

Transportación y centricidad en conductos curvos con ProTaper Next y PathFile

Transportation and Centering in Curved Canals with ProTaper Next and PathFile

37

Univ Odontol. 2015 Jul-Dic; 34(73): 37-46. ISSN 0120-4319 | e-ISSN 2027-3444

DOSSIER ENDODONCIA, TERAPIA PULPAR MODERNA Y REVOLUCIONARIA

Andrés Escobar Ocampo

Odontólogo, Universidad Nacional de Colombia. Residente del Posgrado en Endodoncia, Universidad Santo Tomás, Bogotá, Colombia. Especialista en Filosofía de la Ciencia, docente del Departamento de Humanidades, Universidad El Bosque, Bogotá, Colombia. Práctica privada.

Adriana Henao Bedoya

Odontóloga, Universidad Santiago de Cali, Cali, Colombia. Residente del Posgrado en Endodoncia, Universidad Santo Tomás, Bogotá, Colombia.

Jeison Saavedra Amaya

Odontólogo, Universidad Santiago de Cali, Cali, Colombia. Residente del Posgrado en Endodoncia, Universidad Santo Tomás, Bogotá, Colombia.

María Fernanda Serpa Vélez

Odontóloga, Universidad El Bosque, Bogotá, Colombia. Endodoncista, Colegio Odontológico Colombiano. Docente del Posgrado en Endodoncia, Universidad Santo Tomás, Bogotá, Colombia.

Javier Gutiérrez Barreto

Odontólogo, Universidad Nacional de Colombia. Endodoncista y docente del Posgrado en Endodoncia, Universidad Santo Tomás, Bogotá, Colombia.

CÓMO CITAR ESTE ARTÍCULO

Escobar A, Henao A, Saavedra J, Serpa MF, Gutiérrez J. Transportación y centricidad en conductos curvos con ProTaper Next y PathFile. Univ Odontol. 2015 Jul-Dic; 34(73): 37-46. <http://dx.doi.org/10.11144/Javeriana.uo34-73.tccc>

doi:10.11144/Javeriana.uo34-73.tccc

Recibido para publicación: 20/04/2015

Aceptado para publicación: 12/14/2015

Disponible en: <http://www.javeriana.edu.co/universitasodontologica>

RESUMEN

Antecedentes: El sistema ProTaper Next, cuyos instrumentos mecanizados tienen un movimiento continuo con secciones transversales excéntricas, producen un movimiento serpenteante que podría no mantener centrado el conducto radicular. **Objetivo:** Evaluar la transportación y la centricidad del sistema ProTaper Next con el sistema PathFile y sin este, en conductos radiculares con curvatura moderada y evaluados por medio de tomografía volumétrica de rayo de cono. **Métodos:** Se tomaron 67 conductos radiculares de molares superiores con curvaturas moderadas de 10°-20°. Se almacenaron en formalina al 10 %, se seccionaron y decoronaron, y luego se dividieron en dos grupos de estudio de acuerdo con su instrumentación: ProTaper Next con PathFile y sin este. Se tomaron tomografías de rayo de cono antes de la instrumentación y después de esta. El análisis de las imágenes se realizó con el programa OsiriX, que evaluó la centricidad y la transportación de los tercios coronal, medio y apical en sentido vestibulolingual y mesodistal, a través de la superposición de imágenes antes de la tomografía y después de esta. **Resultados:** Los grupos evaluados mantuvieron la centricidad sin transportar el conducto en sentido vestibulopalatino y mesodistal en los tres tercios, sin presentar diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$). **Conclusiones:** Las limas rotatorias ProTaper Next no producen pérdida de centricidad ni transportación en ninguno de los tercios durante la preparación de conductos vestibulares de molares superiores con curvaturas moderadas. La instrumentación de conductos con ProTaper Next, con las limas PathFile o sin estas, no influye en la centricidad y transportación del conducto.

PALABRAS CLAVE

Centricidad, PathFile; ProTaper Next; transportación

ÁREAS TEMÁTICAS

Endodoncia; preparación del conducto radicular; sistemas rotatorios

ABSTRACT

Background: Rotary instruments of the ProTaper Next System have a continuous motion and an off-centered rectangular cross section that gives the files a unique snake-like swagging movement. There are doubts if the system is able to maintain root canals in a centered position. **Objective:** To evaluate, through cone beam volumetric positron, the transportation and centering ability of ProTaper Next System with and without PathFile, in root canals with moderate curvature. **Methods:** The sample consisted of 67 molar root canals with moderate curvatures. The specimens were stored in 10 % formalin, later sectioned and uncrowned, and analyzed through cone beam scans before and after instrumentation using ProTaper Next. Specimens were assigned into two groups: with and without PathFile. The image analysis was performed using the OsiriX software, which allowed evaluating the centering ability and transportation of middle, apical, and coronal thirds, in the lingual-buccal and mesio-distal direction, through image overlapping before and after scan. **Results:** The groups maintained centering ability without transporting the root canals through a buccal-palatal and mesio-distal direction in the coronal, middle and apical thirds. There were not statistically significant differences between groups based on centering ability and transportation ($p < 0.05$). **Conclusions:** Root canal instrumentation with ProTaper Next, with or without glide path performed with PathFile, does not affect centering ability or root canal transportation.

KEYWORDS

Centering ability; PathFile; ProTaper Next; transportation

THEMATIC FIELDS

Endodontics; root canal preparation; rotary systems

INTRODUCCIÓN

La preparación y conformación de los conductos radiculares estrechos (atrésicos) y curvos, debido a su anatomía compleja (1), puede ocasionar la pérdida de centricidad. Esto se refiere a la incapacidad de mantener el conducto radicular en su posición original (2). También es posible que se produzca *transportación*, que es la eliminación de la estructura de la pared del conducto en la cara externa del tercio apical del conducto (3). Tales defectos pueden afectar el pronóstico del tratamiento, al dejar zonas del conducto inadecuadamente limpias o al permitir un desgaste en las zonas de peligro del conducto radicular, lo que finalmente es capaz de poner en riesgo la permanencia del diente en boca.

Los instrumentos rotatorios de níquel-titanio (NiTi) han experimentado cambios considerables de diseño, proceso de fabricación y procesamiento de su aleación, y con ello se ha buscado conservar la forma original del canal. En este sentido, desde el 2007, la aleación convencional de NiTi se viene sometiendo a un tratamiento termomecánico que origina diferentes tipos de alambre como el CM y el M. Estos se han desarrollado con el propósito de optimizar la microestructura de la aleación de NiTi (4). Estos nuevos instrumentos rotatorios ofrecen nuevas propiedades como superelasticidad, flexibilidad, resistencia a la deformación plástica, resistencia a la fractura, memoria de forma y mejor capacidad de corte (5).

Los sistemas rotatorios con aleaciones de NiTi convencional como Mtwo, Revo y One Shape han mejorado la preparación del conducto radicular, pero aún muestran algunas deficiencias, como la mayor remoción de dentina y la pérdida de centricidad (6-8). Nuevos sistemas rotatorios con aleación de alambre M, como WaveOne, también presentan este tipo de desventajas en canales curvos y estrechos. Zhao y colaboradores (9) reportaron que el sistema WaveOne provoca mayor *transportación* en los conductos mesiales de molares inferiores. Por lo tanto, con el propósito de mejorar estas desventajas se introdujo el sistema ProTaper Next, también fabricado con alambre M, lo que incrementa la flexibilidad y la resistencia a la fatiga cíclica (10). Además, según lo menciona la casa fabricante, esto se logra por su sección transversal, el diseño de las estrías y su cinemática, que proporcionan mejores resultados en la conformación del conducto radicular (11).

Al respecto, el sistema ProTaper Next se ha diseñado con un centro de rotación descentrado, es decir, sus

instrumentos rotan produciendo una onda mecánica de movimiento a través de toda la longitud del instrumento, conocido como *movimiento de serpiente* (4-10). Dicho movimiento permite minimizar el contacto entre el instrumento y la pared dentinal, para evitar así cualquier bloqueo indeseable durante la instrumentación. El movimiento de serpiente tiene la ventaja de disminuir la compactación lateral del barrillo entre el instrumento y las paredes del conducto radicular (4).

El sistema cuenta con 5 limas, con diferentes diámetros, para la conformación de los conductos. Estas son: X1 (17/0,04 mm), X2 (25/0,06 mm), X3 (30/0,07 mm), X4 (40/0,06 mm) y X5 (50/0,06 mm). Entre tanto, los instrumentos de ProTaper Next X1 y X2 tienen un aumento y una disminución en el porcentaje de conicidad del instrumento. Por su parte, los instrumentos X3 y X4 tienen una conicidad fija de D1 a D3, la cual decrece sobre el resto de su parte activa (4). Esto significa que los instrumentos del sistema ProTaper Next tienen una conicidad variable, tanto para cada lima como entre instrumentos. Por ejemplo, el instrumento X1 tiene una sección transversal centrada de D1 a D3, en tanto que de D4 a D16 tiene una sección transversal descentrada, con una conicidad inicial del 4 % que se va incrementando a una conicidad del 5 % en D3 y de 6,5 % en D6 con un diámetro de 0,31 mm y 0,49 mm, respectivamente. En D9 la conicidad aumenta a 7,5 % y tiene un diámetro de 0,70 mm. En D13 la conicidad es del 6 % que se mantienen hasta D16.

Entonces, en cuanto a su cinemática, el sistema ProTaper Next produce un movimiento de rotación asimétrica y, en un momento dado, la sección transversal de la lima solo contacta la pared dentinal en 2 puntos. Proporciona así ventajas importantes, como más espacio en la sección transversal para una mayor capacidad de corte en comparación con una lima de sección transversal simétrica y de eje de rotación continuo (10-13), como ProTaper Universal, con instrumentos de diferente tamaño: F1, F2 y F3 con conicidades respectivas de 0,07, 0,08 y 0,097. No obstante, por ser un sistema reciente, no se ha generado suficiente evidencia científica sobre si mantiene la centricidad en la preparación de conductos que simulen condiciones clínicas. Además, para evaluar esta conformación es importante efectuar un análisis en tres dimensiones que permita detectar alteraciones en los planos MD y VP. Tal análisis se puede realizar con tomografía de rayo de cono sin la destrucción de las muestras que se van a evaluar.

Por otra parte, se afirma que es mandatoria la creación de un preensanchado manual o rotatorio para disminuir el estrés torsional durante la instrumentación y los riesgos de fractura de instrumentos, como lo describían Berutti y colaboradores, en el 2004 (14), y Patiño y colaboradores, en el 2005 (15). Estudios previos han reportado que el preensanchado mecánico es más efectivo que el ensanchado manual para conservar la anatomía original del canal, como lo describen Pasqualini y colaboradores en fecha reciente (16). Las limas rotatorias PathFile (Dentsply Maillefer) están indicadas para el preensanchado de conductos radiculares. Este sistema consiste en tres instrumentos disponibles en longitudes de 21 mm, 25 mm y 31 mm, todas con una conicidad constante del 0,02 y con una sección transversal cuadrada. La lima PathFile 1 presenta un anillo de color morado con un diámetro en la punta de 13. La PathFile 2 se identifica con un anillo de color blanco; tiene un diámetro de 16 en la punta. La PathFile 3 tiene un anillo de color amarillo, con un diámetro de 19 en la punta. El fabricante sugiere que se usen las limas PathFile después de la lima manual, tipo K 10, que debe llevarse a toda la longitud de trabajo. Estudios previos sugieren que la instrumentación mecánica con las limas PathFile proporcionan un método menos invasivo y fácil para lograr un mejor preensanchado (16,17).

Por lo anterior, el objetivo de este estudio fue evaluar la transportación y la centricidad del sistema ProTaper Next, con el sistema PathFile y sin este, en conductos radiculares de molares superiores con curvatura moderada, por medio de tomografía volumétrica de rayo de cono. La hipótesis del estudio fue “el sistema ProTaper Next con PathFile conserva la centricidad y no produce transportación, a diferencia de los conductos instrumentados con el sistema ProTaper Next sin PathFile”.

MÉTODOS

Se realizó un estudio experimental *in vitro* con muestreo no aleatorizado. El universo correspondió a primeros y segundos molares superiores con curvaturas radiculares moderadas. Para la muestra se tomaron 67 raíces vestibulares de molares superiores extraídos con conductos patentes, formación radicular completa y escogidas por conveniencia. Se tomaron radiografías periapicales para determinar el ángulo y radio de la curvatura de cada conducto siguiendo los parámetros de Schneider, según lo cual se tomaron valores de curvatura entre 15 a 20 grados. Se excluyeron terceros molares, dientes con ápices radiculares

con formación incompleta, dientes con reabsorción radicular, molares mandibulares, molares con raíces fusionadas, molares con fractura radicular y molares con tratamiento endodóntico previo. Además, esta investigación contó con el aval del Comité de Ética de la investigación de la Universidad Santo Tomás, según Acta 041-043 de 2013 y 2014.

Posteriormente, luego de la selección, a cada raíz se le realizaron ranuras a 3 mm, 6 mm y 9 mm desde el tercio apical hasta el tercio coronal, para orientar el corte en la tomografía.

Se separaron las raíces vestibulares y se decoronaron los dientes con disco de carburo para tener un punto de referencia reproducible durante la instrumentación. Las raíces se montaron en una formaleta de acrílico en forma de U, a fin de simular el maxilar, con una distancia entre diente y diente de 6 mm aproximadamente. El ápice se aisló con cera para evitar cubrirlo con el acrílico. Se realizaron 6 formaletas, 5 con seis dientes correspondientes a 12 conductos, y una formaleta con 4 dientes correspondientes a 8 conductos y un conducto obliterado. Se marcaron las formaletas del 0 al 5, y los conductos, de 1 al 12, para identificación.

Se tomaron tomografías iniciales (preinstrumentación) de cada formaleta con un tomógrafo de rayo de cono Soredex Escanora 3D, modelo Cranex. Para la fuente de rayos X se precisaba un voltaje del tubo de 136 kV y una corriente de funcionamiento del tubo de 3,5 mA ($\pm 0,5$ kV), con una corriente máxima del tubo de 12,5 mA.

Los conductos se prepararon de la siguiente forma: la longitud de trabajo se determinó con una lima tipo K 10 (Dentsply Maillefer) 1 mm antes del ápice radicular, ajustando el tope al borde coronal de cada diente. Posteriormente, se realizó patencia con lima tipo K 10. Las formaletas se dividieron en dos grupos: el 1, conformado por 34 conductos instrumentados con ProTaper Next, limas X1 y X2, y preensanchado con PathFile; el 2, con 33 conductos instrumentados con ProTaper Next; pero sin preensanchado y preparados con limas X1 y X2, sin realizar patencia entre estos instrumentos. Cada instrumento fue utilizado hasta en 5 conductos. La instrumentación se realizó por un operador experimentado, quien utilizó un motor rotatorio X Smart Plus (Dentsply, Maillefer). En el grupo 1 se realizó un preensanchado con las limas PathFile 1, 2 y 3. El conducto se irrigó profusamente con hipoclorito de sodio al 5,25 %. La conformación de los conductos se inició con la lima X1 de ProTaper Next con movi-

TABLA 1
INSTRUMENTO PARA RECOLECTAR LA INFORMACIÓN

Conducto	Ángulo curvatura	Radio de la curvatura	Tiempo preparación	MD antes preparación		MD después preparación		VP antes preparación		VP después preparación	
				a1	b1	a2	b2	x1	y1	x2	y2

mientos de cepillado en los tercios coronal y medio y picoteo en los últimos 3 mm del conducto. Después se irrigó profusamente para eliminar residuos. Luego se utilizó la lima X2, realizando una presión lateral contra las paredes dentinales para permitir el acceso pasivo progresivamente hasta alcanzar la longitud de trabajo. Para el grupo 2 se determinó la longitud de trabajo con una lima tipo K 10 y patencia con lima tipo K 10. La instrumentación se realizó siguiendo el mismo protocolo del grupo 1, pero sin realizar preensanchado.

Al finalizar la instrumentación, se tomó la segunda tomografía de rayo de cono. Para la lectura de las imágenes se utilizó el programa OsiriX, versión 5.8.2, donde se colocaron dos ventanas independientes: en el lado izquierdo, la imagen del conducto antes de la preparación, y en el lado derecho, la imagen después de la preparación. Se tomaron los cortes transversales, según las muescas realizadas con disco de carburo, y cada imagen del corte se visualizó en formato 3D, con un filtro de color. Estas imágenes se ampliaron hasta un enfoque del 1250 %, donde se tomaron cuatro medidas (mesial, distal, vestibular y palatina) desde el área más externa del conducto hasta el borde externo del diente, antes de la instrumentación y después de esta. La pérdida de centricidad y transportación se estableció según las fórmulas descritas por Gergi y colaboradores (2). La centricidad de los conductos se analizó en los tercios coronal, medio y apical desde el extremo apical de la raíz. Los cambios dimensionales del ancho en sentido MD y VP se calcularon para evaluar la transportación según la fórmulas: $(a1 - a2) - (b1 - b2)$, para los cambios en el sentido mesodistal, y $(x1 - x2) - (y1 - y2)$, para el sentido vestibulopalatino. Para medir la centricidad se utilizaron las relaciones: $(a1 - a2) / (b1 - b2)$ o $(b1 - b2) / (a1 - a2)$, teniendo en cuenta como numerador el dato con mayor valor para el sentido MD, y de $(x1 - x2) / (y1 - y2)$ o $(y1 - y2) / (x1 - x2)$. De acuerdo con estas fórmulas, un resultado de 0 indicó ausencia de transportación y un resultado de 1 significó un centrado perfecto.

Operacionalización de las variables

Las variables dependientes fueron la centricidad y la transportación, las cuales son de naturaleza cuantitativa (continua de razón), cuya unidad de medida

fue el milímetro. Para medir la centricidad y la transportación se utilizaron las fórmulas reportadas en los métodos. Por otra parte, entre las variables independientes se tuvieron los tercios radiculares y el tipo de raíz instrumentada de los molares superiores. Se descartó la raíz palatina. De esta forma, los tercios se identificaron de manera cualitativa nominal en los tercios coronal, medio y apical, a partir de ranuras a 3, 6 y 9 mm del ápice radicular de cada raíz. Entre tanto, las raíces se clasificaron en MV y DV según su correspondencia anatómica (tabla 1).

Análisis estadístico

Los datos de los dos grupos se analizaron por medio de la prueba estadística T de Student (T-Test) para comparar los grupos 1 y 2, con respecto a las medias de centricidad y transportación ($\alpha = 0,05$). Para estudiar los tercios, se utilizó el análisis de varianza (Anova), que permitió llevar a cabo el análisis intratercio en cada grupo, e intertercio cuando se compararon ambos.

RESULTADOS

En el presente estudio no hubo fracturas de instrumentos a pesar de que los conductos presentaban curvaturas moderadas de 15 a 20 grados y que cada instrumento se utilizó hasta 5 veces. Se analizaron 67 conductos, de los cuales 33 fueron instrumentados con ProTaper Next sin PathFile y 34 conductos con ProTaper Next con PathFile. Se utilizó un total de 14 limas del sistema ProTaper Next y 3 estuches de PathFile, para un total de 9 limas.

El resumen de los datos y su análisis para los grupos 1 y 2 del estudio, en cuanto a transportación y centricidad, se presentan en las tablas 2 a 4. Estas dan cuenta del comportamiento de las variables, bien sea cuando se buscan interrelaciones entre grupos a modo general o según el comportamiento con los diferentes tercios, pero bien cuando se estudian en el interior de cada grupo.

En los grupos PN + PathFile y sin PathFile, a modo general, no se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas ($p \geq 0,05$) en las medidas de centricidad y transportación.

FIGURA 1

TOMOGRAFÍAS REALIZADAS ANTES DE LA INSTRUMENTACIÓN Y DESPUÉS DE ESTA PARA LOS GRUPOS 1 Y 2 EN EL TERCIO APICAL

Tomografías Grupo 1: PN + PathFile-Tercio apical

Tomografías Grupo 2: PN + Sin PathFile-Tercio apical

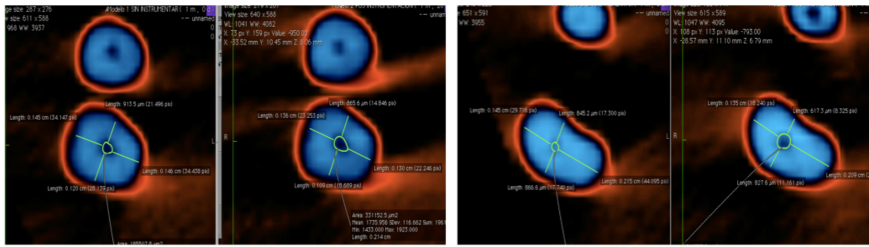


TABLA 2

TRANSPORTACIÓN Y CENTRICIDAD PARA TODOS LOS TERCIOS DE LOS GRUPOS 1 Y 2

PN sin PathFile				PN con PathFile				p entre grupos 2 y 1			
n	Centr.	DE	Transp.	DE	n	Centr.	DE	Transp.	DE	Centr.	Transp.
33	0,397	0,20	0,908	0,12	34	0,391	0,19	0,121	0,11	0,30	0,92

TABLA 3

TRANSPORTACIÓN Y CENTRICIDAD: PN + PATHFILE EN SENTIDO MD Y VP*

n = 34 conductos	Centricidad	DE	Transportación	DE
Tercio coronal MD	0,3622	0,2669	0,1995	0,1995
Tercio medio MD	0,3321	0,2237	0,1770	0,1438
Tercio apical MD	0,3413	0,2511	0,1018	0,0689
Valor p: tercios corono y apical	0,8790		0,0090	
Valor p: tercios medio y apical	0,879		0,0360	
Tercio coronal VP	0,4945	0,2606	0,1611	0,1304
Tercio medio VP	0,4571	0,2779	0,1842	0,2509
Tercio apical VP	0,4202	0,2639	0,1423	0,1069
Valor p: tercios coronal, medio y apical	0,5280		0,4200	

*p = 0,05.

TABLA 4

TRANSPORTACIÓN Y CENTRICIDAD: PN + SIN PATHFILE EN CADA TERCIO EN SENTIDO MD Y VP*

N = 33 conductos	Centricidad	DE	Transportación	DE
Tercio coronal MD	0,3256	0,2706	0,1884	0,1316
Tercio medio MD	0,3774	0,2714	0,1542	0,1900
Tercio apical MD	0,3879	0,2635	0,1020	0,0821
Valor p: tercios corono y apical	0,6030		0,0042	
Valor p: tercios medio y apical	0,6030		0,5200	
Tercio coronal VP	0,4570	0,2960	0,2021	0,2289
Tercio medio VP	0,3790	0,2819	0,1981	0,2124
Tercio apical VP	0,4870	0,2829	0,1233	0,1169
Valor p: tercios coronal, medio y apical	0,2980		0,1880	

*p = 0,05.

La tabla 3 especifica el análisis interno del grupo PN + PathFile en el sentido MD y VP, y entre tercios. No se halló pérdida de transportación o centricidad. Sin embargo, cuando se comparan los tercios con respecto al sentido, se encuentra que en cuanto a la transportación en el sentido MD, hubo diferencias

significativas entre los tercios, específicamente en las relaciones de los tercios corono-apical y medio-apical. Ello está posiblemente relacionado con una conicidad mayor en sentido coronal, propia de los instrumentos que utilizan principios corono-apicales en la conformación del conducto. Aun así, en relación

con la centricidad, no se halló diferencia significativa entre los tercios ($p \geq 0,879$).

En la tabla 4, al usar PN-sin PathFile, no hubo pérdida neta de la centricidad, ni de la transportación para los diferentes tercios y en los diferentes sentidos, MD y VP. No obstante, hubo una ligera pérdida de la centricidad, dentro de los rangos de normalidad, en sentido VP. Este hecho se puede asociar con la anatomía dental de los conductos en este sentido o a la presión de la lima en zonas de seguridad. De igual forma, al hacer la comparación entre tercios, se encontró una relación significativa en sentido MD de los tercios corono-apicales en transportación. Tal hallazgo podría relacionarse con las mismas razones mencionadas con respecto a la tabla 3.

Finalmente, dado que $p \geq 0,05$ al comparar los grupos, se rechaza la hipótesis general del estudio. Por tal razón, no existen diferencias en las medidas de centricidad y de transportación en los grupos estudiados.

DISCUSIÓN

El presente estudio evaluó la centricidad y la transportación del sistema ProTaper Next, realizando un ensanchamiento previo con el sistema PathFile o sin este, ambos de la casa comercial Dentsply Maillefer. Para lo anterior, se utilizó la tomografía de rayo de cono, que permite obtener imágenes y mediciones en tres dimensiones con una reconstrucción en múltiples planos, fuera de imágenes axiales, coronales, sagitales y oblicuas, las cuales se visualizan (18) por medio de un programa de computador específico que permite realizar medidas lineales y angulares (16-19). En este estudio se evalúan la centricidad y la transportación con el método descrito por Gergi y colaboradores (2). Dicho método ha mostrado ser adecuado, como lo confirma el estudio publicado en el 2010 y que se reproduce en otros estudios.

Con respecto a los datos que arroja la instrumentación realizada en nuestra investigación con las limas X1 y X2 del sistema ProTaper Next, no se presentó pérdida de la centricidad ni de la transportación, con el ensanchamiento previo con las limas PathFile y sin este. Tal hecho, fuera de las condiciones mencionadas, puede estar relacionado con la conicidad inversa de las limas. El instrumento X1 tiene una sección transversal centrada de D1 a D3, mientras que de D4 a D16 tiene una sección transversal descentrada, con una conicidad inicial de 4 % que va incrementando a una conicidad del 5 % en D3 y de 6,5 % en D6 con un

diámetro de 0,31 mm y 0,49 mm, respectivamente. En D9 la conicidad aumenta a 7,5 % y tiene un diámetro de 0,70 mm. En D13 la conicidad es del 6 %, la cual se mantiene hasta D16. Este instrumento tiene variaciones en la conicidad en toda su longitud. Inicialmente aumenta la conicidad de D1 a D9, lo que ocurre en menor proporción de D12 a D16 (20-21). Entre tanto, la lima X2 tiene una conicidad del 7 % y un diámetro apical de 0,25 mm. En D6 su diámetro es 0,63 mm, a diferencia de la lima Primary de WaveOne (22) que, con un diámetro apical de características similares, se diferencia en su punta porque tiene una conicidad en D0 de 8 % y en D6 presenta un diámetro de 0,73 mm. Ello genera mayor pérdida de centricidad y aumento de la transportación, como lo describen Bürklein y colaboradores (23) y Zhao y colaboradores (9), quienes evaluaron la conformación radicular de ProTaper Universal, ProTaper Next y WaveOne, en primeros molares mandibulares mediante el uso de microtomografía computarizada. Al respecto, es interesante que Zhao y colaboradores (9) mencionan entre sus hallazgos transportación con el sistema ProTaper Next, especialmente en los tercios coronal y medio; no obstante, comentan que el tercio apical, debido a su menor conicidad (pues X2 en su parte D0 es 25 pero con una conicidad 0,06), logra mejores resultados en comparación con la lima F2 de ProTaper Universal y la Primary de WaveOne. Todas, aunque tienen el mismo diámetro, su conicidad apical es 0,08.

Además, al comparar el promedio de todos los tercios en centricidad y transportación, no se hallaron diferencias significativas, por lo que podría inferirse que la instrumentación del sistema ProTaper Next con la ayuda de limas PathFile no ofrece ventajas de acuerdo con las variables nombradas. En este punto, en la literatura científica se señalan algunos resultados contradictorios con los presentes. Por ejemplo, en el estudio de Berutti y colaboradores (24) se reporta que los instrumentos PathFile, por su aleación NiTi y por sus pequeños diámetros, conservan la anatomía original del conducto, disminuyendo así las aberraciones durante la instrumentación. No obstante, se sugiere que los instrumentos X1 y X2 son seguros para la preparación de conductos curvos, debido a que no producen cambios en la morfología radicular durante la preparación, lo que proporciona una instrumentación óptima, como lo reiteran otras investigaciones (25). Estas observaciones se apoyan en los resultados de Bürklein y colaboradores (23), según los cuales la preparación de conductos con preensanchado o sin esta no influye en la incidencia de aberraciones en el canal radicular o en la fractura de instrumentos. De

forma similar, Zanette y colaboradores (26) compararon mediante tomografía de rayo de cono la transportación apical en conductos radiculares MV de molares superiores extraídos e instrumentados con ProTaper Universal F3 y F4 con PathFile y sin este. Concluyeron que el uso del sistema PathFile, antes preparar el conducto radicular con ProTaper Universal F3 y F4, no influye en el transporte apical, pero se asocia con una mayor pérdida de dentina a los 2 y 3 mm del conducto radicular. En contraste, Elnaghy y colaboradores (27) obtuvieron resultados similares a los de este estudio al comparar limas ProTaper Next con limas PathFile y sin estas, mediante tomografía de rayo de cono. Aun así, estos difieren cuando se evalúa con los mismos parámetros la conformación del conducto con el sistema ProTaper Next en conjunción con la lima Proglider, desde los 3 mm hasta los 5 mm del ápice, pues reduce la transportación.

Al respecto, el equipo de este estudio opina que la ventaja de las limas PathFile puede estar en la mejora del rendimiento de las limas rotatorias, debido a que optimizan su vía de acceso, como lo mencionaban Berutti y colaboradores en el 2012 (28), al indicar la importancia de la creación de un preensanchado manual o rotatorio, porque disminuye el estrés torsional durante la instrumentación y reduce el riesgo de aberraciones en el conducto radicular. Esto también lo describen Patiño y colaboradores (15). Debe destacarse que los reportes apuntan a que el preensanchado con instrumentos rotatorios es más efectivo que el ensanchado manual para conservar la anatomía original del canal (29). Aunque en la literatura actual no se encuentran muchos reportes que coincidan con los grupos de trabajo de esta investigación, para muchos autores como Gergi y colaboradores (2) y Berutti y colaboradores (29), son claras las ventajas del preensanchado con instrumentos de NiTi bajo mecánica rotatoria, como es el caso de las limas PathFile comparadas con instrumentos manuales de acero inoxidable (29).

Entre tanto, se puede decir que los datos básicos muestran resultados satisfactorios, debido a que se observa una centricidad y transportación promedio respectiva de 0,3916 y 0,1216 para el grupo con ProTaper Next y PathFile, y de 0,3979 y 0,9083 para el grupo con solo ProTaper Next. Esto muestra un comportamiento homogéneo y valores similares con ciertas variaciones en el tercio apical, sin que estas hayan sido significativas (30). Sin embargo, un examen minucioso evidencia una mayor transportación al instrumentar con ProTaper Next cuando no se realiza un

ensanchamiento previo con limas PathFile. La centricidad y transportación en los sentidos MD y VP permite ratificar la ausencia de diferencias significativas con respecto a la centricidad. Por el contrario, con respecto a la transportación, sí hubo diferencias significativas en el sentido MD cuando se compara cada uno de los tercios en cada grupo de estudio, ProTaper Next con PathFile y ProTaper Next sin PathFile, específicamente en las correlaciones de los tercios coronal y apical (0,1995-0,1018);(0,1884-0,1020) y de los tercios medio y apical (0,1770-0,1018);(0,1542-0,1020), respectivamente. No hubo diferencias significativas entre los tercios cuando en sentido VP.

Al respecto, Junaid y colaboradores (31), con un diseño metodológico similar al del presente estudio, no encontraron diferencias estadísticamente significativas en transportación y pérdida de centricidad en los tercios analizados con los diferentes grupos de evaluación, que incluían una lima WaveOne en un movimiento recíprocante comparado con limas Twisted File con movimiento continuo durante la preparación del conducto. Dichas limas, independientemente de su cinemática, presentan aleaciones con tratamiento térmico que mejoran sus propiedades, al igual que las limas ProTaper Next. En todo caso, en el estudio citado la transportación en la dirección mesial fue de mayor magnitud que la transportación distal para ambos sistemas. Ello coincide con esta investigación, donde se encontraron las mayores diferencias en transportación entre tercios en el sentido mesodistal. Aun así, los estudios no son comparables, ya que aquí se utilizaron molares maxilares y Junaid y sus colegas emplearon molares mandibulares, lo que puede generar sesgos por anatomía a la hora de comparar grupos.

Con respecto a la centricidad, se observó una ligera tendencia a su pérdida cuando se evaluaban los diferentes tercios en sentido vestibulopalatino, con respecto al sentido mesial-distal. Estas diferencias no son significativas, lo cual podría estar relacionado con la anatomía de los molares maxilares y, por lo tanto, a sus zonas de seguridad en la preparación. Además, las mayores dimensiones de tejido dentinal que se encontraron en este sentido, en las cuales el operador experto genera una mayor presión a la hora de hacer los movimientos de cepillado y picoteo para poder llegar posteriormente a toda la longitud de trabajo, también puede explicar esta ligera tendencia.

Otro aspecto para tener en cuenta y que desempeña un papel importante en la innovación comercial de limas rotatorias es la cinemática que presenta cada

instrumento. Hay instrumentos que, al igual que las limas ProTaper Next, tienen una sección transversal asimétrica, como Revo-s (32) y One Shape. De forma similar al movimiento de serpenteo propio de las limas ProTaper Next, permiten que las ondas de movimiento viajen a lo largo de la parte activa de la lima, con una mejor eficacia del instrumento en el interior del conducto, al realizar una rotación continua (4). Sin embargo, Bürklein y colaboradores (33) encontraron que los instrumentos One Shape y Revo-S generaron mayor enderezamiento y transporte del conducto radicular, a diferencia de los instrumentos de rotación recíproca que proporcionan valores de tensión más bajos y permiten una progresión más segura y eficiente del instrumento hacia apical, y de las limas de rotación continua que necesitan de mayor presión hacia el interior. Por otro lado, Zhao y colaboradores (9) observaron que la instrumentación de conductos radiculares curvos con sistemas de rotación continua y recíproca no afecta características como la curvatura del conducto y el volumen del conducto radicular y que no hubo diferencias significativas en el grado y dirección de transportación entre los grupos. Además, según otros estudios, tampoco inducen la formación de microgrietas dentinales (34) Ballaigues, Switzerland.

Por otra parte, en el presente estudio no hubo fractura de instrumentos, a pesar de que los conductos presentaban curvaturas moderadas de 10 a 15 grados y que cada instrumento fue utilizado hasta 5 veces. Ello se puede asociar a la aleación de este sistema, la cual se basa en el alambre M, al igual que a sus características de diseño, sección transversal cuadrangular descentrada con solo dos puntos de contacto, conicidad inversa, disposición de las estrías de corte, cinemática y experiencia del operador.

CONCLUSIONES

Las limas rotatorias ProTaper Next no produjeron pérdida de centricidad ni de transportación en ninguno de los tercios durante la preparación de conductos vestibulares de molares superiores con curvaturas moderadas.

La instrumentación de conductos con ProTaper Next con las limas PathFile o sin estas no influyó en la centricidad y transportación del conducto.

Las limas ProTaper Next son instrumentos seguros para usar en conductos curvos, ya que no ocasionan aberración.

RECOMENDACIONES

Los estudios *in vitro* pueden producir resultados no extrapolables, ya que difieren de las condiciones reales en la cavidad oral, al tratar de estandarizar muestras para la medición de variables, en molares superiores, excluyendo terceros molares. Estos fueron decoronados para tener puntos de referencia equiparables. No obstante, por el mismo hecho se redujo la complejidad de la preparación de los conductos y el estrés friccional de las limas ProTaper Next y PathFile. Por ello se sugiere conseguir una muestra homogénea en la cual no sea necesaria la decoronación.

Con el lanzamiento reciente de las limas ProGlider de aleación de Ni-Ti, en alambre M, y que en una sola lima reemplazarían las limas PathFile, sería adecuado verificar la ausencia de pérdida de transportación y centricidad, como sucedió en este estudio.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Santo Tomás, Instituto de Educación Continuada-Federación Odontológica Colombiana, por su apoyo técnico y científico. A Panoramax, por las facilidades en las diferentes tomas de las tomografías de rayo de cono.

REFERENCIAS

1. Jing G, Arjang V, Parish P, Reyes E. Evaluation of root and canal morphology of maxillary permanent first molars in a North American population by cone-beam computed tomography. *J Endod.* 2014; 40(5): 635-9.
2. Gergi R, Rjeily J, Sader J, Naaman A. Comparison of canal transportation and centering ability of twisted files, PathFile-ProTaper system, and stainless steel hand K-files by using computed tomography. *J Endod.* 2010; 36(5): 904-7.
3. Bürklein S, Schäfer E. Critical evaluation of root canal transportation by instrumentation. *Endod Top.* 2013; 29(1): 110-24.
4. Markus H, Ya S. Evolution of nickel-titanium instruments: from past to future. *Endod Top.* 2013; 29(1): 3-17.
5. Elnaghy A, Elsaka S. Assessment of the mechanical properties of ProTaper Next Nickel-Titanium Rotary Files. *J Endod.* 2014; 40(11): 1830-4.
6. Hilu R, Balandrano F, Perez A, Coaguila H. Evaluación de la conformación apical de los conductos radiculares con los sistemas Mtwo y ProTaper. *Endodoncia (Mex).* 2010; 28(4): 220-7.
7. Ismail D, Huseyin E, Evren O, Hakan A. Comparative study of different novel nickel-titanium rotary systems for root canal preparation in severely curved root canals. *J Endod.* 2014; 40(6): 852-6.

8. Parra J, Quintero G, Serpa MF, Torres J. Evaluación de la centricidad y la transportación en conductos MV1 de primeros molares superiores preparados con el sistema Mtwo confirmado por medio de la tomografía de rayo de cono. [Trabajo de posgrado en endodoncia]. Bogotá: Universidad Santo Tomás; 2013.
9. Zhao D, Shen Y, Peng B, Haapasalo M. Root canal preparation of mandibular molars with 3 nickel-titanium rotary instruments: a micro-computed tomographic study. *J Endod.* 2014; 40(11): 1860-4.
10. Pereira E, Peixoto S, Viana A, Oliveira I. Physical and mechanical properties of a thermomechanically treated NiTi wire used in the manufacture of rotary endodontic instruments. *J Endod.* 2012; 45(5): 469-74.
11. Valenzuela W. ProTaper Next. Canal abierto. 2013; 28: 16-8.
12. Densply. Rotary & reciprocating files. USA: Densply International [Internet]; 2013. [Citado 2013 Oct 27]. Disponible en: <http://www.tulsadentalspecialties.com/default/endodontics/RotaryFiles/ProTaperNEXT.aspx>.
13. Advanced Endodontics. ProTaper Next System. USA: Advanced Endodontics [Internet]; 2012 [Citado 2013 Oct 27]. Disponible en: <http://www.endoruddle.com/ProTapernext.html>.
14. Berutti E, Negro A, Lendini M, Pasquiallini D. Influence of manual preflaring and torque on the failure rate of ProTaper rotary instruments. *J Endod.* 2004; 30(4): 228-30.
15. Patiño PV, Biedma BM, Liébana CR, Cantatore G, Bahillo JG. The influence of a manual glide path on the separation rate of NiTi rotary instruments. *J Endod.* 2005; 31(2): 114-6.
16. Pasqualini D, Bianchi CC, Paolino DS, Mancini L, Cemenasco A, Cantatore G, Castellucci A, Berutti E. Computed micro-tomographic evaluation of glide path with nickel-titanium rotary PathFile in maxillary first molars curved canals. *J Endod.* 2012; 38(3): 389-93.
17. Randy L, Barbizam V, Cohenca N. Intraoperative endodontic applications of cone-beam computed tomography. *J Endod.* 2013; 29(4): 554-7.
18. Hashem D, Brown J, Patel S, Mannocci F, Donaldson A, Watson T. An in vitro comparison of the accuracy of measurements obtained from high- and low-resolution cone-beam computed tomography scans. *J Endod.* 2013; 39(3): 394-7.
19. Santos T, Carvalho R, Milagros R, Dias de Oliveira E, Fração M. The use of cone beam computed tomography in dentistry. *Odontol Clin-Cient.* 2010; 9(4): 303-6.
20. Shen Y, Zhou H, Zheng Y, Peng B, Haapasalo M. Current challenges and concepts of the thermomechanical treatment of nickel-titanium instruments. *J Endod.* 2013; 39(2): 163-72.
21. Pereira E, Rupinderpal S, Arias A, Peters O. In vitro assessment of torque and force generated by novel ProTaper Next instruments during simulated canal preparation. *J Endod.* 2013; 7(13): 1-5.
22. López PA, Rubio MJ, Urrego JH, Serpa MF. Evaluación in vitro de la centricidad y transportación en conductos curvos instrumentados con los sistemas WaveOne y Reciproc por medio de tomografía de rayo de cono. [Trabajo de posgrado en endodoncia]. Bogotá: Universidad Santo Tomás; 2013.
23. Burklein S, Benten S, Schafer E. Shaping ability of different single-file systems in severely curved root canals of extracted teeth. *Int Endod J.* 2012; 46(6): 590-7.
24. Berutti E, Alovisi M, Pastorelli M, Chiandussi G, Scotti N, Pasqualini D. Energy consumption of ProTaper Next X1 after glide path with PathFiles and ProGlider. *J Endod.* 2014; 12: 2015-8.
25. Gagliardi J, Versiani MA, de Sousa-Neto MD, Plazas-Garzon A, Basrani B. Evaluation of the shaping characteristics of ProTaper Gold, ProTaper NEXT, and ProTaper Universal in curved canals. *J Endod.* 2015; 41(10): 1718-24.
26. Zanette F, Grazziotin-Soares, R Mateus Flores M, Camargo V, Gavini G, Branco F. Apical root canal transportation and remaining dentin thickness associated with ProTaper Universal with and without PathFile. *J Endod.* 2014; 40(5): 688-93.
27. Elnaghy M, Elsaka E. Evaluation of root canal transportation, centering ratio, and remaining dentin thickness associated with ProTaper Next instruments with and without glide path. *J Endod.* 2014; 40(12): 2053-6.
28. Berutti E, Paolino DS, Chiandussi G, Alovisi M, Cantatore G, Castellucci A, Pasqualini D. Root canal anatomy preservation of WaveOne reciprocating files with or without glide path. *J Endod.* 2012; 38(1): 101-4.
29. Berutti E, Cantatore G, Chiandussi G. Use of nickel-titanium rotary PathFile to create the glide path: comparison with manual preflaring in simulated root canals. *J Endod.* 2009; 35(1): 408-12.
30. Capar I, Ertas H, Evren O, Hakan A, Ertas E. Comparative study of different novel nickel-titanium rotary systems for root canal preparation in severely curved root canals. *J Endod.* 2014; 40(6): 852-6.
31. Junaid A, Gonzales L, Eduardo C, Mello I, Sánchez R. Influence of single-file endodontics on apical transportation in curved root canals: an ex vivo micro-computed tomographic study. *J Endod.* 2014; 40(5): 717-20.
32. Montealegre MA, Santamaría YA, Serpa MF, Méndez C. Evaluación de la centricidad y la transportación del conducto MV1 del primer molar superior bajo tomografía axial computarizada después de ser preparados con el sistema Revo-S. [Trabajo de posgrado en endodoncia]. Bogotá: Universidad Santo Tomás; 2012.
33. Burklein S, Borjes J, Schafer E. Comparison of preparation of curved root canals with Hyflex CM and Revo-S rotary nickel-titanium instruments. *Int Endod J.* 2013; 29(1): 110-24.
34. De-Deus G, Belladonna FG, Souza EM, Silva EJ, Neves Ade A, Alves H, Lopes RT, Versiani MA. Micro-computed tomographic assessment on the effect of ProTaper Next and Twisted File adaptive systems on dentinal cracks. *J Endod.* 2015; 41(7): 1-4.

CORRESPONDENCIA

Andrés Escobar Ocampo
escobara22@hotmail.com

Adriana Henao Bedoya
adriana.endodoncista@gmail.com

Jeison Saavedra Amaya
jsendoncia@hotmail.com

María Fernanda Serpa Vélez
mafeserpa@hotmail.com

Javier Gutiérrez Barreto
jafeguba@gmail.com