

Estudio comparativo del área de corte de los sistemas de instrumentación F360, iRace, Protaper Next y Reciproc al microscopio estereoscópico con AutoCAD

- **Autor:** Jorge Rubio.
- **Coautores:** José Ignacio Zarzosa, Antonio Pallarés.
- **Jorge Rubio** es Graduado en Odontología 2010-2015, Máster Universitario en Endodoncia y Odontología Restauradora (UCV) 2015-2016, Máster de Implantología y Cirugía Oral (IVAI) 2016-2017. Doctorando en Endodoncia 2016-2019.
- **Tema del artículo:** Sistemas rotatorios endodóncicos.
- **Centro de trabajo:** Departamento de Endodoncia, Universidad Católica de Valencia San Vicente Mártir. Calle Quevedo N°2 CP: 46002 Ciudad: Valencia
- Artículo publicado en la *Revista Endodoncia* de la Asociación Española de Endodoncia (AEDE).
- **Referencia:** Rubio J, Zarzosa JI, Pallarés A. Estudio comparativo del área de corte de los sistemas de instrumentación F360, iRace, Protaper Next y Reciproc al microscopio estereoscópico con AutoCAD. *Endodoncia* 2015; 33(4): 171-84.

RESUMEN

Objetivos: Comparar área de corte, mantenimiento de anatomía y zonas no instrumentadas de F360, i-Race, P.Next y Reciproc con calibre #25.

Material y métodos: 120 dientes unirradiculares rectos con un conducto (n=30). La LT fue calculada con lima H #10 dejándola al límite del foramen apical y restando 0,5mm. Dientes seccionados con pieza de mano y disco diamantado. Los cortes se observaron al microscopio estereoscópico. Los dientes se reconstruyeron con lima H #10 y superglue. Área de corte y mantenimiento de anatomía se estudiaron con AutoCAD, y zonas no instrumentadas con microscopio y AutoCAD. Análisis estadístico se realizó con Test de Levene, ANOVA, de Welch, de Tukey, de Bonferroni, de Games-Howell y Chi-Cuadrado de Pearson.

Resultados: Varianzas iguales (Test de Levene, $p > 0,05$) en tercios pudiendo utilizar ANOVA y observando diferencias significativas ($p < 0,05$). Diferencias significativas entre F360 y P.Next y Reciproc en coronal, entre Reciproc y F360 en medio, y entre P.Next e i-Race y Reciproc en apical (tests de Tukey y de Bonferroni, $p < 0,05$). Globalmente no se asumieron varianzas iguales y se utilizó el Test de Welch ($p < 0,05$). Diferencias significativas entre F360 y Reciproc (Games-Howell, $p < 0,05$). En el mantenimiento de la anatomía, se encontraron diferencias significativas (Chi-Cuadrado, $p < 0,05$). En relación a las zonas no instrumentadas, no existieron diferencias significativas (Chi-Cuadrado, $p < 0,05$).

Conclusiones: Reciproc fue superior en el área de corte. P.Next y Reciproc fueron más eficaces en el mantenimiento de la anatomía. Respecto a las zonas no instrumentadas, no existieron diferencias significativas.

Palabras clave: AutoCAD, conformación de conductos, secciones, sistemas rotatorios.

INTRODUCCIÓN

La presencia de bacterias es la principal causa de la infección periodontal y del desarrollo de la periodontitis apical (1, 2). La reducción de los microorganismos en el interior del conducto radicular es el objetivo específico del tratamiento endodóncico, lo cual se puede conseguir realizando una preparación quimio-mecánica correcta (3, 4).

La conformación de los conductos radiculares debe preservar la anatomía radicular previa, la posición del foramen apical y la curvatura original (5-7), así como evitar efectos iatrogénicos, tales como la fractura de instrumentos, el transporte apical, la formación de escalones o la perforación del diente (8). Una obturación exitosa es resultado de conservar dicha posición del foramen, la curvatura previa y la anatomía de los conductos (9, 10).

Uno de los avances más importantes de la década de 1980 en el campo de la preparación de los conductos radiculares fue el desarrollo de la aleación de NiTi para los instrumentos endodóncicos, el cual fue un gran paso frente a las limas manuales de acero inoxidable. En los últimos años, la utilización de los instrumentos NiTi ha ido en aumento (11). Actualmente, las últimas estrategias de los fabricantes se han centrado en mejorar la aleación de NiTi, logrando la aleación M-Wire, la cual es más flexible y más resistente a las fracturas (12).

El sistema F360 (Komet Dental, Lemgo, Alemania) se compone de 4 limas de calibres #25, #35, #45 y #55, de las cuales las dos últimas se utilizan sólo en conductos muy anchos (13). Este sistema se ha introducido en el mercado con el objetivo de simplificar el tratamiento de conductos, reduciendo el número de limas utilizadas. Sus limas son de NiTi, tienen una conicidad del 0.04 y una sección transversal en doble S, la cual les aporta mayor flexibilidad (14). Al ser de uso único, presentan múltiples beneficios: no se requiere registrar la cantidad de usos de las limas, no hay riesgo de contaminación entre pacientes, disminuye el riesgo de fractura por fatiga cíclica, y no se necesita limpiar, desinfectar y esterilizar los instrumentos. Su velocidad y torque recomendados son, respectivamente, 250-350 rpm y 1,8 Ncm.

El sistema i-Race (FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, Suiza) se compone de 3 limas, cuya secuencia es la siguiente: R1 (15/0.06), R2 (25/0.04) y R3 (30/0.04). Son limas de NiTi, con sección transversal triangular con bordes helicoidales y ondulados (15), que les permite girar dentro del conducto sin tener contacto continuo con las paredes. Las limas han sido expuestas a un pulido electroquímico que suprime imperfecciones superficiales, y su diseño exclusivo evita el efecto de atornillamiento (16, 17). La velocidad recomendada para su uso es de 600 rpm y el torque es de 1,5 Ncm.

El sistema Protaper Next (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza) está formado por 5 limas rotatorias: X1 (17/0.04), X2 (25/0.06), X3 (30/0.07), X4 (40/0.06) y X5 (50/0.06) (18). Son limas de una aleación de NiTi que ha sufrido un tratamiento térmico especial (M-Wire), lo

que las dota de una mayor flexibilidad y resistencia (5). Tienen una sección rectangular descentrada que produce un movimiento serpenteante en el interior del conducto radicular. La velocidad recomendada para su uso es de 300 rpm y el torque es de 2-5,2 Ncm. La conicidad a lo largo del instrumento es variable.

El sistema Reciproc (VDW, Múnich, Alemania) es un sistema reciprocante de lima única, el cual se compone de 3 limas (R25, R40 y R50), también de conicidades variables a lo largo de la parte activa del instrumento: 0.08, 0.06 y 0.05, respectivamente, en D3. Se utiliza una u otra lima dependiendo de la anchura del conducto radicular (19, 20). Sus limas son también de NiTi M-Wire, al igual que Protaper Next. El movimiento reciprocante de las limas en sentido antihorario es de 150° y en sentido horario es de 50° (19).

El objetivo de este estudio fue comparar el área de corte, el mantenimiento de la anatomía de los conductos radiculares y las zonas no instrumentadas de los 4 sistemas de instrumentación (F360, i-Race, Protaper Next y Reciproc), que difieren en la aleación de NiTi, la sección transversal, la velocidad y el torque, comparando las limas de calibre #25 de cada sistema.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se seleccionaron 120 dientes permanentes extraídos, divididos aleatoriamente en 4 grupos (n = 30). Los criterios de inclusión fueron: que el diente fuera unirradicular (incisivos centrales y laterales, caninos y premolares inferiores), con un solo conducto radicular y con raíz recta. Se excluyeron los incisivos, caninos y premolares inferiores unirradiculares con más de un conducto o con raíz curva y los dientes multirradiculares.

Inicialmente, se realizó la apertura endodóncica con turbina y fresa redonda diamantada (Komet Dental, Lemgo, Alemania). Se midió la longitud de trabajo de los dientes con una lima H #10 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza), dejándola al límite del foramen apical y restando 0,5mm. Con un rotulador rojo de tinta indeleble (Paper Mate, Atlanta, Estados Unidos) se pintó una línea por palatino/lingual desde la unión amelo-cementaria hasta el ápice, e igualmente se hizo por vestibular con rotulador negro.

Posteriormente, con un pie de rey 532 con ajuste fino, se determinó la longitud radicular y los puntos por donde seccionar las raíces en tercios, según su longitud, (Mitutoyo America Corporation, Illinois, Estados Unidos). A continuación, con una pieza de mano y un disco diamantado de 0,17mm de grosor (Horico, Berlín, Alemania), se seccionaron las raíces en los tercios coronal, medio y apical. Se observaron y fotografiaron las superficies coronales de cada uno los tercios radiculares con un microscopio estereoscópico Nikon SMZ-2T (Nikon, Tokio, Japón).

Después, se reconstruyeron los dientes con una lima H #10 por la cavidad coronal y por el conducto de cada tercio. Se cuadraron las secciones ayudándonos de las líneas pintadas, y se pegaron con Loctite Superglue-3 (Henkel Ibérica, Barcelona, España).

Las secuencias de instrumentación de los 4 sistemas fueron las siguientes, siguiendo las recomendaciones de los fabricantes:

Sistema F360: se realizó el glide path con limas H #10 y #15, y se instrumentó con la lima F360 25/0.04.

Sistema i-Race: el glyde path se efectuó con una lima H #10, siguiendo con las limas R1 (15/0.06) y R2 (25/0.04).

Sistema Protaper Next: el glyde path se ejecutó con limas H #10 y #15, instrumentando posteriormente con las limas X1 (17/0.04) y X2 (25/0.06).

Sistema Reciproc: el glyde path se realizó con una lima H #10 y se instrumentó con la lima R25 por tercios.

El glyde path se realizó en cada secuencia según las recomendaciones de los fabricantes y con limas H por su mayor capacidad de corte, consiguiendo trabajar más los conductos, dar mayor accesibilidad a las limas rotatorias y una disminución del riesgo de fractura de las mismas. Entre limas, se irrigó con NaOCl al 5,25% y se recapituló con una lima H #10. La irrigación final para todos los grupos fue: suero fisiológico 0,9% (B. Braun Medical SA, Rubí, España), EDTA 15% (Dentaflux, Algete, España) durante 1 minuto, suero fisiológico 0,9%, NaOCl 5,25% y suero fisiológico 0,9%.

Después, se separaron los tercios radicales, y se observaron y fotografiaron de nuevo con el microscopio las superficies coronales de cada uno de los tercios. La determinación del área de corte de los sistemas se realizó como sigue. Se calculó el ancho mesiodistal del tercio coronal del diente N°1 con el pie de rey (5 mm), y se trasladó dicha medida al sistema AutoCAD 2013 (Autodesk, San Rafael, California) para escalar y calcular las áreas preoperatorias y postoperatorias. La escala se realizó cargando la imagen en el AutoCAD 2013, pintando después una línea de 5 mm de mesial a distal, y cuadrando los bordes mesial y distal del tercio coronal del diente N°1, validando el tamaño de la imagen para las demás. Seguidamente se determinaron las áreas antes y después de instrumentar (Fig. 1), calculándose el área de corte, como medida de la dentina eliminada, mediante la diferencia entre las áreas preoperatorias y postoperatorias calculadas. La media del área global de todos los sistemas se determinó realizando la media de las medias de los 3 tercios.

El mantenimiento de la anatomía de los conductos en porcentajes de dientes se estudió realizando la superposición de las áreas preoperatorias (área blanca) y postoperatorias (área roja) (Fig. 1). Para que exista dicho mantenimiento, el área roja debía ser semejante al área blanca pero aumentada (Fig. 1) sino no existiría (Fig. 2).

Las zonas no instrumentadas en porcentajes de dientes se observaron al microscopio estereoscopio SMZ-2T, y posteriormente se refutaron utilizando el sistema AutoCAD 2013 (Fig. 3).

El análisis estadístico se realizó con el programa informático SPSS 18 con un nivel de confianza del 95% y se consideraron estadísticamente significativos aquellos resultados de comparación con un valor de $p < 0,05$. En cuanto al área de corte, se usaron el Test de Levene para comparar varianzas, el Test ANOVA y de Welch para comparar medias, y los Test de Tukey, Bonferroni y Games-Howell para estudiar diferencias entre grupos. Para el mantenimiento de la morfología de los conductos y las zonas no instrumentadas, se utilizó el Test Chi-Cuadrado de Pearson.

RESULTADOS

Durante el estudio no se fracturó ninguna lima. Las áreas de corte fueron calculadas restando al área de preinstrumentación su correspondiente área de postinstrumentación, se muestran en la Tabla 1. En el tercio coronal, Protaper Next fue el sistema que mayor área de corte produjo ($1,13 \pm 0,26 \text{ mm}^2$). Sin embargo, en los tercios medio y apical fue Reciproc el que eliminó mayor cantidad de dentina ($0,45 \pm 0,06 \text{ mm}^2$ y $0,28 \pm 0,03 \text{ mm}^2$, respectivamente), al igual que en la valoración global ($0,69 \pm 0,13 \text{ mm}^2$). En la Tabla 1 se observa que en el tercio coronal se obtuvieron diferencias significativas entre F360 vs Protaper Next y Reciproc ($p = 0,001$ y $0,003$). En tercio medio, se determinaron entre Reciproc y F360 ($p = 0,017-0,019$). En el tercio apical, se lograron diferencias significativas entre Protaper Next vs i-Race y Reciproc ($p = 0,007-0,008$ y $0,000$). Por otra parte, globalmente también se alcanzaron diferencias significativas entre F360 y Reciproc ($p = 0,008$).

Respecto al mantenimiento de la anatomía de los conductos (Tabla 2), Protaper Next obtuvo mayor porcentaje de dientes en tercio coronal (90%), Reciproc y Protaper Next en tercios medio y apical (93,33% y 96,67%). En tercio coronal, se observaron diferencias significativas entre Protaper Next y Reciproc vs i-Race, siendo el porcentaje de Protaper Next y Reciproc significativamente mayor al de i-Race. Además, en el mismo tercio se determinaron diferencias significativas entre Protaper Next vs F360 e i-Race, siendo el porcentaje del primer significativamente mayor al de F360 e i-Race.

En relación a las zonas no instrumentadas (Tabla 3), Protaper Next obtuvo menor porcentaje de dientes en todos los tercios, 10%, 3,33% y 0% respectivamente. No obstante, no se encontraron diferencias significativas entre los sistemas estudiados.

DISCUSIÓN

En este estudio se ha comparado la acción de las limas de calibre #25 de 4 sistemas distintos de instrumentación rotatoria, con conicidad, movimiento de rotación, diseño, velocidad y torque diferentes, factores importantes de cara al efecto de la lima sobre la dentina de las paredes del conducto y, en definitiva, sobre el tratamiento de conductos radiculares. En la presente investigación, se evaluaron 3 zonas de la longitud total del conducto, la coronal, la medial y la apical, al igual que en una investigación de Testa y cols. (21).

La primera variable analizada, el área de corte, ha sido determinada a lo largo del tiempo de diferentes maneras y con diversos instrumentos, tales como el sistema AutoCAD, el microscopio estereoscópico, las radiografías, la tomografía computadorizada o el microscopio electrónico, entre otros (22). Actualmente, la μ -CT es la referencia en este tipo de estudios (23), ya que permite la evaluación todo el conducto radicular, pero su principal inconveniente es su alto coste. En esta investigación se ha utilizado el AutoCAD, que es utilizado por arquitectos para el diseño de estructuras y edificios, y el microscopio estereoscópico SMZ-2T.

Diferentes investigadores han utilizado el AutoCAD en endodoncia para estudiar distintos parámetros a los examinados en este estudio. En 2005, Gunday y cols. (24) calcularon la

torsión y la fatiga cíclica de limas endodóncicas con AutoCAD. Por otra parte, en 2012 Kim y cols. (25) utilizaron el AutoCAD para calcular la curvatura radicular. En una investigación de Durán-Sindreu y cols. (26), el AutoCAD se utilizó para examinar el transporte apical, al igual que en otro estudio de Silva e Souza y cols. (27) en 2014. En cambio, en esta investigación se utilizó para examinar el área de corte en mm², y el mantenimiento de la anatomía de los conductos radiculares y las zonas no instrumentadas en porcentajes de dientes.

En el presente estudio, usando AutoCAD 2013, se ha comparado la cantidad de dentina eliminada, medida como área de corte, de la lima #25 de los sistemas F360, i-Race, Protaper Next y Reciproc, encontrándose que Protaper Next produjo mayor área de corte en el tercio coronal ($p < 0,05$), y Reciproc globalmente y en los tercios medio y apical ($p < 0,05$).

Grande y cols. (28) examinaron EndoEZE AET (Ultradent, South Jordan, Estados Unidos) y Protaper Universal (PTU) (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza) con AutoCAD 2000, encontrando diferencias significativas a favor de EndoEZE AET en los tercios coronal y medio, pero en tercio apical fueron similares. En 2013, Talati y cols. (29) compararon la capacidad de desbridamiento de Mtwo (VDW Dental, Munich, Germany) y Race, y determinaron diferencias significativas en contra de Race. Por otro lado, Al-Manel y cols. (30), estudiaron el área de corte de TF (SybronEndo, Orange, United States) y Profile GTX (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza), pero los autores concluyeron que no existían diferencias significativas entre ambos sistemas. Al igual que Talati y cols. (29), se determinaron diferencias significativas en esta investigación, al contrario que en el trabajo de Al-Manel y cols. (30). A diferencia de Grande y cols. (28), en este estudio se obtuvieron diferencias significativas en el tercio apical. En el tercio coronal, Protaper Next obtuvo el mayor área de corte. Globalmente y en los tercios medio y apical, Reciproc produjo el mayor área de corte. Sin embargo, F360 fue el sistema menos eficaz globalmente y en los tercios coronal y medio, y en el tercio apical lo fue Protaper Next.

Zeng y cols. (31) estudiaron la capacidad de conformación de Reciproc, One Shape (MicroMega, Besançon, France), Mtwo y Revo-S (MicroMega, Besançon, Francia) con tomografía computerizada a calibre #25. En cuanto a la dentina eliminada, los autores encontraron que el sistema Reciproc tiene una mayor área de corte que One Shape y Mtwo. Al igual que Zeng y cols. (31), en este trabajo Reciproc también fue superior a los demás sistemas en el área de corte. Celikten y cols. (32) compararon la cantidad de dentina eliminada de Protaper Next y Mtwo utilizando un μ -CT. Los autores concluyeron que no existían diferencias significativas al examinar la cantidad de dentina eliminada. No obstante, en esta investigación se concluyeron diferencias significativas a favor de Protaper Next en relación al área de corte en el tercio coronal. En otro estudio en el que también se utilizó un μ -CT, Ahmetoglu y cols. (33) realizaron una investigación en la que examinaron la cantidad de dentina eliminada por SAF (ReDent-Nova, Ra'anana, Israel), Reciproc y Revo-S en dientes multirradiculares, y determinaron resultados similares para todos los sistemas. En cambio, los resultados de este estudio difieren de los de Ahmetoglu y cols. (33), obteniendo Reciproc diferencias significativas globalmente y en los tercios medio y apical.

Moura-Netto y cols. (34), analizaron el área de corte PTU y EndoEZE AET con un μ -CT SkyScan 1172 (SkyScan, Kontich, Bélgica), concluyendo que PTU eliminaba menos dentina que EndoEZE AET significativamente. Sin embargo, Herrero Moraes y cols. (35) examinaron la eficacia de desbridamiento de K3 (SybronEndo, Orange, Estados Unidos), Mtwo y PTU con una balanza analítica (Bioprecisa, São Paulo, Brasil) que proporcionaba

los resultados en gramos, concluyendo que K3 fue el menos eficaz y PTU el más eficaz. En este estudio, al igual que Moura-Netto y cols. (34) y Herrero Moraes y cols. (35), se determinaron diferencias significativas en el área de corte, pero a diferencia de Herrero Moraes y cols. (35), las mediciones se realizaron en mm².

Versiani y cols. (36), examinaron el área de corte de PTU, Wave One (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza), Reciproc y SAF con el software CTAn v.1.12 (SkyScan, Kontich, Bélgica), haciendo 14 cortes transversales a los dientes con un μ -CT SkyScan 1174v2 (SkyScan, Kontich, Bélgica). Los autores concluyeron que Wave One fue más eficaz con una media de 0,35mm². Reciproc obtuvo una media de 0,30mm², y SAF de 0,17mm². En esta investigación, se dividieron las raíces en tercios coronal, medio y apical, y Reciproc obtuvo una media de 0,69 mm², más del doble que en el estudio de Versiani y cols. (36), obteniendo igualmente también medias mayores F360, i-Race y Protaper Next, 0,44 mm², 0,56 mm² y 0,65 mm² respectivamente, probablemente porque realizaron 14 cortes transversales y en esta investigación sólo se realizaron 3, siendo Reciproc en este caso más eficaz globalmente y en tercios medio y apical.

Por otra parte, Yoo y cols. (22) publicaron una investigación en la cual compararon el mantenimiento de la anatomía de los conductos radiculares de Reciproc, Wave One, PTU y las limas K, superponiendo en 2 capas las imágenes preoperatorias y postoperatorias que fueron realizadas con un microscopio, determinando que no existían diferencias significativas. En cambio, en este estudio Protaper Next y Reciproc fueron más eficaces estadísticamente que F360 e i-Race.

En un estudio publicado por Paqué y cols. (37), se examinaron las zonas no instrumentadas de FlexMaster (VDW, Múnich, Alemania), GT-Rotary (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza), Lightspeed (SybronEndo, Orange, United States), ProFile, PTU y limas K en el tercio apical de molares maxilares mediante μ -CT. Los autores observaron un rango de áreas no instrumentadas del 4% al 100%, siendo mayores en los conductos mesiovestibular y palatino que en el conducto distovestibular. Estadísticamente, GT-Rotary produjo significativamente mayor porcentaje de áreas no instrumentadas. Sin embargo, en este trabajo no se determinaron diferencias significativas en las zonas no instrumentadas entre los sistemas estudiados tanto en el tercio apical como en los tercios coronal y medio.

CONCLUSIONES

Reciproc fue superior a los demás sistemas en el área de corte. En cuanto al mantenimiento de la anatomía de los conductos radiculares, Protaper Next y Reciproc fueron más eficaces que F360 e i-Race. Respecto a las zonas no instrumentadas, no existieron diferencias significativas.

AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos a AEDE por la Beca Pregrado AEDE 2014. Agradecer también a las casas comerciales Komet Dental, Endovations-FKG Dentaire, Dentsply Maillefer y VDW el material aportado.

REFERENCIAS

1. Machado ME, Nabeshima CK, Leonardo MF, Reis FA, Britto ML, Cal S. Influence of reciprocating single-file and rotary instrumentation on bacterial reduction on infected root canals. *Int Endod J*, 2013; 46: 1083-7.
2. Marques da Silva, B, Baratto-Filho F, Leonardi DP, Henrique Borges A, Volpato L, Branco Barletta F. Effectiveness of ProTaper, D-RaCe, and Mtwo retreatment files with and without supplementary instruments in the removal of root canal filling material. *Int Endod J*, 2012; 45: 927-32.
3. Bürklein S, Hinschitza K, Dammaschke T, Schäfer E. Shaping ability and cleaning effectiveness of two single-file systems in severely curved root canals of extracted teeth: Reciproc and WaveOne versus Mtwo and ProTaper. *Int Endod J*, 2012; 45: 449-61.
4. Robberecht L, Colard T, Claisse-Crinquette A. Qualitative evaluation of two endodontic obturation techniques: tapered single-cone method versus warm vertical condensation and injection system an in vitro study. *J Oral Sci*, 2012; 54: 99-104.
5. Capar ID, Ertas H, Ok E, Arslan H, Ertas ET. Comparative study of different novel nickel-titanium rotary systems for root canal preparation in severely curved root canals. *J Endod*, 2014; 40: 852-6.
6. Berutti E, Chiandussi G, Paolino DS et al. Canal shaping with WaveOne Primary reciprocating files and ProTaper system: a comparative study. *J Endod*, 2012; 38: 505-9.
7. Khalilak Z, Alavi K, Akhlaghi NM, Mehrvarzfar P, Dadresanfar B. Canal-centring ability of three rotary file systems in simulated curved canals: A comparative study. *Indian J Dent Res*, 2009; 20: 400-3.
8. González Sánchez JA, Duran-Sindreu F, de Noé S, Mercadé M, Roig M. Centring ability and apical transportation after overinstrumentation with ProTaper Universal and ProFile Vortex instruments. *Int Endod J*, 2012; 45: 542-51.
9. Barankiewicz D, Pawlicka H. Shaping ability of Race rotary instruments – laboratory study. *J Stoma*, 2011; 64: 314-27.
10. Baratto Filho F, Leonardi DP, Zielak JC, Vanni JR, Sayão-Maia SM, Sousa Neto MD. Influence of ProTaper finishing files and sodium hypochlorite on cleaning and shaping of mandibular central incisors – a histological analysis. *J Appl Oral Sci*, 2009; 17: 229-33.
11. Pereira ES, Singh R, Arias A, Peters OA. In vitro assessment of torque and force generated by novel ProTaper Next Instruments during simulated canal preparation. *J Endod*, 2013; 39: 1615-9.
12. Arias A, Singh R, Peters OA. Torque and force induced by ProTaper Universal and ProTaper Next during shaping of large and small root canals in extracted teeth. *J Endod*, 2014; 40: 973-6.
13. Bürklein S, Benten S, Schäfer E. Shaping ability of different single-file systems in severely curved root canals of extracted teeth. *Int Endod J*, 2013; 46:590-7.

14. Bürklein S, Benten S, Schäfer E. Quantitative evaluation of apically extruded debris with different single-file systems: Reciproc, F360 and OneShape versus Mtwo. *Int Endod J*, 2013; 47: 405-9.
15. Da Silva FM, Kobayashi C, Suda H. Analysis of forces developed during mechanical preparation of extracted teeth using RaCe rotary instruments and ProFiles. *Int Endod J*, 2005; 38: 17-21.
16. Pasternak-Júnior B, Sousa-Neto MD, Silva RG. Canal transportation and centring ability of Race rotary instruments. *Int Endod J*, 2009; 42: 499-506.
17. Brau Aguade E. Propuesta de una secuencia clínica para un nuevo sistema de preparación de conductos radiculares: Race. *Ga Dent*, 2005; 163: 1-6.
18. Ruddle CJ, Machtou P, West JD. The shaping movement 5th generation technology. *Adv Endod*, 2013: 1-8.
19. Salas LR, Barzuna M. Preparación biomecánica utilizando la técnica recíproca con una sola lima. *Informe de un caso. Odont Vit*, 2012; 17: 43-7.
20. Yared G, Ramli A. Single file reciprocation: A literatura review. *ENDO*, 2013; 7: 171-8.
21. Testa R, Testa M, Di Pietro S, Salaverry G. Evaluación de la conformación de conductos radiculares obtenida mediante el uso de sistemas rotatorios: un estudio *ex vivo*. *Endodoncia*, 2011; 29: 119-25.
22. Yoo YS, Cho YB. A comparison of the shaping ability of reciprocating NiTi instruments in simulated curved canals. *Restor Dent Endod*, 2012; 37: 220-7.
23. Swain MV, Xue J. State of the art of Micro-CT applications in dental research. *Int J Oral Sci*, 2009; 1: 177-88.
24. Günday M, Sazak H, Garip Y. A comparative study of three different root canal curvature measurement techniques and measuring the canal access angle in curved canals. *J Endod*, 2005; 31: 796-8.
25. Kim HC, Kwak SW, Cheung GS, Ko DH, Chung SM, Lee W. Cyclic fatigue and torsional resistance of two new nickel-titanium instruments used in reciprocation motion: Reciproc versus WaveOne. *J Endod*, 2012; 38: 541-4.
26. Durán-Sindreu F, García M, Olivieri JG, Mercadé M, Morelló S, Roig M. A comparison of apical transportation between FlexMaster and Twisted Files rotatory instruments. *J Endod*, 2012; 38: 993-5.
27. Silva e Souza PA, das Dores RS, Tartari T, Pinheiro TP, Tuji FM, Silva e Souza MH Jr. Effects of sodium hypochlorite associated with EDTA and etidronate on apical root transportation. *Int Endod J*, 2014; 47: 20-5.

28. Grande NM, Plotino G, Butti A, Messina F, Pameijer CH, Somma F. Cross-sectional analysis of root canals prepared with NiTi rotary instruments and stainless steel reciprocating files. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 2007; 103: 120-6.
29. Talati A, Moradi S, Forghani M, Monajemzadeh A. Shaping ability of nickel-titanium rotary instruments in curved root canals. *Iran Endod J*, 2013; 8: 55-8.
30. Al-Manel KK, Al-Hadlag SM. Evaluation of the root canal shaping ability of two rotary nickel-titanium systems. *Int Endod J*, 2014; 47: 974-9.
31. Zeng Y, Gu L, Cai Y, Chen D, Wei X. [In vitro study of shaping ability of single-file techniques in curved canals]. *Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi*, 2014; 49: 657-61.
32. Celikten B, Uzuntas CF, Kursun S et al. Comparative evaluation of shaping ability of two nickel-titanium rotary systems using cone beam computed tomography. *BMC Oral Health*, 2015; 15: 32.
33. Ahmetoglu F, Keles A, Simsek N, Ocak MS, Yologlu S. Comparative evaluation of root canal preparations of maxillary first molars with self-adjusting file, reciproc single file, and revo-s rotary file: A micro-computed tomography study. *Scanning*, 2015; 37: 218-25.
34. Moura-Netto C, Palo RM, Camargo CH, Pameijer CH, Bardauil MR. Micro-CT assessment of two different endodontic preparation systems. *Braz Oral Res*, 2013; 27: 26-30.
35. Herrero Moraes S, Gonçalves M, Tanomaru Filho M, Bonetti Filho I. Cutting ability of nickel-titanium rotary systems ProTaper, Mtwo and K3. *RSBO*, 2012; 9: 177-82.
36. Versiani MA, Leoni GB, Steier L et al. Micro-CT study of oval-Shaped canals prepared with SAF, Reciproc, WaveOne and ProTaper systems. *J Endod*, 2013; 39: 1060-6.
37. Paqué F, Ganahl D, Peters OA. Effects of root canal preparation on apical geometry assessed by micro-computed tomography. *J Endod*, 2009; 35: 1056-9.

Tabla 1. Áreas de corte, en mm², de cada uno de los sistemas de limas estudiados (F360, i-Race, Protaper Next y Reciproc) a nivel de cada uno de los tercios radiculares (n =30) y análisis estadístico.

		Áreas preinstrumentación		Áreas postinstrumentación		Áreas de corte	
Tercio	Sistema	Media	Rango	Media	Rango	Media	Rango
Coronal	F360	1,48±0,23	1,25-1,71	2,26±0,28	1,98-2,54	0,78±0,14*	0,64-0,92
	i-Race	1,69±0,38	1,31-2,07	2,72±0,38	2,34-3,10	1,03±0,19	0,84-1,22
	P.Next	1,25±0,21	1,04-1,46	2,64±0,28	2,36-2,92	1,39±0,26*	1,13-1,65
	Reciproc	1,32±0,24	1,08-1,56	2,65±0,39	2,26-3,04	1,33±0,27*	1,06-1,60
Medio	F360	0,65±0,14	0,51-0,79	0,97±0,18	0,79-1,15	0,32±0,07**	0,25-0,39
	i-Race	0,64±0,10	0,54-0,74	1,05±0,14	0,91-1,19	0,41±0,07	0,34-0,48
	P.Next	0,50±0,07	0,43-0,57	0,89±0,09	0,80-0,98	0,39±0,04	0,35-0,43
	Reciproc	0,54±0,10	0,44-0,64	0,99±0,10	0,89-1,09	0,45±0,06**	0,39-0,51
Apical	F360	0,31±0,05	0,26-0,36	0,53±0,07	0,46-0,60	0,22±0,04★	0,18-0,26
	i-Race	0,29±0,05	0,24-0,34	0,54±0,06	0,48-0,60	0,25±0,05	0,20-0,30
	P.Next	0,24±0,03	0,21-0,27	0,40±0,04	0,36-0,44	0,16±0,03★	0,13-0,19
	Reciproc	0,25±0,05	0,20-0,30	0,53±0,04	0,49-0,57	0,28±0,03★	0,25-0,31
Global	F360	0,82±0,13	0,69-0,95	1,26±0,19	1,07-1,45	0,44±0,07★★	0,37-0,51
	i-Race	0,88±0,18	0,70-1,06	1,44±0,24	1,20-1,68	0,56±0,10	0,46-0,66
	P.Next	0,66±0,12	0,54-0,78	1,31±0,22	1,09-1,53	0,65±0,14	0,51-0,79
	Reciproc	0,71±0,13	0,58-0,84	1,40±0,23	1,17-1,63	0,69±0,13★★	0,56-0,82
Análisis estadístico							
Tercio	Levene	ANOVA	Welch	Bonferroni	Tukey	Games-Howell	
Coronal	0,051	0,000	-	<u>F-N</u> 0,001 <u>F-R</u> 0,003	<u>F-N</u> 0,001 <u>F-R</u> 0,003	-	
Medio	0,087	0,024	-	<u>R-F</u> 0,019	<u>R-F</u> 0,017	-	
Apical	0,085	0,000	-	<u>N-iR</u> 0,008 <u>N-R</u> 0,000	<u>N-iR</u> 0,007 <u>N-R</u> 0,000	-	
Global	0,000	-	0,003	-	-	<u>F-R</u> 0,008	

* p < 0,05 Coronal: F360 vs Protaper Next y Reciproc

** p < 0,05 Medio: F360 vs Reciproc

★ p < 0,05 Apical: Protaper Next vs i-Race y Reciproc

★★ p < 0,05 Global: F360 vs Reciproc

Tabla 2. Mantenimiento de la anatomía del conducto en porcentajes de dientes de cada uno de los sistemas de limas estudiados (F360, i-Race, Protaper Next y Reciproc) a nivel de cada uno de los tercios radiculares (n = 30).

Mantenimiento de la anatomía de los conductos	Sistema	Coronal	Medio	Apical	Chi-Cuadrado
	F360	73,33%	86,67%	86,67%	0,015★
	i-Race	60%	90%	93,33%	0,234
	Protaper Next	90%	93,33%	96,67%	0,126
	Reciproc	83,33%	93,33%	96,67%	0,022★★
	Chi-Cuadrado	0,034*	0,783	0,393	

* p < 0,05 Coronal.

★ p < 0,05: Protaper Next y Reciproc vs i-Race.

★★ p < 0,05: Protaper Next vs F360 e i-Race.

Tabla 3. Zonas no instrumentadas en porcentajes de dientes de cada uno de los sistemas de limas estudiados (F360, i-Race, Protaper Next y Reciproc) a nivel de cada uno de los tercios radiculares (n = 30).

Zonas no instrumentadas del conducto	Sistema	Coronal	Medio	Apical
	F360	16,67%	10%	3,33%
	i-Race	33,33%	10%	6,67%
	Protaper Next	10%	3,33%	0%
	Reciproc	16,67%	6,67%	3,33%
	Chi-Cuadrado de Pearson	0,138	0,692	0,417

Fig. 1: Análisis con AutoCAD de tercios radiculares.

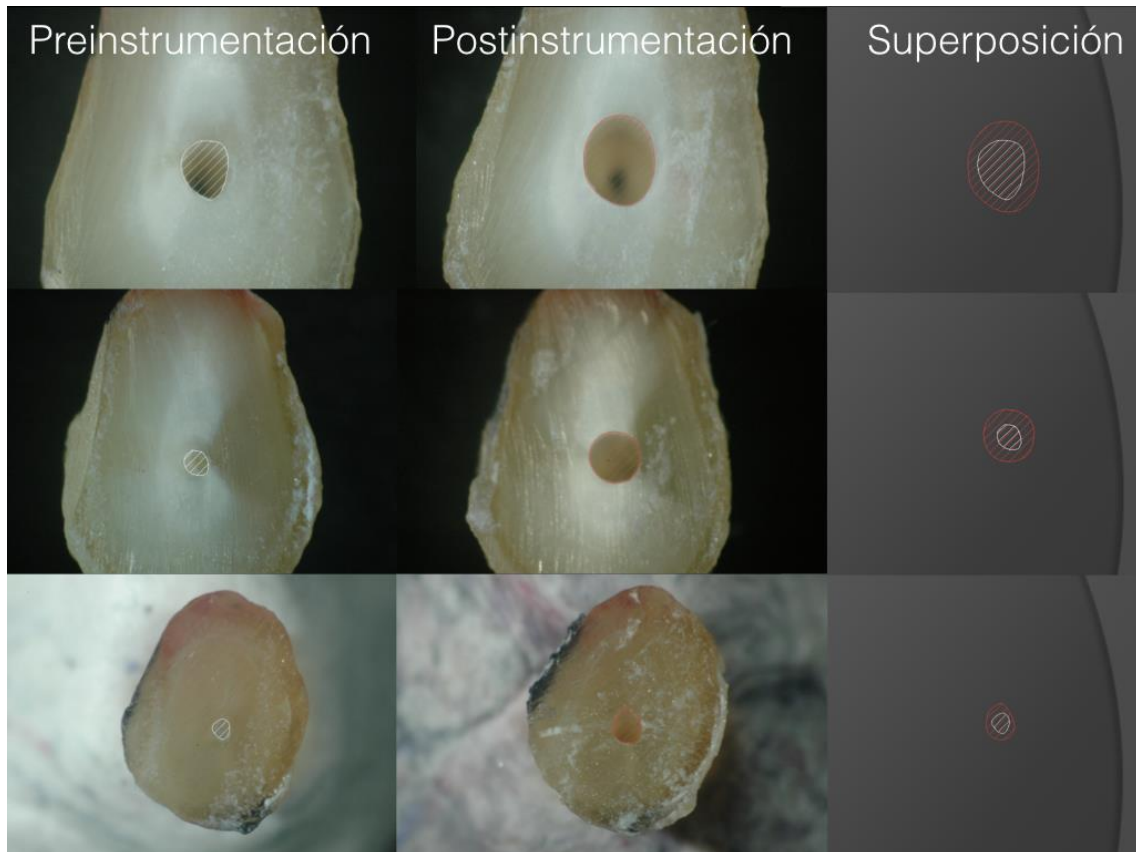


Fig. 2: Ejemplo de negativo en el mantenimiento de la anatomía de los conductos radiculares en tercio apical.



Fig. 3: Ejemplo de positivo de zonas no instrumentadas en tercio medio.

