation: Assessment of torque and force in relation to canal anatomy. *International Endodontic Journal* 2003; 36, 93-99.
10. Morgan LF, Montgomery S. An evaluation of the Crown Down pressureless technique. *Journal of Endodontics* 1984; 10, 10. 491-498.
11. Marshall FJ and Pappin J. A Crown Down Pressureless Preparation Root Canal Enlargement Technique. Technique Manual. Health Sciences University 1988.
12. Montgomery S. Root canal wall thickness of mandibular molars after biomechanical preparation. *Journal of Endodontics* 1985; 11, 6. 257-263.
13. Schrader C, Ackermann M, Barbakow F. Step by step description of a rotary root canal preparation technique. *International Endodontic Journal* 1999; 32. 312-320.
14. Calhoun G, Montgomery S. The effects of four instrumentation techniques on root canal shape. *Journal of Endodontics* 1988; 14, 6; 273-277.
15. Campos JM, del Rio C. Comparison of mechanical and standard hand instrumentation technique in curved root canals. *Journal of Endodontics* 1990; 16. 5. 230-234.
16. Rödiger T, Hulsman M, Muhge M, Schäfer F. Quality of preparation of oval distal root canals in mandibular molars using nickel titanium instruments. *International Endodontic Journal* 2002; 35, 919-92.
17. Yared G, Dagher FB, Kulkarni K. Influence of torque control motors and the operator's proficiency on ProTaper failures. *Oral Surg* 2003; Volume 96, pages 229-233.
18. Weller RC A Textbook of Dental Anatomy and Physiology, 4th ed. 1965; Philadelphia, USA: W.B.Saunders Company.
19. Lloyd DuBrul E. Sicher's Oral Anatomy, 1980; 1st edn. St. Louis, MO, USA: C.V. Mosby Company.
20. Trabert K, Caputo AA, Abou-Rass M. Tooth fracture: a comparison of endodontic and restorative treatments. *Journal of Endodontics* 1978; 4, 341-4.
21. Guzy GE, Nicholls JI. In vitro comparison of intact endodontically treated teeth with and without endopost-reinforcement. *Journal of Prosthetic Dentistry* 1979; 42, 39-42.
22. Mondelli J, Steagal IL, Ishikiriama A, Navarro M, Soares FB. Fracture strength of human teeth with cavity preparation. *Journal of Prosthetic Dentistry* 1980; 43, 419-22.
23. Sorensen JA, Martino MD. Intracoronary reinforcement and coronal coverage: a study of endodontically treated teeth. *Journal of Prosthetic Dentistry* 1984; 51, 780-7.
24. Morfís AS. Vertical root fractures. Oral Surgery, Oral Medicine and Oral Pathology 1990; 69, 631-5.
25. Felton DA, Webb EL, Kanoy MA, Dugoni J. Threaded endodontic posts: effects of their morphology on the incidence of radicular fractures. *Journal of Prosthetic Dentistry* 1991; 65, 179-84.
26. Testori T, Badino M, Castagnola M. Vertical root fractures in endodontically treated teeth: a clinical survey of 36 cases. *Journal of Endodontics* 1993; 19, 87-90.
27. Assif D, Gorfil C. Biomechanical considerations in restoring endodontically treated teeth. *Journal of Prosthetic Dentistry* 1994; 71, 565-7.