

DESPRENDIMIENTO DE CALOR EN LA PREPARACIÓN DE CONDUCTOS RADICULARES *IN VITRO* CON EL SISTEMA PROTAPER® Y LA TÉCNICA MANUAL CROWN-DOWN

¹Antonio Enrique Flórez A., ¹Diana Rocío Moreno S., ²Jorge Eduardo Jiménez G., ³María Fernanda Serpa V.,
⁴Sandra Liliana Rojas L., ⁵Jorge Enrique Delgado T., ⁶Gloria Cristina Moreno A.
¹Odontólogo, U. El Bosque, Estudiante de la Especialización en Endodoncia, U. Santo Tomás,
²Odontólogo, U. Nacional de Colombia, Estudiante de la Especialización en Endodoncia,
U. Santo Tomás, ³Odontóloga, U. El Bosque, Especialista en Endodoncia, C. O. C., Docente,
U. Santo Tomás, ⁴Odontóloga, C. O. C., Especialista en Gerencia en Salud Pública,
Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario, Especialista en Endodoncia, Docente U. Santo Tomás,
⁵Odontólogo, Magíster en Educación, Docente, U. Santo Tomás, ⁶Odontóloga,
Magíster en Microbiología, Docente, U. Santo Tomás.

Autor responsable de correspondencia: María Fernanda Serpa Vélez
Correo electrónico: mafeserpa@yahoo.com

RESUMEN

Objetivo: Medir el desprendimiento de calor a 1 y 6 mm del ápice con el sistema rotatorio ProTaper® y la técnica manual biomecánica crown-down.

Materiales y métodos: En este estudio de diseño experimental se utilizaron 52 premolares con un solo conducto, decoronados a 16 mm para ser preparados mediante la técnica manual mecánica crown-down y el sistema rotatorio ProTaper®, a temperatura del medio oral (37°C). Se emplearon termocuplas tipo K adosadas a la superficie radicular externa a 1 y 6 mm del ápice y conectadas a termómetros digitales de precisión para medir la temperatura final de preparación.

Resultados: El mayor desprendimiento de calor se obtuvo con las fresas Gates Glidden # 2 y # 3 en la técnica manual mecánica crown-down, mientras que con el sistema ProTaper fueron los instrumentos F2 y F3 sin ser significativos.

Conclusiones: La técnica de preparación manual mecánica crown-down y el sistema ProTaper®, no generan variaciones de temperatura que puedan ser lesivas para los tejidos perirradiculares. [Flórez AE, Moreno DR, Jiménez JE, Serpa MF, Rojas SL, Delgado JE., Moreno GC. Desprendimiento de calor en la preparación de conductos radiculares con el sistema ProTaper® y la técnica manual crown-down. Ustasalud Odontología 2005; 4: 81 - 90]

Palabras clave: ProTaper®, Generación de calor, Técnica manual crown-down, Sistema rotatorio.

HEAT GENERATION DURING TOOTH CANAL PREPARATION WITH PROTAPER® AND THE MANUAL CROWN-DOWN TECHNIQUE

ABSTRACT

Objective: To measure the heat liberation at 1 and 6 mm from the apex when preparing the root canal system with the ProTaper® rotary system or the manual crown-technique.

Material and methods: This was an experimental investigation; 52 teeth with one root canal were prepared: 26 with ProTaper® rotary system and 26 with manual crown-down technique. They were decoronated at 16 mm, in order to prepare them with the crown-down technique and ProTaper® rotary system at 37°C. Type K thermocouples were bonded to the root at 1 and 6 mm from the apex and plugged to digital thermometers, to measure the final instrumentation temperature.

Results: The highest heat detachment was for Gates Glidden burs #2 and #3 in manual crown-down technique and ProTaper® system F2 and F3, but these were no significant.

Conclusions: Manual crown-down technique and ProTaper® rotary system do not present heat detachment that can be harmful for the surrounding tissues.

Key words: ProTaper®, Heat Generation, Crown-down technique, Rotatory system.

Recibido para publicación: 4 de junio 2005. Aceptado para publicación: 21 de noviembre de 2005.

INTRODUCCIÓN

La preparación del conducto radicular consiste en retirar los irritantes existentes, como bacterias, productos bacterianos de desecho, tejido necrótico, restos orgánicos, tejido vital, productos salivares, hemorragias y otros.¹ El principio de la preparación es sencillo; los instrumentos deben alisar todas las paredes y desprender los restos. Después, las soluciones irrigantes lavan el conducto para eliminar todos los desechos desprendidos y suspendidos. La preparación puede efectuarse manualmente con limas, o utilizando elementos mecánicos (instrumental rotatorio). Los medios mecánicos, junto con la instrumentación y las soluciones irrigantes ayudan a proporcionar una mejor limpieza del sistema de conductos radiculares.

La literatura reporta que pueden existir cambios de temperatura generados por las preparaciones cavitarias en la superficie del diente, sobre el hueso en la preparación para colocación de implantes y en la superficie externa radicular, durante la preparación endodóntica y la colocación de retenedores intrarradiculares cuando se utilizan sistemas rotatorios.^{2,3} Se han realizado muy pocos estudios *in vivo* o *in vitro* que evalúen el desprendimiento de calor en la preparación endodóntica.

Los efectos, que pueden producir los cambios de temperatura en los tejidos periapicales al preparar el conducto con cualquier técnica o instrumento, podrían originar desde una necrosis en los tejidos de soporte hasta una anquilosis del diente.²

Dentro de las fuentes bibliográficas consultadas sobre cambios de temperatura en la superficie externa radicular durante la preparación del conducto, sólo se han hallado tres estudios; Eriksson en 1984, al realizar la preparación de conductos radiculares utilizando limas en un contraángulo encontró aumentos de temperatura por encima de los 10°C, dados como límite para producir daño sobre los tejidos de soporte del diente. Tales aumentos de temperatura se relacionaron con la velocidad del instrumento y el tipo de ensanchador empleado para la preparación.⁴ Alarcón y colaboradores, en 2002, encontraron cambios de temperatura cercanos a los 4°C al realizar movimientos rotatorios dentro del conducto radicular, empleando los sistemas Profile[®], Kavo 29CH[®] y la técnica manual mecánica *crown down*. Las variables empleadas

en esa investigación fueron: los sistemas de preparación y la temperatura. Los resultados de este estudio mostraron que el sistema Profile[®] registró los menores cambios de temperatura durante la preparación a 1 y 6 mm, seguido del sistema Kavo 29 CH[®]. Dichos cambios de temperatura se relacionaron con la velocidad del instrumento durante la preparación.⁵

Souza, en 2003, realizó un estudio *in vitro* para medir la variación de la temperatura externa radicular en los tercios medio y cervical, durante la preparación químico - quirúrgica de los conductos, con el uso de instrumentos rotatorios (sistema Profile[®]) y diferentes sustancias químicas (hipoclorito, Endo-PTC, EDTA), concluyendo que en el grupo que usó EDTA durante la preparación se tiene un aumento significativo de temperatura (29.43°C) en la superficie externa radicular comparado con el grupo de hipoclorito (29.16°C) y el Endo-PTC (28.99°C). Sin embargo en este estudio no se simuló la situación clínica de la temperatura de la cavidad oral.⁶

En la actualidad el sistema ProTaper[®] (que utiliza un contraángulo en rotación continua de 360° con velocidad de 350 rpm) es el más reciente sistema rotatorio en uso. Aunque mucho se conoce del diseño de los instrumentos, así como de las ventajas de su utilización para la preparación de conductos radiculares, por cuanto se considera que es seguro y rápido, poco o nada se conoce respecto de los cambios que sobre los tejidos periapicales puedan generarse durante la preparación con este sistema.

Se hace entonces necesario investigar los posibles cambios de temperatura, que durante la preparación con el sistema ProTaper[®], puedan generarse en la superficie externa radicular. Se ha especulado que dicho sistema, presenta un diseño geométrico triangular con aristas cortantes, que remueven de manera eficiente la dentina y reducen por lo tanto la carga torsional.⁷ Sin embargo, es de importancia conocer qué tan seguro es para los tejidos de soporte la preparación con dicho sistema

Esta investigación pretende medir los cambios de temperatura *in vitro*, generados durante la preparación con el sistema ProTaper[®], y la técnica manual *crown-down*, a 1 y a 6 mm del ápice, en dientes premolares unirradiculares mediante el empleo de termocuplas y termómetros electrónicos de precisión a la temperatura del medio oral.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio in-vitro realizado tuvo un diseño experimental. Se utilizaron 52 premolares unirradiculares, extraídos por razones ortodónticas y se almacenaron en formol al 10%. El tamaño de la muestra, se obtuvo luego de realizar la prueba piloto, para obtener un nivel de confianza de 95% y un poder de 98.

Se tomaron radiografías periapicales preoperatorias a cada diente utilizando películas Kodak y un aparato de Rayos X Trophy, mediante la técnica de paralelismo, para tener una imagen del eje longitudinal del diente.

Los especímenes se dividieron aleatoriamente en dos grupos de la siguiente manera:

Grupo I: 26 dientes para sistema ProTaper®.

Grupo II: 26 dientes para técnica manual mecánica *crow-down*.

Previo a la preparación definitiva de la prueba se realizó un estudio piloto para la estandarización del procedimiento.

Los dientes se decoronaron a una medida estándar de 16 mm, tomada en sentido ápico-coronal. A cada diente se le realizó una indentación con una fresa redonda # 2 a 1 y 6 mm desde el ápice sobre la cara mesial, para poder posicionar las termocuplas que medirían los cambios de temperatura generados.

Se utilizó una olla (Hanau®) con agua a temperatura de 37°C, para colocar los dientes y asemejar la temperatura corporal.

Los dientes se estabilizaron en empaques de caucho montados sobre un orificio hecho en una lámina de acrílico de 20 x 30 cm y se hizo un orificio menor para el paso de las termocuplas tipo J a 3 cm. del orificio del empaque. La olla se llenó de agua y se estabilizó la temperatura a los 37°C; sobre ésta se colocó la lámina de acrílico con el diente en cuyas indentaciones se adosó un extremo de las termocuplas que terminarían en un termómetro digital calibrado.⁵

Se calibraron los termómetros digitales (Noronix NTM 1 London®) a temperatura corporal de 37°C.

Para la preparación con el sistema ProTaper® y la irrigación con hipoclorito de sodio, dos operadores fueron calibrados, para lograr la estandarización del proceso. La preparación se estandarizó para el uso de siete instrumentos. Cada lima se utilizó por 25 segundos y se irrigó durante 25 segundos con hipoclorito de sodio al 2.5% (2.5 ml). Se inició la preparación de los 26 dientes con los instrumentos rotatorios ProTaper® realizando la secuencia descrita por la casa fabricante así:

Se inicio con la lima S1 al punto de resistencia sin ejercer presión, se irrigó copiosamente con hipoclorito de sodio y se continuó con las limas Sx, S1, S2, F1, F2 y F3 de la misma manera. A medida que se preparaba con cada uno de los instrumentos se registró en las tablas el aumento de temperatura dado por los termómetros digitales.

Posteriormente se realizó la preparación con los instrumentos manuales para la técnica *crow-down*. Se inició con las fresas Gates Glidden # 2 y # 3 hasta el punto de resistencia sin ejercer presión. Luego se realizó la primera secuencia desde la lima 30 de mayor a menor diámetro y de coronal a apical hasta la lima 20. Seguidamente se realizó una segunda secuencia con lima 35, 30 y 25. Se finalizó con una secuencia desde la lima 40 hasta la 30. Determinando como lima apical principal la 35. Es importante tener en cuenta que se realizó irrigación copiosa y aplicación de EDTA entre cada instrumento de acuerdo a la estandarización previamente realizada y se registró en las tablas la temperatura definida en los termómetros.

Para efectos del análisis diferencial se utilizó la técnica de construcción de intervalos de confianza y las pruebas de ANOVA de una vía y t de Student, previa valoración de la homogeneidad de varianzas con la técnica de Levene. Se analizó con un nivel de significancia de 0.05.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos en los promedios de los instrumentos utilizados en el sistema ProTaper® y la técnica manual *crow-down* se encuentran en la tabla 1 y 2.

Al analizar el desprendimiento de calor con el sistema ProTaper a 1 mm se observó que el instrumento que en promedio generó el mayor grado de calor fue F2 seguido

Tabla 1. Gradiente de temperatura para el Sistema Rotatorio ProTaper®

	N		Media	E. E. media	Mediana	Desv. típ.	Mínimo	Máximo
	Válidos							
GRA Tº 1mm S	26		,146	,0698	,000	,3558	-,2	1,7
GRA Tº 1mm S	26		,096	,0296	,050	,1509	-,2	,4
GRA Tº 1mm S	26		,108	,0419	,050	,2134	-,3	,7
GRA Tº 1mm S	26		,100	,0538	,150	,2742	-,6	,4
GRA Tº 1mm F	26		,285	,0443	,300	,2257	-,3	,6
GRA Tº 1mm F	26		,738	,0881	,600	,4491	,1	2,0
GRA Tº 1mm F	26		,715	,1009	,600	,5143	,0	2,1
GRA Tº 6mm S	26		,488	,0732	,400	,3734	,1	1,7
GRA Tº 6mm S	26		,565	,0880	,500	,4489	,0	1,8
GRA Tº 6mm S	26		,385	,0716	,300	,3652	-,1	1,7
GRA Tº 6mm S	26		,381	,0505	,350	,2577	,0	1,0
GRA Tº 6mm F	26		,581	,0748	,450	,3816	,1	1,3
GRA Tº 6mm F	26		1,127	,1327	,950	,6768	,2	2,4
GRA Tº 6mm F	26		,985	,1268	,950	,6466	,1	3,0

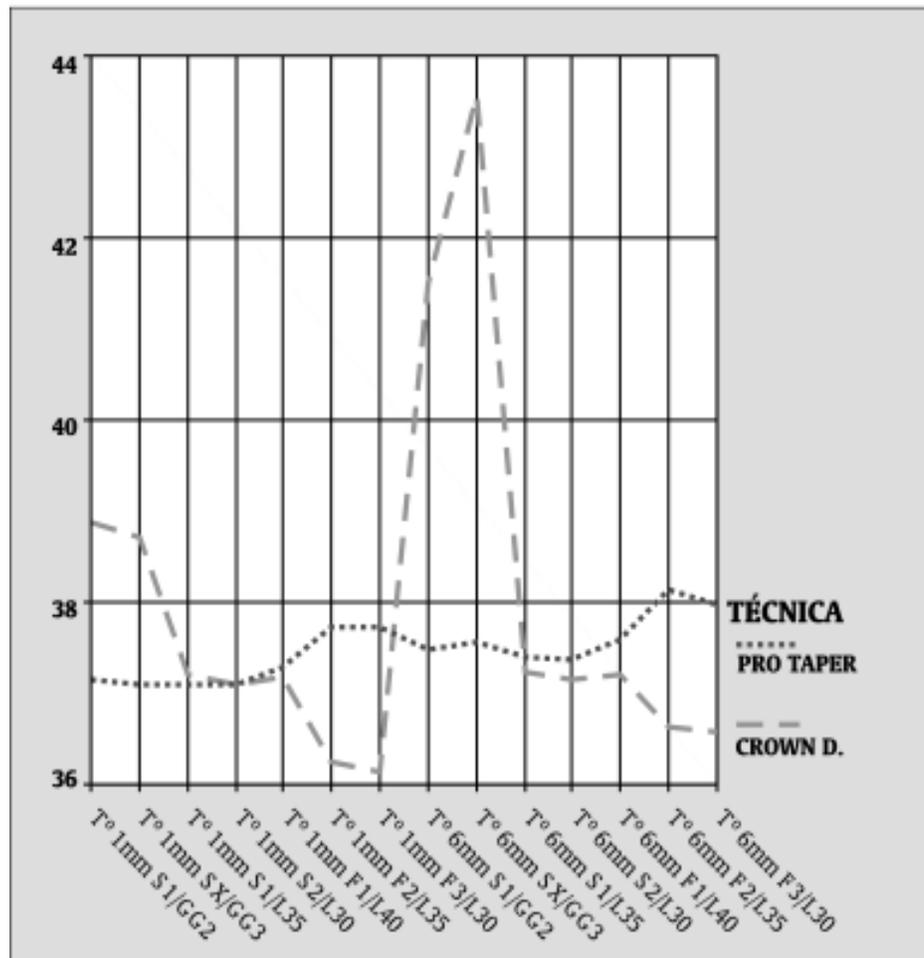
Esta tabla muestra los cambios de temperatura generados por la preparación con el Sistema ProTaper® a 1 y 6 mm.

Tabla 2. Gradiente de temperatura para la Técnica Manual Crown-Down

	N		Media	E. E. media	Mediana	Desv. típ.	Mínimo	Máximo
	Válidos							
GRA Tº 1mm GG2	26		1,873	,4209	1,000	2,1464	,3	9,2
GRA Tº 1mm GG3	26		1,704	,2778	1,300	1,4163	,3	6,2
GRA Tº 1mm L35	26		,204	,0835	,200	,4257	-,6	1,1
GRA Tº 1mm L30	26		,108	,0568	,150	,2897	-,5	,5
GRA Tº 1mm L40	26		,165	,0941	,200	,4800	-,1	,8
GRA Tº 1mm L35	26		-,754	,1745	-,500	,8896	-,9	,8
GRA Tº 1mm L30	26		-,873	,1258	-,750	,6416	-,8	,2
GRA Tº 6mm GG2	26		4,508	,4891	3,500	2,4940	1,4	11,0
GRA Tº 6mm GG3	26		6,569	,6366	6,150	3,2460	1,7	13,5
GRA Tº 6mm L35	26		,231	,0367	,200	,1871	,0	,6
GRA Tº 6mm L30	26		,146	,0678	,150	,3455	-,6	,6
GRA Tº 6mm L40	26		,212	,0718	,200	,3659	-,9	,8
GRA Tº 6mm L35	26		-,373	,1433	-,100	,7308	-,2	,4
GRA Tº 6mm L30	26		-,431	,1349	-,250	,6881	-,7	,6

Esta tabla muestra los cambios de temperatura generados por la preparación con la técnica manual crown-down a 1 y 6 mm.

Figura 1. Desprendimiento de calor para cada instrumento en el Sistema ProTaper® y la técnica manual Crown-Down.



Diferentes picos de temperatura generados por la técnica Crown down y el Sistema ProTaper®, a 1 y 6 mm, para cada instrumento utilizado en la preparación.

por F3 siendo de $0.74 \pm 0.45^\circ\text{C}$ y $0.72 \pm 0.51^\circ\text{C}$ respectivamente, oscilando la primera entre 0.1 y 2 grados y la segunda entre 0 y 2.1 grados. El instrumento SX mostró el menor desprendimiento de calor con un promedio de $0.96 \pm 0.15^\circ\text{C}$ (Tabla 1).

Respecto a este sistema a los 6 mm se observó que los instrumentos que generaron mayor grado de calor fueron los F2 y F3 con un promedio de $1.12 \pm 0.68^\circ\text{C}$ de incremento y $0.98 \pm 0.64^\circ\text{C}$ respectivamente. Por su parte el instrumento que produjo menor incremento fue el S2 con un promedio de $0.38 \pm 0.3^\circ\text{C}$ (Tabla 1).

En la técnica manual *crowndown* especialmente en las fresas Gates Glidden # 2 y # 3 se observó un mayor nivel

de incremento en la temperatura, de manera que a 1 mm éstas mostraron un aumento de $1.9 \pm 2.1^\circ\text{C}$ y $1.7 \pm 1.4^\circ\text{C}$ respectivamente. No obstante no se sobrepasó el límite de los 10° de incremento en ninguna de las muestras. A 1 mm el mayor incremento se obtuvo con la lima 30 que mostró un gradiente de $0.1 \pm 0.28^\circ\text{C}$ (Tabla 2).

A los 6 mm la fresa Gates Glidden # 3 causó un incremento de $6.6 \pm 3.2^\circ\text{C}$ seguida por Gates Glidden #2 con $4.5 \pm 2.5^\circ\text{C}$. Es importante anotar que con estos dos instrumentos se encontraron muestras en las cuales el incremento superó el límite de 10° considerado potencialmente lesivo para los tejidos de soporte. En cuanto al menor incremento se observó con la lima 30 con un promedio de $0.15 \pm 0.3^\circ\text{C}$, e incluso se observaron valores de gradiente ne-

gativo indicadores de un descenso de la temperatura dentro del conducto.

Al comparar la técnica ProTaper y manual crown-down se observó que a 1 mm se dieron diferencias significativas en casi todos los instrumentos excepto entre S2 de ProTaper y L30 manual mecánica *crown-down* y entre la F3 y L40 por lo demás se observaron diferencias significativas en el gradiente de temperatura. En las parejas en las cuales se observaron mayores diferencias fueron en GG # 2 y S1 y entre SX y GG # 3 (Figura 1).

Al analizar el mismo comportamiento a 6 mm se observó que hubo diferencias significativas en los instrumentos utilizados en las 2 técnicas excepto entre S1 y L35 ($P=0.077$) aún cuando sugiere una tendencia a la significancia por lo demás en todos los instrumentos la técnica manual causó un incremento mayor en las fresas GG # 2 y # 3 mientras que en la técnica ProTaper se generó un gradiente mayor en las S2, F1, F2, F3 (Figura 1).

Con el objeto de aportar mayor evidencia sobre el comportamiento del incremento de temperatura en cada una de las técnicas se compararon los instrumentos.

Las diferencias se probaron mediante la técnica de *t* de Student para datos relacionados como modelo paramétrico. Se encontró que a 6 mm en ProTaper® hay un mayor grado de incremento mientras que en la técnica manual no se observó la misma tendencia al no darse diferencias significativas en L35, 30 y 40 donde el nivel de denominación de calor fue similar entre 1 y 6 mm (Figura 1).

DISCUSIÓN

El objetivo de esta investigación fue medir los cambios de temperatura *in vitro*, generados durante la preparación con el sistema ProTaper® y la técnica manual crown-down, a 1 y a 6 mm del ápice, en dientes premolares unirradiculares mediante el empleo de termocuplas y termómetros electrónicos de precisión a la temperatura del medio oral.

Los efectos nocivos del calor sobre la superficie radicular externa, durante los procedimientos de preparación endodóntica, son de importancia clínica, debido a que el

aumento por encima de 10°C ⁴ puede alterar la viabilidad de los tejidos de soporte y generar desde necrosis del hueso y ligamento periodontal, hasta anquilosis del diente.²

En este estudio, realizado a temperatura corporal, se encontró que hay desprendimiento de calor con los instrumentos rotatorios (ProTaper®) y la técnica manual *crown-down* a 1 y 6 mm, pero sin superar los límites lesivos (10°C) para los tejidos.⁴

La generación de calor durante la preparación es producida por el tipo de instrumento empleado, la rotación del mismo, la presión y el tiempo de contacto con la estructura dental.⁵

Esta investigación empleó la serie completa del sistema ProTaper®,⁶ en su totalidad, siguiendo las indicaciones del fabricante.

El sistema ProTaper® generó los cambios menores de temperatura durante la preparación en los dos niveles. Sin embargo, durante la preparación con este sistema los instrumentos que reportaron el mayor incremento de temperatura fueron los F2 y F3 a 1 y 6 mm del ápice que corresponden a los instrumentos que preparan el tercio apical.

A 6 mm del ápice, dichos instrumentos generaron aumentos de temperatura durante la preparación, un poco más elevados que a 1 mm. Los instrumentos «F» (finishing files) son tres F1, F2 y F3 con diámetros en D₀ que corresponden a 0,20, 0,25 y 0,30 mm, respectivamente. Estos se caracterizan, por tener mayor conicidad en la punta, de D₀ a D₃, donde tienen un taper de 7, 8, y 9% y en D₄ a D₁₄ de 5.5% para tener un diámetro final de 1.20 mm en D₁₄. Por el contrario los instrumentos «S» (shaping files) se caracterizan por presentar un taper progresivo el cual para SX es de 3.5% en D₀ y 0.19 mm de diámetro, aumentando hasta un 19% en D₁₄ donde su diámetro final es de 1.20 mm, para S1 es de 2% en D₀ y 0.17 mm de diámetro y aumenta hasta llegar a 11% y 1.20 mm de diámetro en D₁₄ y para S2 4% y 0.20 mm de diámetro en D₀ y 11.5% y 1.20 mm de diámetro.⁸

Debido al diseño en su sección transversal de forma triangular convexa, el contacto de las limas con la pared interna del conducto es solo en una pequeña zona de dentina, lo cual reduce la carga torsional del instrumento, evi-

tando aumentos elevados de temperatura en la superficie externa radicular.⁸

El instrumento S2 está diseñado para preparar el tercio medio y de igual forma progresivamente el tercio apical. Los instrumentos «F» preparan la porción apical y media progresivamente expandiendo la forma del conducto en el tercio medio. De esta forma al preparar la porción apical con estos dos instrumentos, se presentan mayores fuerzas torsionales, debido a la distancia entre el mango y el extremo apical del instrumento.⁹ Por lo tanto, una gran tensión puede ser ejercida contra la pared del canal por parte de la lima, sobre todo en la sección del conducto donde éste es más estrecho¹⁰, generando fricción y por ende aumentos de temperatura que pueden transmitirse a la superficie externa del conducto.

Al comparar los diámetros de los instrumentos «S» con los instrumentos «F» en D_5 y D_6 , se puede observar que los instrumentos «F» tienen un mayor diámetro comparados con los «S», generándose una mayor fricción que puede ser la causa del aumento de temperatura a este nivel.

Durante la preparación, la punta del instrumento es forzada dentro del conducto para alcanzar el tercio apical, incrementando la fricción en un punto. De igual manera a mayor profundidad del instrumento mayor área de contacto, lo cual es proporcional a la presión que se ejerce hacia el ápice.¹¹ Es muy posible que durante la preparación con los instrumentos F2 y F3 se halla encontrado cierta resistencia al avanzar hacia el ápice, produciendo un leve «bruñimiento» de la dentina por la acción persistente del instrumento a través del calentamiento (estrés).¹¹ Vale la pena agregar que para el instrumento F3 los cambios fueron ligeramente superiores que para F2, esto debido a la configuración del instrumento, que lo hace poseer menos masa haciéndolo más flexible, evitando así un mayor contacto con la pared del conducto.

La técnica manual mecánica *crown-down*, emplea instrumentos rotatorios tipo Gates Glidden, para el ensanchamiento del tercio medio y coronal; estas fresas, presentan un diseño de espiral con hojas cortantes, cuya distancia y disposición permite el contacto intermitente con las paredes del conducto y mejor disipación de calor comparado con otros ensanchadores³, sin embargo, este tipo de ensanchador provee un corte eficiente de la pared interna del conducto;¹² además realiza un corte

rápido y seguro, dejando un adecuado espesor dental.¹³ En la presente investigación estos instrumentos fueron los que mostraron el mayor desprendimiento de calor.

Durante la preparación con la técnica manual mecánica *crown-down*, los instrumentos Gates Glidden # 2 y # 3 generaron los mayores aumentos de temperatura en los dos niveles. Sin embargo, a los 6 mm mostró más calor que al nivel de 1 mm. Esto puede explicarse por su diseño, que permite un mayor corte de la estructura interna del conducto, produciendo mayor fricción por contacto. A pesar que la dentina posee la capacidad de tener una baja conductividad térmica para disipar el calor; el ensanchador utilizado a una velocidad entre 10.000 y 40.000 r.p.m.¹⁴, remueve gran cantidad de tejido dentinario de la pared interna del conducto, disminuyendo la permeabilidad de la dentina y acercándose hacia la pared que está en contacto con el cemento, donde los túbulos dentinales poseen menor diámetro,¹⁵ permitiendo de esta manera transmitir el calor hacia la superficie externa del conducto que está en contacto con el ligamento periodontal.

Cabe anotar que en dos especímenes la variación de temperatura fue de 10°C y 13.5°C, lo cual podría alterar los tejidos de soporte; sin embargo cada instrumento fue utilizado solo 25 segundos, por lo que se cree no es suficiente para lesionar los tejidos de soporte. Dichas variaciones se dieron a 6 mm del ápice y no a 1 mm, debido a que el contacto de las Gates Glidden se da hasta los $\frac{2}{3}$ de la longitud radicular lo que equivale a los tercios medio y coronal y no tienen ningún contacto con el tercio apical, donde se observó un leve aumento de temperatura el cual se puede dar por la propagación del calor hasta este nivel.

Tales aumentos de temperatura parecen relacionarse con la velocidad de rotación del instrumento dentro del conducto, así como con la energía generada por el ensanchador durante la preparación y de igual manera el control del instrumento y la presión por parte del operador.

Las limas Flexofile, por otro lado, debido a su diseño geométrico, triangular, producen un corte en solo pequeñas zonas de la pared interna.¹⁶ Los pocos cambios de temperatura generados durante la preparación con estos instrumentos parecen estar más relacionados con el control por parte del operador, e igualmente por el poco estrés gene-

rado durante la rotación de la lima dentro del conducto, que evita exceder el torque del instrumento dentro de este, de igual manera, los valores del estrés durante el torque incrementaron de manera radial desde el centro hacia fuera, en el sistema ProTaper®, siendo la distribución de estrés y del bending más regular y uniforme. Por el contrario la rigidez pareció estar más relacionada con el momento de inercia de la sección transversal del sistema. Este sistema mostró ser más rígido, pero con menos valores de estrés y mejor distribuidos. Finalmente estos comportamientos se relacionaron, con la aleación durante la preparación. Así al sistema ProTaper® le tomó más tiempo pasar de su fase cristalina de austenita a la martensita (fase de transformación) y por lo tanto podría operar con altas cargas en la fase de transformación (superelástica) sin acumular estrés de manera peligrosa.¹⁷

Para facilitar la preparación de los conductos la aleación de níquel-titanio, tiene dos fases en su estructura: austenita y martensita, las cuales generan en los instrumentos un comportamiento especial. Antes de la preparación, la curva de comportamiento de la aleación es lineal porque la aleación se encuentra en una fase cristalina estable tipo austenita. Sin embargo al iniciar la preparación, la aleación pasa a una fase de martensita, donde hay superelasticidad. Por lo tanto, el estrés producido, genera una transición de la fase austenítica a la martensítica, causando cambios volumétricos, y efecto de memoria de forma;¹⁸ lo cual puede generar la deformación y fractura del instrumento.¹⁷

Los instrumentos ProTaper® son mejor controlados cuando se accionan, con motores eléctricos, que controlan el torque, identificando de esta manera el límite torsional.¹⁰ Igualmente la geometría del instrumento (triangular convexa), puede reducir la fractura torsional, aumentando el corte, disminuyendo las áreas de contacto y la carga torsional. Sin embargo, Peters, en el 2003, en su estudio del sistema ProTaper®, donde midió el torque y la fuerza en relación con la anatomía del canal, mostró, que existe una relación precisa entre el torque y la profundidad de inserción del instrumento. De igual manera encontró que los instrumentos S2 manejaban valores de torque bajos y el F3 altos. Así mismo, que existe una relación entre el torque ejercido durante la preparación y la anatomía del conducto. Cuando un instrumento es forzado dentro del conducto por parte del operador la fricción incrementa en un punto, requiriendo alto torque

para rotar el instrumento; de este modo la punta del instrumento es forzada y puede sufrir una deformación más allá del límite elástico generando deformación.¹⁰

Vale la pena considerar el comportamiento de los dos sistemas durante la preparación. La técnica *crowndown*, combina el uso de instrumental rotatorio (ensanchadores GG) los cuales son accionados por motores de aire de baja velocidad sin control adecuado de torque, que permite accionar de manera efectiva la rotación del instrumento dentro del conducto y donde el operador controla el movimiento del ensanchador, ejerciendo presión (fuerza física por unidad de área),¹⁴ hacia el extremo del instrumento produciendo mayor contacto y fricción contra las paredes. De esta manera la presión, la velocidad y el operador pueden afectar desfavorablemente la preparación. Esto explicaría de igual forma el porque los instrumentos Gates Glidden generaron los mayores cambios de temperatura.

Por el contrario el sistema ProTaper®, mostró un comportamiento más uniforme durante la preparación (Figura 1). Definitivamente los instrumentos rotatorios con aleación de níquel-titanio se comportan de manera especial. Además de la aleación, debe considerarse la cinemática de movimiento (progresión y alivio)¹⁴, la geometría del mismo y la velocidad de acción del instrumento.

Debido a que la velocidad influye en el trabajo de los instrumentos, Gambarini mostró que motores con control de torque reducen la fatiga cíclica del instrumento y pueden controlar mejor el mismo, evitando exceder su límite elástico y posteriores fallas durante la preparación.¹¹ Esta investigación empleó un motor Teknica® con control de torque para cada instrumento según indicaciones del fabricante.

Es conocido que el sistema ProTaper® presenta bajos valores de torque. Sin embargo la configuración de taper incremental, en su parte activa hace suponer que cada instrumento del sistema posee más masa y es más rígido; pero la aleación de Ni-Ti le brinda las ventajas de flexibilidad. Berutti, en el 2003, mostró el comportamiento torsional y de bending del sistema ProTaper® comparado con el sistema ProFile®, también mencionó que la aleación de Ni-Ti presenta un comportamiento altamente no lineal durante la preparación y de esta manera la rigidez estructural varía como la carga aplicada varía.¹⁷

Igualmente Berutti, mostró como durante el torque el núcleo central del sistema ProTaper® se encuentra enteramente en la fase austenítica. La parte externa por el contrario, opera en un campo superelástico, donde la preparación de los instrumentos no generaran más fricción durante el corte.¹⁷

La anatomía del conducto parece influenciar cambios de temperatura durante la preparación.¹⁰ Los últimos milímetros del conducto generan mayor resistencia, produciendo más fricción, elevando la temperatura que pueda ser transmitida a la superficie externa

Se ha visto la importancia de diferentes aspectos en relación a la fricción y por ende a la posible transmisión de calor sobre la superficie externa radicular pero también se debe tener en cuenta que es indispensable el empleo de soluciones irrigantes. Dichas soluciones pueden contribuir a la disipación del calor generado durante la preparación con cada instrumento.³

Desde la gran expectativa que generaron los sistemas rotatorios desde su lanzamiento, vale la pena considerar el empleo de sistemas que sean accionados por motores que permitan controlar el torque de las limas durante la preparación, igualmente el tiempo de preparación, el uso de agentes irrigantes para disipar los posibles cambios de temperatura y el diseño geométrico de los instrumentos, así como la presión ejercida durante la preparación.

De acuerdo a esta investigación de ProTaper® y a la anterior realizada por Alarcón y col. de ProFile® y Kavo 29CH® se puede determinar la seguridad que tienen estos sistemas rotatorios en cuanto al desprendimiento de calor.

Además debe considerarse el conocimiento del endodoncista, de la anatomía interna del conducto¹⁴ y la habilidad del operador para el empleo de instrumentos rotatorios, de una manera adecuada, evitando el uso indiscriminado (abuso de la aleación) que puedan producir deformación de la lima y aberraciones del conducto.

CONCLUSIONES

1. El sistema ProTaper® generó leves aumentos de temperatura a 1 y 6 mm del ápice sin afectar los tejidos de

soporte por lo que se considera un sistema seguro en el control de la temperatura.

2. La técnica de preparación manual mecánica crown-down, generó el mayor aumento de temperatura en la superficie radicular externa cuando se emplearon los ensanchadores Gates Glidden a 6 mm del ápice.

3. A 6 mm del ápice hay mayor desprendimiento de calor, que a 1 mm en los dos sistemas de preparación empleados, lo que esta influenciado por el tipo de instrumento, diseño y aleación empleada, así como la velocidad, torque y presión ejercida por el operador.

4. El aumento de temperatura esta influenciado por la fricción del instrumento con las paredes del conducto y por ende las variaciones en la anatomía radicular.

5. La técnica manual crown-down mostró cambios de temperatura mayores con los ensanchadores Gates Glidden #2 y #3, superiores a los 10°C, sin estos ser significativos, a diferencia del sistema ProTaper® donde los cambios de temperatura no excedieron los 10°C en ningún instrumento.

Recomendaciones

Realizar un estudio con fresas Gates-Glidden, para determinar el desprendimiento de calor que estas pueden ocasionar en la superficie radicular externa y su relación con la viabilidad de los tejidos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ingle J, Bakland L. Endodoncia. 4ta Ed. Mexico: McGraw-Hill Interamericana; 1996. p. 161
2. Tjan A., Abbate M. Temperature rise at root surface during post-space preparation. J Prosthet Dent 1993; 69: 41 - 45.
3. Ottl P, Lauer HC. Temperature response in the pulpal chamber during ultrahigh-speed tooth preparation with diamond burs of different grit. J Prosthet Dent 1998; 80:12 - 19.
4. Eriksson JH, Sundström F. Temperature rise at root surface during root canal preparation a possible cause of damage to tooth and periodontal tissue. Swed Dent J 1984; 8: 217 - 23.
5. Alarcón CM, Rojas SL, Prado M, Tabash A. Desprendimiento de calor en los sistemas rotatorios ProFile®, Kavo 29CH® y la técnica manual mecánica crown-down. Estudio in vitro. Universitas Odontológica 2003; 23: 25 - 33.

6. Penina P, Souza A. Avaliacao in vitro da variacao técnica da superficie externa da raiz durante o preparo químico-cirúrgico dos canais com o uso de instrumentos rotatórios e diferentes substancias químicas auxiliares. URL disponible en [http:// www.guiaodontolo.com.br](http://www.guiaodontolo.com.br)
7. Clauder T, Baumann M. ProTaper NT system. Dent Clin North Am 2004; 48: 87 - 111.
8. Ruddle CJ. The ProTaper endodontic system: Geometries, features, and guidelines for use. Dentistry Today 2001; 20: 60 - 67.
9. Schäfer E. Root canal instruments for manual use: A review Endod Dent Traumatol 1997; 13: 51 - 64.
10. Peters OA, Peters CI, Schönerberger K, Barbakow F. ProTaper rotary root canal preparation: assessment of torque and force in relation to canal anatomy. Int Endod J 2003; 36: 93 -99.
11. Gambarini G. Cyclic fatigue of ProFile rotary instruments after prolonged clinical use. Int Endod J 2001; 34: 386 - 389.
12. Luebke NH, Brantley WA. Torsional and metallurgical properties of rotary endodontic instruments. 2. Stainless steel Gates Glidden drills. J Endod 1991; 17: 319 - 323.
13. Luebke NH, Brantley WA. Physical dimension and torsional properties of rotary endodontic instruments. I. Gates Glidden Drills. J Endod 1990; 16: 439 - 441.
14. Leonardo MR, Leonardo RT. Sistemas rotatorios en endodoncia: Instrumentos de Niquel-Titanio. Editorial Artes Médicas 2002; Latinoamérica Pág. 53-7, 321 - 327.
15. Blum J-Y, Machtou P, Ruddle C, Micallef JP. Analysis of mechanical preparations in extracted teeth using ProTaper rotary instruments: Value of the safety quotient. J Endod 2003; 29: 567 - 575.
16. Schäfer E, Viassis M. Comparative investigation of two rotary nickel-titanium instruments: ProTaper versus RaCe. Part 1. Shaping ability in simulated curved canals. Int Endod J 2004; 37: 229 - 238.
17. Berutti E, Chiandussi G, Gaviglio I, Ibba A. Comparative analysis of torsional and bending stresses in two mathematical models of nickel-titanium rotary instruments: ProTaper versus ProFile. J Endod 2003; 29: 15 - 19.
18. Thompson SA. An overview of nickel-titanium alloys used in dentistry. Int Endod J 2000; 33: 297 -310

Especializaciones en ODONTOLOGÍA

REHABILITACIÓN ORAL ◦
170556170686800111100

ODONTOPEDIATRÍA ◦
170556170616800111100

ENDODONCIA ◦
170556170636800111100

ORTODONCIA ◦
170556170646800111100

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
CAMPUS DE FLORIDABLANCA - EDIFICIO SANTANDER
www.ustabuca.edu.co