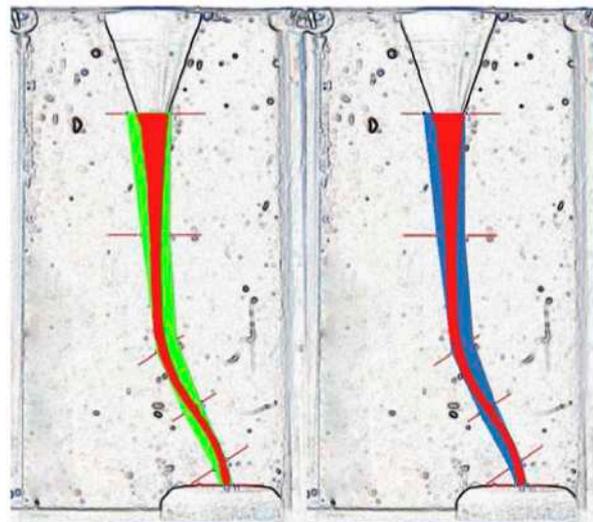




VNIVERSITAT E VALÈNCIA

ANÁLISIS DE LOS FACTORES QUE INFLUYEN EN EL APRENDIZAJE DEL USO DE LOS INSTRUMENTOS ENDODÓNTICOS ROTATORIOS



Estudios de doctorado cursados: 3048 Odontología

Doctoranda:

Estefanía Muñoz Chávez

Dirección:

Prof. Dr. D. Leopoldo Forner Navarro

Profa. Dra. Da. María Del Carmen Llena Puy

Valencia, Marzo de 2017



VNIVERSITAT DE VALÈNCIA

D. Leopoldo Forner Navarro, Profesor Titular y D^a María Carmen LLena Puy, Profesora Titular, del Departamento de Estomatología de la Facultad de Medicina y Odontología de la Universitat de València,

hacen constar que,

la tesis doctoral titulada "Análisis de los factores que influyen en el aprendizaje del uso de los instrumentos endodónticos rotatorios", presentada por la graduada en Odontología D^a Estefanía Muñoz Chávez, ha sido realizada bajo nuestra dirección y reúne las condiciones necesarias para su presentación y defensa.

Lo que firmamos a los efectos oportunos,

A stylized, cursive signature in black ink, consisting of a large, sweeping loop followed by a few smaller strokes.

Prof. Dr. Forner Navarro

A cursive signature in black ink, starting with a large 'M' and ending with a long, sweeping underline.

Profa. Dra. LLena Puy

Valencia, 22 de marzo de 2017

Tesis doctoral:

Análisis de los factores que influyen en el aprendizaje del
uso de los instrumentos endodónticos rotatorios.

Autora:

Estefanía Muñoz Chávez
Graduada en Odontología

Dirección:

Prof. Dr. D. Leopoldo Forner Navarro
Profa. Dra. Da. María Del Carmen Llena Puy

Universitat de València.

Facultat de Medicina i Odontologia.

Departament d'Estomatologia

Valencia, Marzo 2017

AGRADECIMIENTOS.

A los directores de esta tesis, el Dr. Leopoldo Forner Navarro y la Dr^a. M^a Carmen Llena Puy por su incalculable ayuda, tiempo y paciencia, y por enseñarme desde los primeros años de carrera a adquirir la pasión por la Endodoncia.

A Sandra Garcet por su ayuda e instrucción en el análisis estadístico.

A las 90 personas que han participado en la fase de instrumentación de los conductos.

A mi pareja, por su ayuda, comprensión y apoyo.

A mis padres, porque gracias a su generosidad y esfuerzo he llegado hasta aquí.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.	01
1.1. Evolución de los instrumentos rotatorios de corte.	02
1.2. Sistemas rotatorios de una sola lima y movimiento alternante.	08
1.2.1. Sistema Reciproc.	12
1.2.2. Sistema Wave One.	14
1.2.3. Sistema Wave One Gold.	16
1.2.4. Sistema One Shape.	18
1.2.5. Sistema F360.	19
1.2.6. Sistema Hyflex EDM One File.	21
1.3. El proceso de enseñanza/aprendizaje de los instrumentos endodónticos.	24
1.3.1. Revisión bibliográfica.	26
- Influencia del operador en el uso de las limas rotatorias.	30

- Comparación de la conformación de los conductos con limas manuales y rotatorias de Ni-ti en inexpertos.	33
- Sistemas de lima de Ni-ti activada por un motor de movimiento alternante.	36
1.4. Justificación.	37
1.5. Objetivo.	39
2. METODOLOGÍA.	41
2.1. Influencia de la experiencia.	42
2.1.1. Instrumentación de los conductos.	44
2.1.2. Recogida de datos.	45
2.1.3. Análisis estadístico.	48
2.2. Cálculo de los tamaños muestrales adecuados.	51
2.2.1. Cálculo del tamaño de la muestra.	52
2.2.2. Instrumentación de los conductos.	58
2.2.3. Recogida de datos.	58

2.2.4. Análisis estadístico.	61
2.3. Influencia de la curvatura del conducto en el aprendizaje.	62
2.3.1. Instrumentación de los conductos.	63
2.3.2. Recogida de datos.	64
2.3.3. Análisis estadístico.	66
3. RESULTADOS.	67
3.1. Influencia de la experiencia.	68
3.2. Cálculo de los tamaños muestrales adecuados y análisis de la curva de aprendizaje de los operadores.	74
3.3. Influencia de la curvatura del conducto en el aprendizaje.	79
4. CONCLUSIONES FINALES.	88
5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	91

6. APÉNDICE DOCUMENTAL.	101
6.1. Publicaciones.	102
6.2. Comunicaciones en congresos.	102

SÍMBOLOS, ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS

BR.: Bloques de resina.

D.: Dientes naturales.

E.: Expertos.

Fig.: Figura.

I.: Inexpertos.

M.: Limas manuales.

R.: Limas rotatorias.

Ni-Ti: Níquel – Titanio.

LISTA DE TABLAS Y FIGURAS

TABLAS

1. Sistemas rotatorios de lima única que hay en el mercado.
2. Diámetros y conicidades de las limas Reciproc.
3. Comparación entre los sistemas de lima única y movimiento alternante
4. Comparación entre los sistemas de lima única y movimiento continuo.
5. Limas empleadas, técnicas de comparación y conductos instrumentados en los artículos seleccionados.
6. Transporte del canal, limas fracturadas y tiempo empleado en la instrumentación de los conductos en los artículos que determinan la influencia del operador en el uso de limas rotatorias de Ni-Ti.
7. Transporte del conducto, limas fracturadas y tiempo empleado en la instrumentación de los conductos en los artículos seleccionados que comparan el uso de limas manuales y rotatorias de Ni-Ti en inexpertos.
8. Porcentaje de aumento del conducto por segmentos.
9. Desviación del conducto hacia la izquierda y derecha por segmentos.

10. Resultados del tiempo (en minutos) de instrumentación obtenidos por el grupo experto e inexperto.
11. Resultados del porcentaje de desviación del conducto obtenidos por el grupo experto e inexperto.
12. Tabla resumen de los resultados obtenidos.
13. Resultados del porcentaje de desviación del conducto obtenidos por el grupo experto e inexperto.
14. Resultados del tiempo (en minutos) de instrumentación obtenidos por el grupo experto e inexperto.

FIGURAS

1. Pieza de mano Giromatic (Micro Mega) y sus limas rotatorias.
2. Limas del sistema Reciproc. R25 (roja), R40 (negra) , R50 (amarilla).
3. Sección transversal en forma de S de las limas Reciproc.
4. Motor VDW Silver Reciproc.
5. Representación del movimiento alternante realizado por el sistema Reciproc.
6. Limas del sistema Wave One. Small (roja), Primary (amarilla) , Large (negra).

7. Sección transversal de las limas del sistema Wave One, a 3mm de la punta (A) y en la zona coronal (B).
8. Limas del sistema Wave One Gold. Small (amarilla), Primary (roja), Medium (verde), Large (blanca).
9. Lima One Shape (25.06).
10. Variación de la sección transversal de la lima One Shape del milímetro 1,5 (1) al 12 (5).
11. Lima del tamaño 025 del sistema F360.
12. Sección transversal de doble "S" del sistema F360.
13. LimaHyFlex One File 25, del sistema HyFlex EDM.
14. Fotografía del conducto sin instrumentar (A) e instrumentado (B).
15. Combinación de la fotografía antes y después de instrumentar, después del filtro "hallar bordes" y con los segmentos trazados.
16. Mediciones realizadas con el programa Image J (National Institutes of Health, Bethesda, Maryland).
17. Fotografía antes de la instrumentación (A), después de la instrumentación (B) y superposición de ambas imágenes tras ser tratadas (C).
18. Combinación de la fotografía antes y después de instrumentar, después del filtro "hallar bordes" y con los segmentos trazados. "A" Medición del conducto antes de ser instrumentado, "B" Medición del conducto después de la instrumentación.
19. Conductos simulados a partir de las medias.

20. Aumento del tercer segmento donde A es la desviación izquierda y B la derecha, en esta imagen podemos apreciar el mayor desgaste de la vertiente interna de la primera curvatura.

1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN.

La preparación de conductos radiculares tiene como objetivo, en primer lugar, la modificación de su morfología, respetando al máximo la anatomía interna original, de manera que los conductos adquieran una forma progresivamente cónica desde el orificio de entrada hasta el ápice, manteniendo la posición y el diámetro de la constricción del orificio apical. Con ello se favorece el segundo objetivo, la limpieza completa del contenido del conducto (tejido pulpar, bacterias, componentes antigénicos y restos hísticos necróticos) y su desinfección [Vilas B, 2016].

1.1. EVOLUCIÓN DE LOS INSTRUMENTOS ROTATORIOS DE CORTE.

En 1838, Maynard creó el primer instrumento endodóntico, con el objetivo de limpiar y ensanchar el

conducto radicular, aumentando su diámetro mediante el aumento progresivo de los instrumentos [Maynard, 1967].

Inicialmente, la instrumentación se logró mediante limas manuales de acero al carbono, que fueron sustituidas en 1961 por las de acero inoxidable, debido a sus mejores propiedades [Lopes *et al.*, 1998].

En ese periodo no existía un consenso entre los fabricantes sobre la forma, tipo y características de la parte activa de los instrumentos endodónticos [García *et al.*, 2004]. No fue hasta 1955, cuando Ingle introdujo las normas de estandarización en el aumento secuencial de los diámetros [Ingle, 1955] y en 1958, junto con Levine sugirieron que tanto los instrumentos como los conos de gutapercha debían fabricarse con uniformidad de diámetro y longitud, así como con patrones de normalización en la conicidad y en otros parámetros dimensionales [Ingle *et al.*, 1958].

Finalmente, en 1981, tras la aprobación de la especificación nº28 de la ADA, por la Asociación Americana de la Estandarización, se logró la normalización de los mismos (Council on Dental Materials and Devices, 1976).

Tradicionalmente, se ha empleado la técnica *step-back* o ápico-coronal para la instrumentación de los conductos radiculares con limas manuales. Esta técnica, descrita por Clem en 1969, consiste en la instrumentación del conducto del ápice a la corona, reduciendo de forma progresiva y gradual, la longitud de trabajo conforme se aumenta el calibre de los instrumentos, permitiendo un menor diámetro en la porción apical y mayor en el tercio coronario [Clem WH, 1969].

Empiezan a surgir también los primeros sistemas de pieza de mano automatizados, accionados mediante micromotor neumático, los cuales generaban riesgos operatorios, como la fractura del instrumento. De este modo, se empezó a pensar en una nueva generación de limas,

fabricadas con otras aleaciones, que aportaran al instrumento una mayor flexibilidad [Leonardo et al, 2002].

La aleación de níquel-titanio (Ni-Ti), que presenta aproximadamente el 55% de níquel y el 45% de titanio, fue utilizada por primera vez en la industria naval en el 1963 y por la NASA principalmente para la fabricación de antenas de naves espaciales [Leonardo *et al.*, 2002]. Pero no se le dio uso en odontología hasta 1971, para la confección de alambres ortodónticos, debido a su flexibilidad, menor módulo de elasticidad, alta energía almacenada durante su curvatura y gran resistencia a la fractura de torsión y flexión [Andreasen *et al.*, 1971].

La utilización de la misma en la confección de instrumentos endodónticos fue sugerida en 1975 [Civjan *et al.*, 1975], pero no fueron confeccionadas hasta 1988, por Walia, Brantlye y Gerstein, los cuales evaluaron sus propiedades físicas, y concluyeron que las limas de Ni-Ti presentaban dos o tres veces más flexibilidad, así como

mayor resistencia a la fractura por torsión, que las limas de acero inoxidable [Walia *et al.*, 1988].

Pronto empezaron a surgir los primeros conjuntos de instrumentos rotatorios fabricados a partir de esta aleación, el NT Sensor (NT Company, EE.UU.) y en poco tiempo, varios otros instrumentos rotatorios en níquel-titanio invadieron el mercado, como en el 1993 el sistema Lightspeed (Lightspeed Technology Inc.); en 1996 ProFile (Maillefer-Dentsply), Quantec (Tycom Inc) y Pow- R (Moyco Union Broach); en 1998 el sistema Hero 642 (Micromega); el sistema K³ Endo (Sybron Dental Specialties) y ProTaper (Maillefer-Dentsply) en 2001; y el sistema Mtwo (VDW) en 2003.

La aparición de las limas rotatorias supuso diferentes cambios, tanto en la técnica de instrumentación, como en diferentes parámetros dimensionales de las limas en sí.

Se comenzó a utilizar la técnica *crown-down* o coronoradicular, en la que instrumentos de mayor conicidad y

calibre preceden a instrumentos menores a medida que se desciende hacia el tercio apical, realizando así una preparación del tercio coronal hacia el tercio apical. Las ventajas de esta técnica son: una menor fricción de las limas rotatorias en el conducto, disminuyendo así la incidencia de fracturas, permitir una descontaminación progresiva del conducto sin la embolización de detritus [Kalra *et al.*, 2017], así como un acceso más directo al eliminar las interferencias en los tercios coronales, lo que facilita la preparación de conductos curvos [Morgan *et al.*, 1984].

El cambio dimensional más notorio en estas nuevas limas fue en la conicidad. Los fabricantes dejaron a un lado las recomendaciones propuestas por Ingle en 1958, en la que las limas debían tener una conicidad constante de 0,02 mm, para fabricar limas con diferencias en la conicidad que van desde el 1% al 20%, existiendo limas con conicidad constante, variable y sin conicidad [Cohen *et al.*, 2009; Gallego *et al.*, 2011].

1.2. SISTEMAS ROTATORIOS DE UNA SOLA LIMA Y MOVIMIENTO ALTERNANTE.

Con la llegada de las aleaciones de níquel-titanio, la idea de instrumentos rotatorios que pudiesen ser utilizados en el interior de los conductos radiculares, especialmente en conductos curvos floreció, así en 1964 se presentó la pieza de mano Giromatic® (Micro Mega), precursora de la instrumentación rotatoria actual (Figura 1), la cual efectuaba un movimiento alternante de rotación horaria de 45° y antihoraria de la misma magnitud.



Fig 1. Pieza de mano Giromatic (Micro Mega) y sus limas rotatorias.

Gracias a la aparición de estos instrumentos rotatorios, se simplificaron las técnicas endodónticas. En la búsqueda de simplificarlas aún más, Yared en 2008 introdujo un nuevo concepto para la instrumentación de conductos, el uso de una única lima de Ni-Ti.

La técnica descrita implicaba primero el uso de una lima K manual del número 8 para permeabilizar el conducto, y posteriormente la lima F2 del sistema rotatorio ProTaper (Tulsa, Dentsply, Tulsa, OK, USA) con una rotación alternante horaria y antihoraria y movimientos de picoteo, sacando la lima del conducto al notar resistencia, para irrigar, permeabilizar y continuar con el mismo procedimiento hasta llegar a la longitud de trabajo.

Yared afirmaba en su artículo, que gracias a la rotación alternante, basada en las fuerzas balanceadas de Roane [Roane *et al.*, 1985], se podía reducir la fatiga del instrumento, reduciendo así la fractura por torsión de las limas, y disminuir el número de limas necesarias para la instrumentación completa del conducto, con la consiguiente repercusión económica. Además, mejoraba el centrado del conducto [Yared G, 2008].

Basándose en esa teoría, han aparecido en el mercado sistemas rotatorios de una sola lima de Ni-Ti y movimiento recíproco (tabla 1), desde 2010, como los

sistemas: Reciproc y, en estos momentos, Reciproc Blue (VDW GmbH, Múnich, Alemania), Wave One y posteriormente Wave One Gold (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suiza) , o con movimiento continuo, como One Shape (Micro Mega, Besançon, Francia), F360 (Komet, Brasseler GmbH & Co., Lemgo, Alemania) y Hyflex EDM One File (Coltène-Whaledent, Allstetten, Suiza).

Sistema	Limas	Movimiento
Reciproc	Única	Alternante
Wave One	Única	Alternante
Wave One Gold	Única	Alternante
One Shape	Única	Continuo
F360	Única/múltiple	Continuo
Hyflex EDM One File	Única /múltiple	Continuo

Tabla 1. Sistemas rotatorios de lima única.

1.2.1. Sistema Reciproc.

El sistema Reciproc consta de 3 instrumentos, R25, R40, R50 (figura 2). Están fabricadas con NiTi M-Wire, lo que ofrece una mayor flexibilidad y resistencia a la fatiga cíclica, en comparación a los instrumentos normales de Ni-Ti [Lim, 2012]. Presentan una sección transversal en forma de S (figura 3) y conicidad regresiva (tabla 2).



Fig 2. Limas del sistema Reciproc. R25 (roja), R40 (negra), R50 (amarilla).

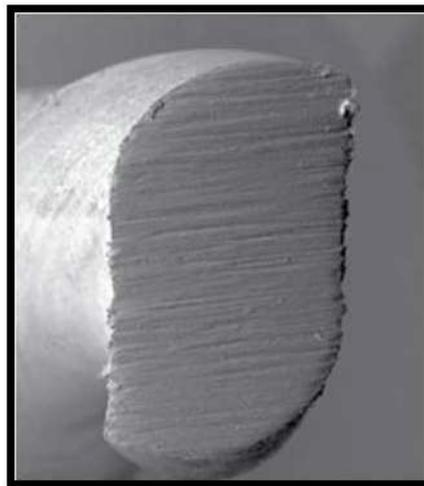


Fig 3. Sección transversal en forma de S de las limas Reciproc.

Lima	Diámetro en la punta	Diámetro en D16	Conicidad en los primeros 3 mm
R25	0,25 mm	1,05 mm	8%
R40	0,40 mm	1,10 mm	6%
R50	0,50 mm	1,17 mm	5%

Tabla 2. Diámetros y conicidades de las limas Reciproc.

El motor VDW Silver Reciproc (figura 4), permite que el sistema realice un movimiento alternante, que consiste en un impulso del instrumento en primer lugar en una dirección de corte y luego se produce un giro en sentido inverso para liberar el instrumento. El ángulo en la dirección de corte (figura 5) es mayor (150°) que el ángulo en sentido inverso (50°), de forma que el instrumento avanza continuamente hacia el ápice [Plotino *et al.*, 2012].



Fig 4. Motor VDW Silver Reciproc.

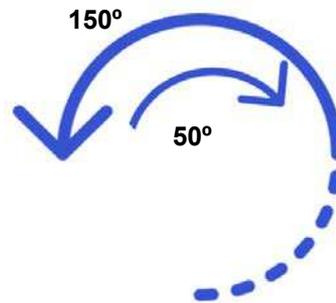


Fig 5. Representación del movimiento alternante realizado por el sistema Reciproc.

1.2.2. Sistema Wave One.

El sistema Wave One consta de 3 instrumentos: “Small” (21.06) para conductos estrechos y curvos, “Primary” (25.08) para conductos amplios, “Large” (40.08) para conductos muy amplios (figura 6). Trabaja realizando movimientos alternantes, siendo más amplia la rotación antihoraria que la horaria.



Fig 6. Limas del sistema Wave One. Small (roja), Primary (amarilla) , Large (negra).

Están fabricadas de NiTi M-Wire, al igual que el sistema Reciproc. Presentan una sección transversal variable (figura 7), siendo triangular convexa de D9 a D16 y triangular con concavidades de D1 a D8, lo que mejora la flexibilidad del instrumento [Pedullà *et al.*, 2011].

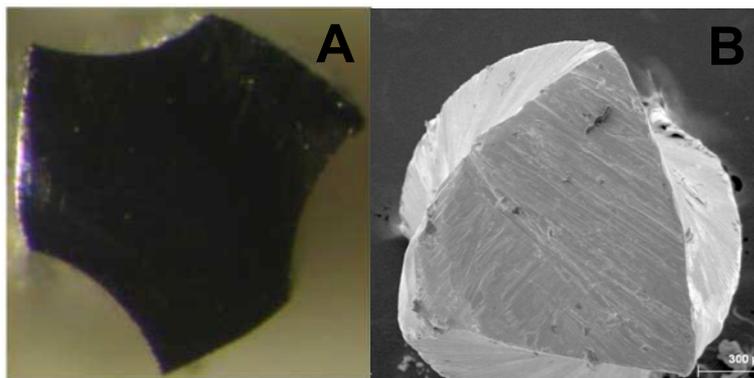


Fig 7. Sección transversal de las limas del sistema Wave One, a 3mm de la punta (A) y en la zona coronal (B).

1.2.3. Sistema Wave One Gold.

El sistema Wave One Gold está formado por 4 instrumentos (figura 8): “Small” (20.07), “Primary” (25.07), “Medium” (35.06) y “Large” (45.05).

Presentan una sección en paralelogramo con aristas de 85°. La sección es rectangular para reducir la masa del instrumento y proporcionar espacio para liberar detritus del conducto. Además, esta sección deja aristas libres, minimizando el estrés torsional del instrumento, evitando el bloqueo [Berutti *et al.*, 2003].

El sistema trabaja con el mismo movimiento alternante que las Wave One y están fabricadas en NiTi M-Wire, lo novedoso es el tratamiento térmico posterior a su fabricación, en el que el instrumento es repetidamente calentado y enfriado, dándole un color dorado característico y proporcionándole mayor flexibilidad y resistencia a la fatiga cíclica [Pedullà *et al.*, 2017].



Fig 8. Limas del sistema Wave One Gold. Small (amarilla), Primary (roja), Medium (verde), Large (blanca).

Sistema	Reciproc	Wave One	Wave One Gold
Casa comercial	VDW	Dentsply-Maillefer	Dentsply-Maillefer
Rotación	Alternante	Alternante	Alternante
Instrumentos	R25 (25.08) R40 (40.06) R50 (50.05)	Small (21.06) Primary (25.08) Large (40.08)	Small (20.07) Primary (25.07) Medium (35.06) Large (45.05)
Sección transversal	“S”	Triangular convexa/ triangular con concavidades	Paralelogramo
Aleación	NiTi M-Wire	NiTi M-Wire	NiTi- MWire con tratamiento térmico

Tabla 3. Comparación entre los sistemas de lima única y movimiento alternante

1.2.4. One Shape.

El sistema One Shape (figura 9) está formado por una única lima ISO 25 y conicidad del 6%, opcionalmente se pueden emplear limas de acabado apical, la One Shape Apical 1 (30.06) o la One Shape Apical 2 (37.06). Este sistema trabaja realizando un movimiento continuo, a diferencia de los sistemas Reciproc o Wave One.



Fig 9. Lima One Shape (25.06).

La sección transversal es variable, en los 2 primeros milímetros desde la punta presenta una zona con 3 filos idénticos, de los 2 a los 9,5 mm es una zona de transición y de los 9,5 a los 16 mm es una zona de dos filos de corte

idénticos (figura 10). Este diseño proporciona una disminución del estrés axial de la lima (Diemer *et al.*, 2013).

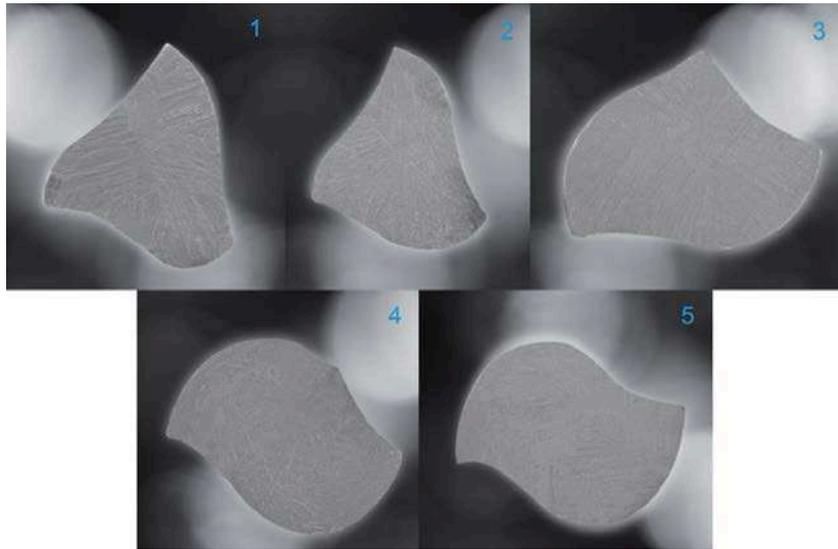


Fig 10. Variación de la sección transversal de la lima One Shape del milímetro 1,5 (1) al 12 (5).

1.2.5. Sistema F360.

El sistema F360 está formado por una lima de tamaño 25, que en caso de conductos estrechos es la única lima que se utilizaría para la preparación del conducto, pero en conductos más anchos se debería usar también la de tamaño 35 (figura 11).



Fig 11. Lima del tamaño 25 del sistema F360.

Por otra parte, en caso de conductos muy abiertos, pueden ser necesarias limas adicionales (45 y 55). Todas tienen una conicidad del 4%.

Este sistema está fabricado con Ni-Ti y las limas presentan una sección transversal en “S” (figura 12), la cual aporta mayor flexibilidad [Burklein et al, 2013].

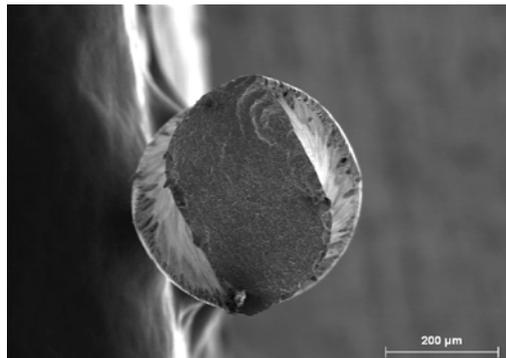


Fig 12. Sección transversal de doble “S” del sistema F360.

Trabaja con un movimiento continuo y la velocidad recomendada para todas las limas es de 250-350 rpm y un torque de 1,8N cm.

1.2.6. Sistema Hyflex EDM OneFile.

El sistema Hyflex EDM One File es un sistema de lima única formado por la lima HyFlex One File 25 y opcionalmente de la lima Orifice Opener 25.12 para ensanchar la parte coronal y las limas de acabado 40.04, 50.03 y 60.02 (Figura 13).



Fig 13. LimaHyFlex One File 25, del sistema HyFlex EDM.

El sistema está fabricado con Ni-Ti, pero poseen unas nuevas propiedades, gracias al proceso de fabricación por mecanizado con descarga eléctrica o EDM. Este proceso consiste en el contacto entre el material base y la herramienta eléctrica, ya que genera una potente descarga, las chispas generadas durante este proceso hacen que la superficie del material se funda y se evapore, creando una superficie con mayor flexibilidad y resistencia a la rotura.

Cuentan con un efecto de memoria controlada, que evita el esfuerzo durante la preparación, cambiando su forma en espiral. Tras el tratamiento con calor (por ejemplo del proceso de autoclavado) vuelven a recuperar su forma original, si esto no ocurriera deben ser desechadas, ya que aumenta el riesgo de fractura [Iacono *et al.*, 2017].

La sección transversal es variable, siendo triangular en la zona coronal, trapezoidal en la zona media y cuadrada en la zona de la punta del instrumento. Se recomienda utilizarla a 400rpm y un torque de 2,5Ncm y trabaja con una rotación continua.

Sistema	One Shape	F360	Hyflex EDM OneFile
Casa comercial	Micromega	Komet	Coltene
Rotación	Continua	Continua	Continua
Instrumentos	One Shape (25.06)	25.04	25.-
	OS Apical 1 (30.06)	35.04	25.12
	OS Apical 2 (37.06)	45.04	40.04
		55.04	50.03
			60.02
Sección transversal	Variable de D1 a D16	"S"	Triangular/Trapezoidal/Cuadrada
Aleación	NiTi	NiTi	NiTi

Tabla 4. Comparación entre los sistemas de lima única y movimiento continuo.

1.3. EL PROCESO DE ENSEÑANZA / APRENDIZAJE DE LOS INSTRUMENTOS ENDODÓNTICOS.

El interés por el aprendizaje del uso de los nuevos instrumentos endodónticos que han ido apareciendo en el mercado, ha llevado al desarrollo de diversos estudios.

Para el análisis de la conformación de los conductos, algunos estudios utilizan conductos simulados en bloques de metacrilato, mientras que otros usan dientes humanos, extraídos o no [Gluskin *et al.*, 2001; Peru *et al.*, 2006] o en estudios más actuales dientes impresos en 3D [Marening *et al.*, 2016]. Aunque el uso de dientes proporciona condiciones cercanas a la situación clínica, los bloques de resina y los dientes impresos en 3D son capaces de normalizar las condiciones y permiten una comparación directa. Sin embargo, presentan diferentes inconvenientes, como la generación de calor, lo cual

podría conducir a la fractura de los instrumentos [Yoo *et al.*, 2012].

Algunos de estos estudios han evaluado la preparación de conductos con limas manuales y diferentes sistemas rotatorios, tanto en operadores expertos como inexpertos, analizando en algunos casos, las diferencias entre ambos; llegando en ocasiones a afirmar que en manos inexpertas las limas manuales son más seguras que los sistemas rotatorios, por lo que es importante una fase preclínica antes de emplearlos [Alrahabi, 2015].

Los resultados obtenidos en la instrumentación con sistemas rotatorios de Ni-Ti por operadores inexpertos demostraron que existen más deformaciones y fracturas de los instrumentos [Al-Omari *et al.*, 2010; Yared *et al.* 2001, Yared *et al.*, 2002], pese a esto, otros estudios demuestran que los operadores inexpertos consiguen mejores resultados con la instrumentación rotatoria de Ni-Ti que con la manual [Gluskin *et al.*, 2001; Peru *et al.*, 2006; Sonntag *et al.*, 2003; Tu *et al.*, 2008], aunque la

experiencia y la práctica mejoran los resultados de la instrumentación [Baumann *et al.*, 1999; Mandel *et al.*, 1999; Reit *et al.*, 2007; Al-Omari *et al.*, 2010; Goldberg *et al.*, 2012].

Es por ello que muchas universidades han incorporado a sus planes de estudio los sistemas rotatorios, tanto a nivel teórico como práctico. Por este motivo, decidimos realizar una revisión bibliográfica acerca de la influencia de la experiencia en la conformación de conductos radiculares con instrumentos rotatorios de níquel-titanio.

1.3.1. Revisión bibliográfica.

Para la identificación de los estudios considerados en esta revisión bibliográfica se buscó en las base de datos MEDLINE. No hubo restricción de idioma, pero sólo cumplieron los criterios de búsqueda artículos en inglés y libros en español desde el año 1999 hasta el 2012.

Las palabras claves utilizadas fueron “education”, “root canal shaping”, “Ni-Ti rotatory files”, “students” y “single use”. Se excluyeron los artículos que no entraban en los límites establecidos y que, aunque contuvieran temas sobre la conformación de conductos con instrumentos rotatorios de Ni-Ti, no tenían en cuenta la experiencia de los operadores.

Los artículos seleccionados se pueden dividir en dos grupos dependiendo de sus objetivos. Por una parte están los que determinan la influencia del operador en el uso de las limas rotatorias de Ni-Ti y por otro los que comparan la conformación de conductos con limas manuales y rotatorias de Ni-Ti en inexpertos.

Los valores analizados fueron: la longitud de trabajo, los errores de conformación (deformidades apicales, codos y escalones), el transporte del conducto, la fractura de los instrumentos, el tiempo de trabajo, el bloqueo apical y el espesor de resina o de dentina eliminado, siendo las limas rotatorias ProFile (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suiza)

las más empleadas, aunque también fueron estudiadas otras (tablas 6 y 7), como las FlexMater [Sonntag *et al.*, 2003], las GT [Gluskin *et al.*, 2001], las ProTaper [Tu *et al.*, 2008] y las K3Endo [Al-Omari *et al.*, 2010].

Se compararon los conductos radiculares antes y después de la instrumentación, superponiendo las imágenes obtenidas con una cámara fotográfica en una posición fija, excepto en un caso [Baumann *et al.*, 1999] en el que se obtuvieron con una grabación de vídeo.

Sin embargo, algunos de los artículos seleccionados [Peru *et al.*, 2006; Gekelman *et al.*, 2009] evaluaron con tomografía computarizada la preparación de los conductos instrumentados con los sistemas rotatorios GT y ProTaper, por estudiantes pregraduados, obteniéndose resultados satisfactorios en ambos casos.

Los conductos simulados en bloques de resina son empleados por la mayoría de los autores para comparar la habilidad en la conformación de conductos entre expertos

e inexpertos o el empleo de limas manuales y rotatorias por operadores inexpertos (tabla 5)., aunque hay estudios que dicen que hay menos riesgo de fractura de las limas si se usan dientes extraídos [Bryant *et al.*, 1988].

	Limas manuales	Limas rotatorias	Técnica de comparación	Conductos
Gluskin et al.(2001)	Flexofiles	GT TM	Tomografía computarizada	54 en D
Sonntag et al.(2003)	Ni-Ti	FlexMaster	Fotografía	600 en BR
Sonntag et al. (2003)	Acero inox.	FlexMaster	Fotografía	210 en BR
Ming-Gene Tu et al.(2008)	Ni-Ti	ProTaper	Fotografía	138 en BR
Mandel et al.(1999)		ProFile	Fotografía	125 en BR
Baumann et al.(1999)		ProFile	Vídeo	102 en BR
Al-Omari et al.(2010)		ProFile K ³ Endo	Fotografía	160 en BR
Hänni et al.(2003)		ProFile	Fotografía	87 dientes
Mesgouez et al.(2003)		ProFile	Fotografía	100 en BR
Goldberg et al.(2012)		Wave One	Fotografía	90 en BR

Tabla 5. Limas empleadas, técnicas de comparación y conductos instrumentados en los artículos seleccionados (*D: dientes naturales, BR: bloques de resina*).

INFLUENCIA DEL OPERADOR EN EL USO DE LAS LIMAS ROTATORIAS.

De los artículos que tienen como objetivo determinar la influencia del operador en el uso de las limas rotatorias, sólo Baumann y cols. obtienen buenos resultados en la conformación de los conductos, no existiendo diferencias significativas en el número de limas fracturadas tanto por expertos como por inexpertos. En este artículo se realizaron cuatro grupos, formados por doce estudiantes de tercero de odontología, doce profesionales del departamento, un endodoncista y un estudiante capacitado, y se valoró la desviación de los 102 conductos simulados en bloques de resina e instrumentados con ProFile [Baumann *et al.*, 1999].

Sin embargo, la mayoría de los artículos confirman que la experiencia mejora el manejo de los instrumentos rotatorios y los resultados obtenidos en la conformación de conductos. En el artículo de Al-Omari y cols. se conformaron 80 conductos simulados en bloques de resina por un experto y otros 80 por 2 inexpertos con

limas ProFile y K3. Los resultados evidenciaron que los inexpertos tardaban más en realizar el tratamiento, eliminaban más resina del conducto, fracturaban más instrumentos, producían más transporte apical y les costaba más mantener la longitud de trabajo, por lo que llegaron a la conclusión de que los operadores inexpertos deberían usar instrumentos menos agresivos e ir probando otros a medida que van ganando experiencia [Al-Omari *et al.*, 2010].

Mandel y cols. llegan a la misma conclusión, pero esta vez dividiendo 125 conductos simulados en bloques de resina, en dos endodoncistas y tres dentistas generales, utilizando solo el sistema ProFile. Afirman que es necesaria la experiencia y el aprendizaje para obtener buenos resultados [Mandel *et al.*, 1999]. Hänni y cols. realizaron una observación en la facultad tras la introducción del sistema ProFile en los estudiantes de pregrado, los resultados mostraron que, durante el año

clínico, no se fracturó ningún instrumento, pero sí durante el curso preclínico [Hänni *et al.*, 2003].

	Transporte del conducto		Limas fracturadas		Tiempo (min)			
	E	I	E	I	E	I		
Mandel et al. (1999)	En el principio de la curva ProFile: 0.04 mm K ³ Endo: 0.06 mm		En el principio de la curva ProFile: 0.07 mm K ³ Endo: 0.09 mm		2	19		
Baumann et al. (1999)			6	5				
Al-Omari et al. (2010)			1	4	4.5	5.3		
Hänni et al. (2003)			0	11				
Mesgouez et al. (2003)					2.3	3		
Goldberg et al. (2012)	L	S	L	S	L	S		
	No hay diferencias significativas		0	8	0	0,43	0,53	1,01

Tabla 6. Transporte del canal, limas fracturadas y tiempo empleado en la instrumentación de los conductos en los artículos que determinan la influencia del operador en el uso de limas rotatorias de Ni-Ti (E: expertos, I: inexpertos).

Mesgouez y cols. centraron su artículo en la diferencia de tiempo necesario para realizar la conformación entre operadores expertos e inexpertos. Afirmaron que el tiempo necesario es inversamente proporcional a la experiencia [Mesgouez *et al.*, 2003].

COMPARACIÓN DE LA CONFORMACIÓN DE CONDUCTOS CON LIMAS MANUALES Y ROTATORIAS DE NI-TI EN INEXPERTOS.

Los artículos cuyo objetivo es comparar la conformación de conductos con limas manuales y rotatorias de Ni-Ti en inexpertos afirman en todos los casos que los resultados son mejores cuando los operadores usan instrumentos rotatorios de Ni-Ti.

Sonntag y cols. compararon las limas manuales de acero inoxidable Flexicut con las rotatorias Fex-Master, trabajando 210 conductos simulados por 21 estudiantes de pregrado. Afirmaron que la forma original del conducto se mantiene mejor con las limas rotatorias si son

empleadas por operadores inexpertos, pero que con ellas existe más riesgo de fractura [Sonntag *et al.*, 2003]. En otro artículo, el mismo autor compara las limas manuales y rotatorias de Ni-Ti conformando 150 conductos por 30 estudiantes de pregrado, las conclusiones son las mismas, pero en este caso no había diferencias significativas en el número de limas fracturadas [Sonntag *et al.*, 2003].

Gluskin y cols. compararon las limas manuales Flexofiles con las rotatorias GTTM obteniendo los mismos resultados que Sonntag obtuvo al comparar las limas manuales de acero inoxidable con las rotatorias [Gluskin *et al.*, 2001], al igual que otro estudio [Tu *et al.*, 2008] que comparó las limas manuales de Ni-Ti con las rotatorias ProTaper.

	Transporte del conducto		Limas fracturadas		Tiempo (min)	
	M	R	M	R	M	R
Gluskin et al. (2001)	Corona 0.12 mm 1/3 coronal 0.17 mm 1/3 apical 0.14 mm Ápice 0.08 mm	Corona 0.09 mm 1/3 coronal 0.12 mm 1/3 apical 0.06 mm Ápice 0.06 mm	0	2	23	6
Sonntag et al. (2003)	A 1mm del ápice- 80% A 2mm 56,2% A 5mm 34,3% A 7mm 26,7% A 9mm 24,8% A 11mm 29,5%	A 1mm 23,8% A 2mm 19,0% A 5mm 9,5% A 7mm 16,2% A 9mm 7,6% A 11mm 6,7%	2	14	24	12
Sonntag et al. (2003)	A 1mm del ápice- 47.5% A 2mm 41.5% A 5mm 33.8% A 7mm 74.3% A 9mm 13.3% A 11mm 23.6%	A 1mm 29.3% A 2mm 29.3% A 5mm 12.8% A 7mm 49.5% A 9mm 9.9% A 11mm 13.3%	2	6	13	8
Ming-Gen Tu et al.(2008)	A 0mm-0.2* A 2mm-0.5 A 3mm-0.5 A 4mm- 0.5 A 5mm-0.6	A 0mm-0.2 A 2mm-0.4 A 3mm-0.4 A 4mm- 0.4 A 5mm-0.5	1	0		

Tabla 7. Transporte del conducto, limas fracturadas y tiempo empleado en la instrumentación de los conductos en los artículos seleccionados que comparan el uso de limas manuales y rotatorias de Ni-Ti en inexpertos (M: limas manuales, R: limas rotatorias)

SISTEMAS DE LIMA DE NI-TI ACTIVADA POR UN MOTOR DE MOVIMIENTO ALTERNANTE.

En cuanto a los sistemas de una única lima de Ni-Ti activada por un motor de movimiento alternante, sólo encontramos un artículo en toda la bibliografía que evalúa las diferencias en la instrumentación entre operadores expertos e inexpertos [Goldberg *et al.*, 2012]. En él se utiliza el sistema rotatorio de lima única y movimiento alternante Wave One para instrumentar tacos de resina de curvaturas doble y simple.

Su estudio consistió en la evaluación del centrado del conducto en 3 grupos de operadores: el grupo 1 formado por un operador que instrumentó 30 conductos de curvatura simple, el grupo 2 formado por 30 operadores inexpertos, que instrumentaron 1 conducto de curvatura simple cada uno y el grupo 3, con el mismo operador experto que el grupo 1, que instrumentó 30 conductos de doble curvatura.

Los resultados obtenidos no mostraron diferencias significativas entre el operador experto y los inexpertos, por lo que afirmaron que es un buen sistema para ser empleado por operadores inexpertos, aunque la experiencia mejoraría los resultados.

1.4. JUSTIFICACIÓN.

Para realizar un correcto tratamiento endodóntico se debe conseguir una buena instrumentación de los conductos radiculares, lo cual requiere habilidad, destreza y entrenamiento.

Debido a la gran diversidad de sistemas de limas que existen el mercado y los nuevos que van apareciendo, tanto el/la profesional con más experiencia, como el/la menos experimentado/-a necesita una fase de adaptación y aprendizaje con cada uno de ellos.

Los estudios *in vitro* donde se evalúa la necesidad de aprendizaje en el manejo de los sistemas de

instrumentación, hasta ahora no han tenido en cuenta el hecho de que cuando un mismo operador prepara varios conductos a la vez está adquiriendo destreza en esta actividad y, por lo tanto, mejora su habilidad conforme aumenta el número de conductos preparados por él. Por otra parte, la práctica que adquieren los operadores no se ha podido analizar correctamente debido a la variabilidad en la metodología de los estudios previos. Algunos estudios analizan la conformación de conductos realizada por un gran número de operadores que instrumentan pocos conductos [Goldberg *et al.*, 2012], mientras otros analizan una gran cantidad de conductos instrumentados por pocos operadores [Mesgouez *et al.*, 2013; Al-Omari *et al.*, 2010].

Existen estudios en la literatura que analizan y justifican la necesidad del aprendizaje tanto con limas manuales como con sistemas rotatorios de limas múltiples, pero, hasta donde nosotros conocemos, sólo un artículo [Goldberg *et al.*, 2012] ha evaluado la influencia de la experiencia del

operador en la preparación de los conductos radiculares con los sistemas rotatorios de lima única, por lo que nuestro grupo de estudio consideró pertinente profundizar en este análisis [Muñoz *et al.*, 2014].

1.5. OBJETIVOS.

1.5.1. Objetivo general.

El objetivo general es analizar algunos de los factores que pueden influir en el proceso de enseñanza/aprendizaje del uso de nuevos instrumentos endodónticos de lima única y movimiento alternante.

1.5.2. Objetivos específicos.

Los objetivos específicos son:

- Evaluar la influencia de la experiencia del / de la operador/-a en la conformación de conductos

simulados con un sistema rotatorio alternante de níquel-titanio de lima única, evaluando la ampliación del conducto tras ser instrumentado y el tiempo empleado.

- Evaluar el nivel de aprendizaje progresivo en la preparación de los conductos durante el proceso de enseñanza de la instrumentación de conductos (utilizando bloques de metacrilato) con un sistema rotatorio de lima única y movimiento alternante y, de esta manera, establecer el número de bloques que debe instrumentar un/-a mismo/-a operador/-a hasta lograr un nivel de aprendizaje tras el cual no se observe mejora en su rendimiento.
- Evaluar la influencia del / de la operador/-a en la conformación de conductos radiculares con un sistema de lima única según la curvatura del conducto.

2. METODOLOGÍA

2. METODOLOGÍA.

2.1. INFLUENCIA DE LA EXPERIENCIA.

En primer lugar, realizamos un estudio para evaluar la influencia de la experiencia del operador en el uso de sistemas de lima única.

Para ello se instrumentaron sesenta conductos de doble curvatura simulados en tacos de metacrilato -A 177S 015 035- (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suiza) por 10 estudiantes de odontología sin experiencia en tratamientos de conductos y por 10 odontólogos en formación postgraduada en Endodoncia, todos ellos de la Universitat de València. Los estudiantes pregraduados recibieron solamente información teórica sobre el sistema de preparación de conductos, mientras que los estudiantes postgraduados ya conocían el sistema y tenían experiencia práctica con él.

La definición de operador experto e inexperto es variada. Estudios como los de Sonntag *et al.* (2003) y Tu *et al.* (2008) consideran inexpertos a cualquier estudiante sin experiencia en la preparación de conductos, otros a odontólogos generalistas [Mandel *et al.*, 1999] [Al-Omari *et al.*, 2010] y otros a estudiantes de diversos cursos de Odontología [Baumann *et al.*, 1999; Gluskin, 2001; Goldberg *et al.*, 2012]. Y se consideran expertos: desde endodoncistas con más de 20 años de experiencia [Al-Omari *et al.*, 2010] a operadores que simplemente conocen la técnica que se va a utilizar en el estudio [Mesgouez *et al.*, 2003; Goldberg *et al.*, 2012]. En nuestro estudio consideramos inexpertos a operadores sin ningún tipo de conocimiento en Endodoncia (estudiantes de primer y segundo año de Odontología). Los expertos fueron endodoncistas con más de 2 años de experiencia y con experiencia en el uso del instrumento utilizado.

Los bloques de acrílico con conductos simulados tenían las siguientes características: longitud de trabajo de 16

mm, radio de la primera curvatura de 5 mm con un ángulo de 28° y un radio de 4 mm en la segunda curvatura con un ángulo de 29° [Pruett *et al.*, 1997].

Empleamos bloques de resina, ya que multitud de estudios previos los utilizan para evaluar tanto la instrumentación con limas manuales como rotatorias, demostrándose que este modelo experimental es científicamente válido [Loizides *et al.*, 2006] y que permite una buena estandarización evitando las variables que pueden ser causadas por las diferencias en la anatomía y la dureza de la dentina de los dientes extraídos.

2.1.1. Instrumentación de los conductos.

Primero los conductos se irrigaron con agua y se permeabilizaron con una lima K del 10 a 16,5 mm, a continuación fueron instrumentados con la lima R25 del sistema Reciproc (VDW, Múnich, Alemania) con una longitud de trabajo de 16mm, utilizando el motor

endodóntico VDW Silver (VDW, Múnich, Alemania) a 10 ciclos de reciprocidad por segundo, lo que es equivalente, aproximadamente, a 300 rpm de giro continuo.

Las limas rotatorias se manejaron con una técnica coronoradicular, realizando tres movimientos de picoteo (avance-retroceso), para posteriormente irrigar con agua y permeabilizar con la lima K del 10, repitiendo este procedimiento hasta que el operador llegaba a la longitud de trabajo con la lima Reciproc.

2.1.2. Recogida de datos.

Los tacos fueron fotografiados antes y después de la instrumentación con la cámara Nikon D3000 (Nikon, Amsterdam, Países Bajos) en una posición fija (figura 14). Las imágenes obtenidas fueron tratadas con el programa Adobe Photoshop CS5 (Adobe Systems Incorporated, San José, USA), usando el filtro “hallar bordes” y superpuestas posteriormente.

Sobre el perfil del conducto se trazaron 6 secciones del mismo, perpendiculares a su eje. La primera al comienzo del conducto, la segunda a mitad del comienzo del conducto (antes de la primera curvatura), la tercera en la primera curvatura, la cuarta entre la primera curvatura y la segunda, la quinta en la segunda curvatura y la sexta en el final del conducto (figura 15).

En cada segmento se midieron las diferencias de tamaño entre el conducto inicial y el conducto resultante tras la instrumentación, mediante el programa Image J (National Institutes of Health, Bethesda, Maryland), así como la distancia que hay desde el contorno del conducto instrumentado (en ambos lados) hasta el contorno inicial del conducto. Para ello se estableció la escala de la imagen, tomando como referencia los 10 mm que medía el ancho del taco de resina, y a continuación se fijaron los puntos desde donde se tomarían las diferentes mediciones (figura 16). También se midió la diferencia

entre las áreas del conducto inicial y del conducto tras la instrumentación.

Utilizamos la fotografía digital para la superposición del conducto porque es un método exacto para la reproducibilidad. Este modelo es ampliamente utilizado en la literatura, pero tiene limitaciones [Madureira et al, 2010], actualmente la tomografía microcomputarizada es un modelo más cercano a la realidad clínica, pero no permite la comparación directa y objetiva entre operadores. Estudios como el de Loizides *et al.* [Loizides et al, 2007] lo han empleado para comparar la instrumentación entre el sistema Hero y ProTaper o Kim et al [Kim *et al.*, 2012] para comparar Wave One y la lima F2 de ProTaper, sin encontrar diferencias estadísticamente significativas.

Los operadores fueron cronometrados desde que comenzó la irrigación del conducto hasta que se alcanzó la longitud de trabajo con la lima rotatoria.

2.1.3. Análisis estadístico.

Tras comprobar que la distribución de los datos seguía una distribución normal, se aplicó el test ANOVA para comparar los valores medios obtenidos por los dos grupos de operadores (inexpertos y expertos).

Las diferencias se consideraron estadísticamente significativas para un valor de $p < 0,05$.

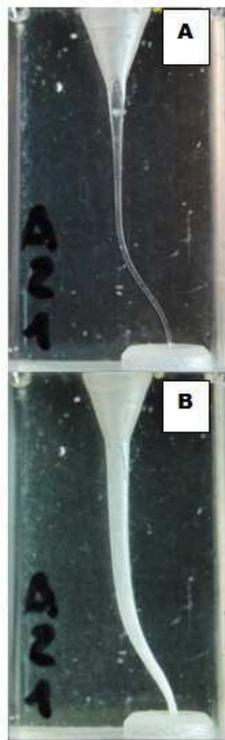


Fig 14. Fotografía del conducto sin instrumentar (A) e instrumentado (B).

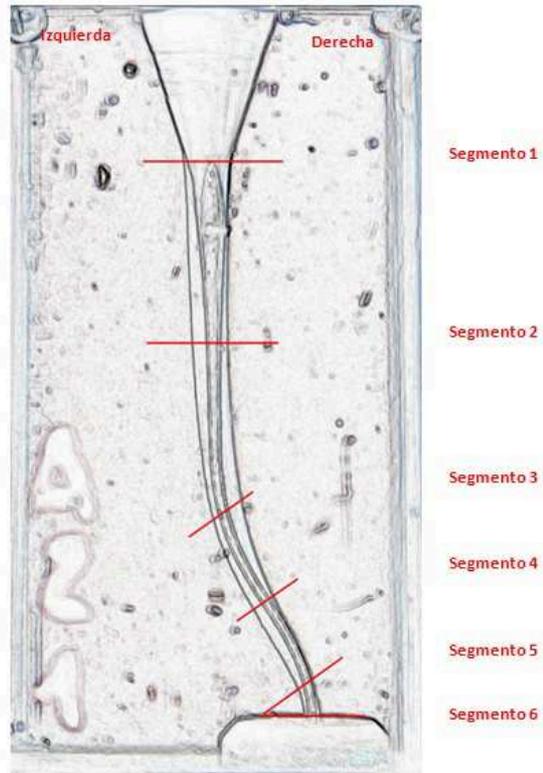


Fig 15. Combinación de la fotografía antes y después de instrumentar, después del filtro “hallar bordes” y con los segmentos trazados.

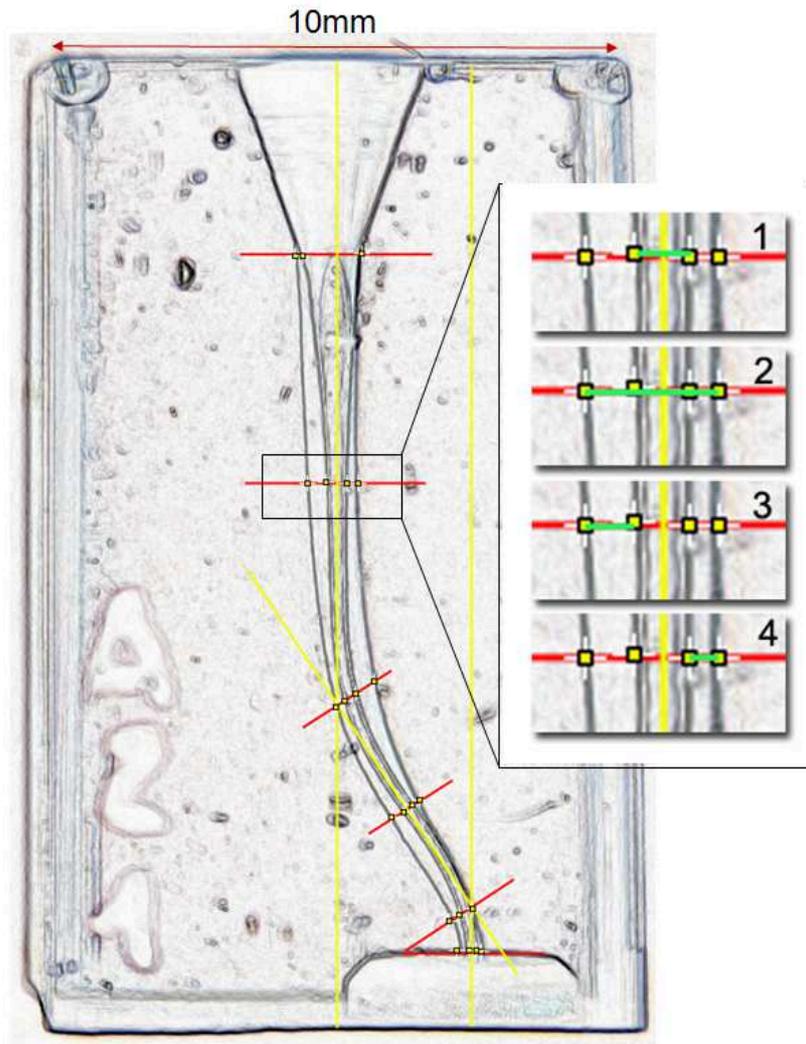


Fig 16. Medidas realizadas con el programa Image J (National Institutes of Health, Bethesda, Maryland). 1, Conducto inicial; 2, conducto final; 3, desviación a la izquierda; 4, Desviación a la derecha.

2.2. CÁLCULO DE LOS TAMAÑOS MUESTRALES ADECUADOS.

Debido a la gran variabilidad de tamaños muestrales que existen en los artículos publicados, decidimos calcular los tamaños muestrales adecuados para llevar a cabo un experimento que permitiera comparar la capacidad de realizar un tratamiento (preparación de conductos con instrumentos rotatorios de lima única) sobre un modelo de simulación, entre una población experta y una población inexperta.

El estudio se desarrolló instrumentando conductos curvos (una sola curvatura) simulados sobre un soporte de metacrilato transparente -A 0177 015 030- (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suiza) con las siguientes características: longitud de trabajo de 17 mm, radio de curvatura de 5 mm y con un ángulo de 50° [Pruett *et al.*, 1997].

2.2.1. Cálculo del tamaño de la muestra y del número de operadores/-as.

INFLUENCIA DEL APRENDIZAJE PROGRESIVO EN EL TAMAÑO MUESTRAL.

Cuando se estudia la preparación de conductos sobre bloques de entrenamiento no se tiene en cuenta que durante el trabajo sobre bloques sucesivos hay un aprendizaje progresivo. Debido a la gran variabilidad de tamaño muestral entre los estudios previos, decidimos evaluar la habilidad que adquieren los/-as operadores/-as conformen van aprendiendo y adquiriendo mayor destreza (medida en función del tiempo empleado y del porcentaje medio de ampliación del conducto entre un bloque y el siguiente), con el fin de establecer el número de bloques de resina que se necesita instrumentar hasta lograr un nivel de aprendizaje tras el cual no se observe mejora en el rendimiento.

Es por esto por lo que no se hizo una selección del número de elementos muestrales en el caso de los bloques que iban a ser utilizados, ya que se estableció ir comparando los bloques uno a uno entre los grupos experto e inexperto hasta encontrar un bloque en el que desaparecieran las diferencias estadísticamente significativas para las dos variables estudiadas, momento en el cual finalizó la experimentación.

DESCRIPCIÓN DE LOS TAMAÑOS MUESTRALES USADOS.

Para ello, en primer lugar, es necesario establecer los tamaños muestrales (n y m), donde “ n ” es el número de individuos que formarán parte de cada muestra y “ m ” el número de modelos que preparará cada uno de los individuos.

CÁLCULO DEL NÚMERO DE INDIVIDUOS PARTICIPANTES.

Para el cálculo de n se tuvieron en cuenta dos variables de respuesta cuantitativas continuas: el porcentaje medio de desviación del conducto radicular tras su preparación (calculado como el promedio de las desviaciones del conducto en 6 segmentos predeterminados como se describirá a continuación) y el tiempo empleado para la preparación del conducto.

El cálculo del tamaño de la muestra está basado en un contraste de hipótesis unilateral donde lo que se pretende comparar es la probabilidad de éxito de ambas poblaciones a partir de los porcentajes de éxito observados en las muestras que las representan.

A este contraste de hipótesis corresponde la hipótesis nula $H_0: \mu_E = \mu_N$ y la hipótesis alternativa $H_1: \mu_E \neq \mu_N$, donde μ_E y μ_N son los valores medios de la variable de respuesta correspondientes a las poblaciones de expertos e inexpertos, respectivamente.

Teniendo en cuenta los errores de tipo I y II que se desean admitir en dicho contraste de hipótesis, y asumiendo que las medias siguen una distribución normal, es posible calcular el valor de n a partir de la fórmula $n = [2*(Z_{\alpha}+Z_{\beta})^2*s^2] / (d^2)$, donde s es la estimación de la desviación típica de la media poblacional y d es el valor absoluto de la diferencia mínima entre las medias que se quiere detectar en el test.

La cota superior admisible para el error de tipo I (probabilidad de rechazar H_0 siendo cierta), denominada α , nivel de significación o nivel de confianza del test, permite calcular el valor z_{α} . Suponiendo $\alpha=0,05$, se genera un $z_{\alpha}=1,64$. Es deseable un valor pequeño para α pues de ello depende la significación estadística del test.

Del mismo modo, la cota superior admisible para el error de tipo II o β (probabilidad de aceptar H_0 siendo falsa) determina la potencia del test ($1-\beta$) y permite calcular el valor z_{β} . Suponiendo $\beta=0,2$ ($1-\beta=0,8$), se obtiene $z_{\beta}=0,84$.

Es deseable un valor alto de la potencia ($1-\beta$) pues es ésta la capacidad del test para detectar diferencias estadísticamente significativas.

Para la estimación de s se utilizaron los datos preliminares observados en una muestra de 10 preparaciones realizadas por profesionales expertos/-as y 10 realizadas por personal inexperto. En dicha muestra la desviación típica estimada para la variable “tiempo” es $s=1,07$ y para “porcentaje medio de desviación” $s=18$.

Bajo los supuestos anteriores es posible afirmar que una muestra de tamaño 36 (18 en cada grupo) garantiza que una prueba T de Student, de una sola cola para dos muestras independientes con nivel de significación igual a 0,05 y potencia igual a 0,8, es capaz de detectar diferencias significativas iguales a 1 para la variable “tiempo” e iguales a 15 para la variable “porcentaje medio de desviación”.

Teniendo en cuenta lo anterior, se constituyeron dos grupos de estudio, uno de “inexpertos” y otro de “expertos”, el primero de ellos formado por personal sin ninguna experiencia en hacer tratamientos endodónticos ($n_n=18$) y el segundo constituido por profesionales con al menos 2 años de experiencia ($n_e=18$).

CÁLCULO DEL NÚMERO DE MODELOS DE CONDUCTOS NECESARIOS.

En cuanto al tamaño muestral m , se decidió no determinarlo inicialmente y usar el número de bloques de entrenamiento necesarios (que se fueron analizando y comparando uno a uno en ambos grupos) hasta no encontrar diferencias significativas ni para la variable “tiempo” ni para la variable “porcentaje medio de desviación” entre ambos grupos (experto e inexperto).

2.2.2. Instrumentación de los conductos.

Los operadores inexpertos recibieron, de manera previa a la experimentación, una clase teórica sobre el manejo del sistema rotatorio de lima única y movimiento alternante que iba a ser usado en esta etapa del estudio, mientras que los/-as operadores/-as expertos/-as ya conocían el sistema y tenían experiencia con el mismo.

La instrumentación de los conductos se realizó siguiendo el mismo procedimiento que realizamos en el estudio para evaluar la influencia de la experiencia previamente descrito.

2.2.3. Recogida de datos.

Los tacos fueron fotografiados y las imágenes fueron tratadas siguiendo el mismo procedimiento que en el estudio para analizar la influencia de la experiencia en el manejo de sistemas rotatorios de lima única (figura 17).

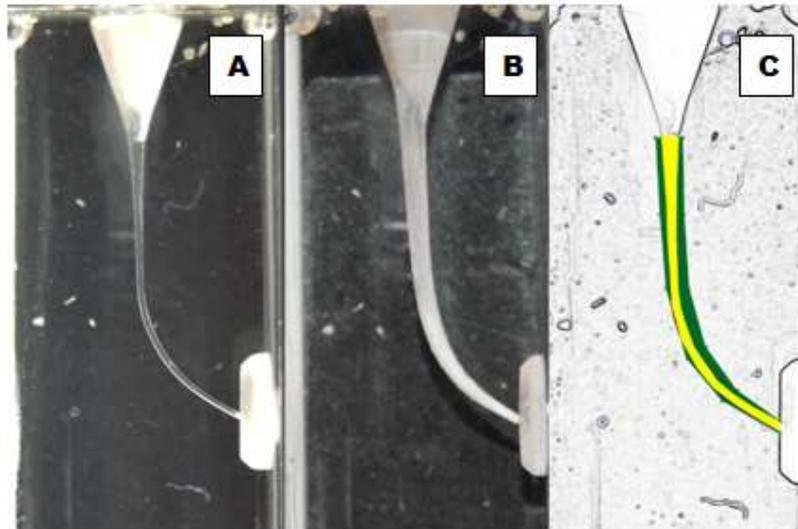


Figura 17. Fotografía antes de la instrumentación (A), después de la instrumentación (B) y superposición de ambas imágenes tras ser tratadas (C).

Sobre el perfil del conducto se trazaron 6 secciones del mismo, perpendiculares a su eje corono-apical. La primera, al comienzo del conducto, la segunda en el primer tercio del conducto (antes de la primera curvatura), la tercera en el segundo tercio del conducto (antes de la primera curvatura), la cuarta en la curvatura, la quinta entre la curvatura y el final del conducto y la sexta en el final del conducto (figura 18).

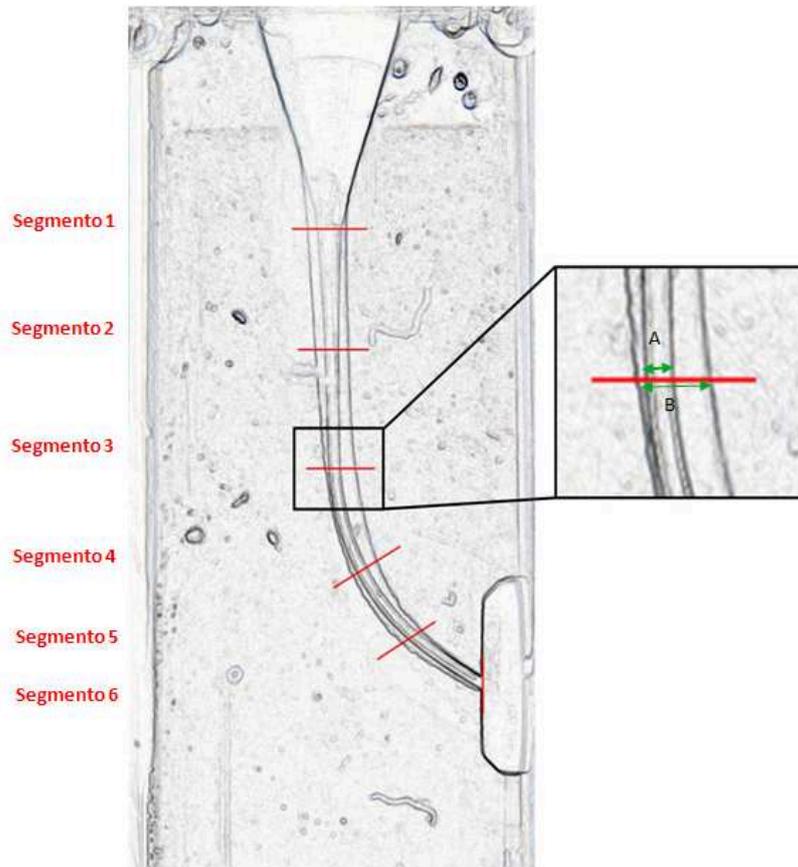


Fig 18. Combinación de la fotografía antes y después de instrumentar, después del filtro “hallar bordes” y con los segmentos trazados. “A” Medición del conducto antes de ser instrumentado, “B” Medición del conducto después de la instrumentación.

En cada segmento se midió el conducto antes y después de ser instrumentado, con el programa Image J (National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA).

Los operadores fueron cronometrados desde que comenzó la irrigación del conducto hasta que se alcanzó la longitud de trabajo con la lima. Así se midió el tiempo empleado en la preparación del conducto.

2.2.4. Análisis estadístico.

En todos los casos, el contraste de hipótesis realizado es una T de Student de una sola cola, como hipótesis nula $H_0: \mu_E = \mu_N$ y como hipótesis alternativa $H_1: \mu_E \leq \mu_N$. Para la comparación de resultados provenientes de distintos tacos para un mismo grupo se trata de un contraste de muestras iguales. Para la comparación de resultados provenientes de grupos diferentes se trata de un contraste de muestras independientes.

Si el p-valor del contraste es inferior a 0,05 se rechaza H_0 y se considera que los datos provienen de poblaciones diferentes. En caso contrario, se acepta H_0 y se da por

cierto que ambas poblaciones tienen un comportamiento similar.

Las variables de respuesta que se analizarán son: tiempo de ejecución y porcentaje de modificación del conducto, en ambos casos tras la instrumentación del conducto.

2.3. INFLUENCIA DE LA CURVATURA DEL CONDUCTO EN EL APRENDIZAJE.

La mayor parte de los errores de la preparación ocurre en conductos curvos [Madureira *et al.*, 2010], por este motivo decidimos, en esta tercera parte de nuestro estudio, comparar los resultados entre conductos de curvatura simple y doble curvatura, y así analizar si existía una influencia en la habilidad de aprendizaje de los operadores.

Basándonos en los resultados obtenidos al calcular los tamaños muestrales adecuados para este estudio, y que

serán descritos en la sección correspondiente, decidimos que los grupos estuvieran formados por 18 operadores, los cuales deberían instrumentar cada uno 6 conductos.

De este modo, 216 conductos de doble curvatura simulados sobre un soporte de metacrilato transparente - A 177S 015 035- (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suiza), con una longitud de trabajo de 16 mm, radio de la primera curvatura de 5 mm con un ángulo de 28° y un radio de 4 mm en la segunda curvatura con un ángulo de 29° [Pruett et al, 1997], fueron instrumentados por 18 estudiantes del Grado de Odontología sin ninguna experiencia en tratamientos de conductos y por 18 profesionales con experiencia en el uso del sistema Reciproc.

2.3.1. Instrumentación de los conductos.

Para la instrumentación de los conductos se empleó el sistema Reciproc (VDW, Múnich, Alemania), como en las

dos primeas fases de este estudio, y el mismo procedimiento que en las ocasiones anteriores.

2.3.2. Recogida de datos.

Los bloques con los conductos simulados fueron fotografiados y tratados siguiendo el mismo procedimiento ya descrito en las etapas previas del estudio.

Sobre el perfil del conducto de doble curvatura se trazaron, también, 6 secciones perpendiculares a su eje. La primera al comienzo del conducto, la segunda a mitad del comienzo del conducto (antes de la primera curvatura), la tercera en la primera curvatura, la cuarto entre la primera curvatura y la segunda, la quinta en la segunda curvatura y la sexta en el final del conducto (figuras 14, 15 y 16), reproduciendo el procedimiento seguido con antelación.

En cada segmento se midieron las diferencias de tamaño entre el conducto inicial y el obtenido tras la

instrumentación. Se utilizó, de nuevo, el programa Image J (National Institutes of Health, Bethesda, Maryland).

Los(-as operadores/-as fueron cronometrados desde que comenzó la irrigación del conducto hasta que se alcanzó la longitud de trabajo con la lima rotatoria.

Los resultados obtenidos fueron comparados con los obtenidos al instrumentar los 216 conductos de curvatura simple simulados en bloques de metacrilato -A 0177 01 030- (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suiza), que presentaron las siguientes características: longitud de trabajo de 17mm, radio de curvatura de 5 mm y con un ángulo de 50° [Pruett *et al.*, 1997], y que fueron instrumentados por 18 estudiantes y 18 profesionales que formaron parte del estudio en el que calculamos los tamaños muestrales adecuados.

2.3.3. Análisis estadístico.

En todos los casos, el contraste de hipótesis realizado es una T de Student de una sola cola. Para la comparación de resultados provenientes de distintos tacos para un mismo grupo se trata de un contraste de muestras iguales. Para la comparación de resultados provenientes de grupos diferentes se trata de un contraste de muestras independientes.

Si el p-valor del contraste es superior a 0,05 da por cierto que ambos grupos (experto/inexperto) tienen un comportamiento similar.

Las variables de respuesta a analizar son: tiempo de ejecución y porcentaje de modificación del conducto, en ambos casos tras la instrumentación del conducto.

3. RESULTADOS

3. RESULTADOS

3.1. INFLUENCIA DE LA EXPERIENCIA

En el grupo “inexperto” se analizaron 24 tacos de metacrilato y en el “experto” 27, puesto que no se evaluaron aquellos conductos donde se fracturó algún instrumento.

3.1.1. Incremento del área del conducto tras la instrumentación.

No se obtuvieron diferencias significativas en la proporción de incremento del área del conducto entre operadores expertos e inexpertos ($p=0.32$), obteniendo una media de $118,62 \text{ mm}^2$ en el grupo inexperto y $111,48 \text{ mm}^2$ en el experto (figura 19).

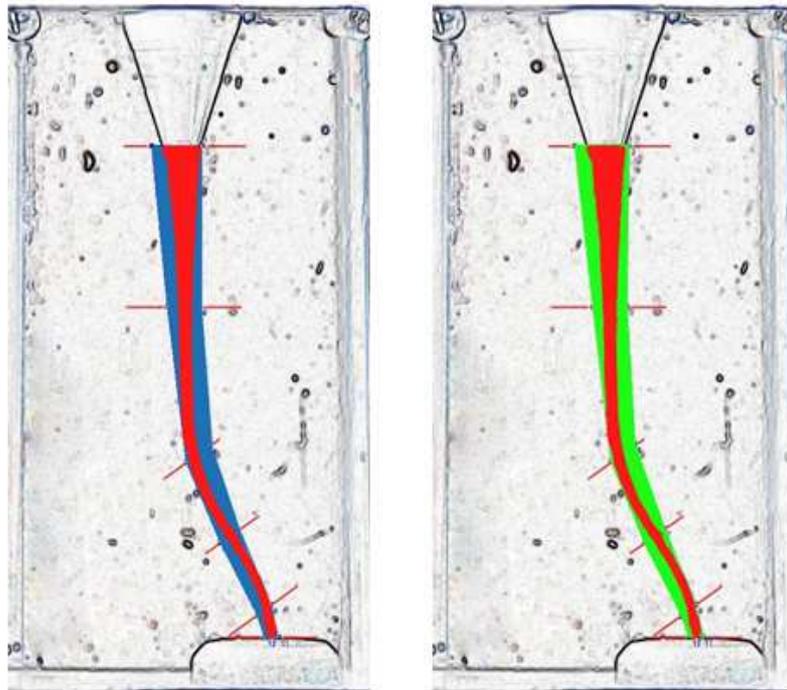


Fig 19. Conductos simulados a partir de las medias (en rojo el conducto sin instrumentar, en verde el instrumentado por el grupo experto y en azul el inexperto).

3.1.2. Transporte del conducto.

Se obtuvieron diferencias significativas en el transporte del conducto del tercer segmento ($p=0.006$), perteneciente a la primera curvatura, donde la media de porcentaje de aumento fue de 177,17% en el grupo inexperto y 135,52% en el experto. No se encontraron

diferencias significativas en ningún otro segmento (tabla 8).

	Inexpertos	Expertos	p
Segmento 1	64,37%	79,73%	0,45
Segmento 2	151,06%	163,47%	0,77
Segmento 3	177,17%	135,52%	0,006
Segmento 4	138,41%	160,71%	0,45
Segmento 5	86,86%	81,62%	0,570
Segmento 6	61,31%	59,38%	0,883

Tabla 8. Porcentaje de aumento del conducto por segmentos.

3.1.3. Desviación del conducto.

Se obtuvieron diferencias significativas entre operadores/-as expertos/-as e inexpertos-as en la desviación del conducto en el segmento 2 y 4 ($p=0,046$ y $p=0,006$, respectivamente), pertenecientes a los

segmentos anteriores a la primera y segunda curvatura. Encontrando una menor desviación hacia la derecha en estos segmentos en el grupo de operadores inexpertos (tabla 9).

Si analizamos el tercer y quinto segmento, pertenecientes a la primera y segunda curvatura, observamos que existe un mayor desgaste en la vertiente interna de ambas (figura 20).

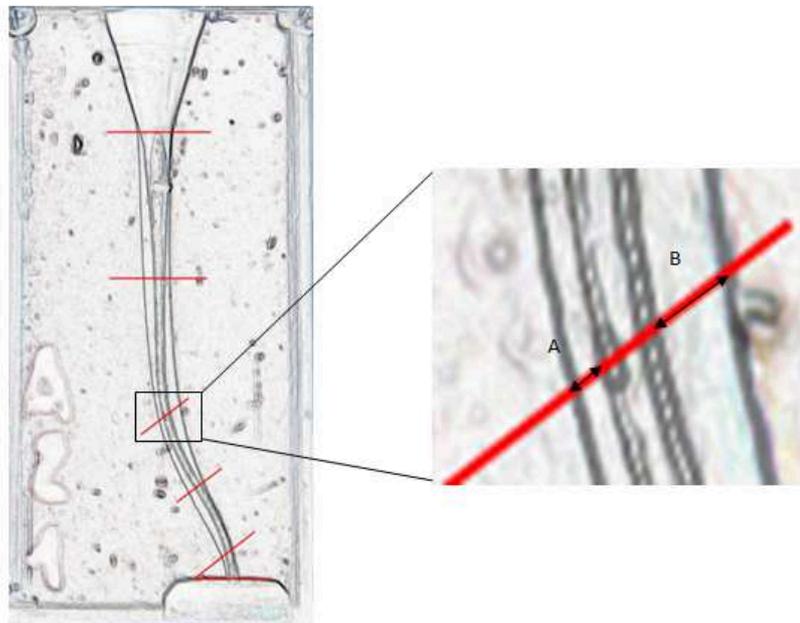


Fig 20. Aumento del tercer segmento donde A es la desviación izquierda y B la derecha, en esta imagen podemos apreciar el mayor desgaste de la vertiente interna de la primera curvatura.

	Grupo	Izquierda (mm)	Derecha (mm)
Segmento 1	Inexpertos	0,26	0,09
	Expertos	0,28	0,14
Segmento 2	Inexpertos	0,27	0,22
	Expertos	0,27	0,26
Segmento 3	Inexpertos	0,11	0,40
	Expertos	0,08	0,43
Segmento 4	Inexpertos	0,24	0,10
	Expertos	0,25	0,15
Segmento 5	Inexpertos	0,18	0,03
	Expertos	0,21	0,03
Segmento 6	Inexpertos	0,048	0,081
	Expertos	0,045	0,087

Tabla 9. Desviación del conducto hacia la izquierda y derecha por segmentos.

Estudios, como el de Al-Omari *et al.* (2010) obtienen también un mayor transporte si el/la operador/-a es

inexperto, además éste es mayor en el principio de la curvatura.

El estudio realizado por Madureira y cols. con cuatro sistemas de limas (Profile, ProTaper; K3, limas K manuales y Hero 642) y utilizando también conductos simulados de doble curvatura, evidenció un mayor desgaste en la vertiente interna de ambas curvaturas [Madureira *et al.*, 2010], al igual que en nuestro estudio. Sin embargo, otros estudios observaron un mayor desgaste en la vertiente interna de la primera curvatura y en la vertiente externa de la segunda [Bishop *et al.*, 1995; Coleman *et al.*, 1997; Al-Omari *et al.*, 2010]. No obstante, el transporte apical se da exactamente sobre las mismas paredes en todos los estudios, la diferencia es que, en conductos de doble curvatura, la vertiente externa apical corresponde en nuestro estudio a la vertiente interna.

3.1.4. Tiempo de instrumentación.

Los operadores expertos tardaron significativamente ($p=0,00$) menos tiempo en instrumentar los conductos, con una media de 1,62 min frente a 3,80 min en el grupo inexperto, al igual que se describió en un estudio previo [Mesgouez et al, 2003], en el que se llegó incluso a la conclusión de que el tiempo necesario para la preparación del conducto es inversamente proporcional a la experiencia del operador.

3.2. CÁLCULO DE LOS TAMAÑOS MUESTRALES ADECUADOS.

3.2.1. Análisis de datos pareados.

Se analizó (para cada grupo) si se producía una variación de las variables de respuesta al pasar de un bloque a otro, instrumentando conductos de curvatura simple.

3.2.1.1. Grupo 1 – Inexpertos.

En cuanto al “tiempo de ejecución”, se observó que el tiempo empleado en los bloques del 2 al 6 fue significativamente diferente en comparación al empleado en el bloque 1 (tabla 10). A partir del bloque 4 (incluido éste) el tiempo no es diferente respecto del empleado en el bloque inmediato anterior. Se podría admitir que, para igualar el tiempo de trabajo entre un profesional sin experiencia y otro experto, es necesario que el primero entrene con, al menos, 4 bloques.

Al analizar la variable “porcentaje medio de desviación”, no se detectan cambios de un bloque a otro (tabla 11). Estudios similares tampoco hallaron diferencias respecto a la experiencia de los operadores respecto al grado de ampliación del conducto [Baumann *et al.*, 1999; Goldberg *et al.*, 2012].

3.2.1.2. Grupo 2 – Expertos.

A partir del bloque 5 (éste incluido), el tiempo no cambia significativamente con respecto al bloque 1. A partir del bloque 3 (incluido éste) el tiempo no es diferente respecto del empleado en el bloque inmediato anterior (tabla 10).

Tampoco se hallaron diferencias en el porcentaje medio de desviación entre un bloque y el siguiente (tabla 11).

3.2.2. Análisis de muestras no relacionadas.

Se estableció, para cada bloque, la existencia de diferencias significativas en los valores de las variables de respuesta para cada grupo.

Para la variable “tiempo” las diferencias significativas entre los grupos se evidencian en los bloques del 1 al 4, mientras que los datos relativos a la variable “porcentaje medio de desviación” señalan que solo se hallaron

diferencias entre los dos grupos en los bloques 2,4,6 (tablas 10 y 11).

Tiempo	Grupo 1: Inexperto			
	Media	P-valor * Bloque 1 vs.:	P-valor * Bloque 2 vs.:	P-valor * Bloque 3 vs.:
Bloque 1	2.56	-	0.01	0.03
Bloque 2	2.14	0.01	-	0.50
Bloque 3	2.57	0.03	0.50	-
Bloque 4	1.59	0.00	0.06	0.14
Bloque 5	3.33	0.00	0.39	0.99
Bloque 6	2.49	0.00	0.00	1.00

Tiempo	Grupo 2: Experto				
	Media	P-valor * Bloque 1 vs.:	P-valor * Bloque 2 vs.:	P-valor * Bloque 3 vs.:	P-valor ** G1 vs. G2
Bloque 1	1.29	-	0.01	0.02	0.00
Bloque 2	1.33	0.01	-	0.55	0.00
Bloque 3	1.36	0.02	0.55	-	0.00
Bloque 4	1.34	0.01	0.82	0.86	0.01
Bloque 5	1.39	0.13	0.89	0.83	0.07
Bloque 6	1.00	0.10	0.91	0.59	0.11

Tabla 10. Resultados del tiempo (en minutos) de instrumentación obtenidos por el grupo experto e inexperto. En rojo diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$).

*T-Test de dos colas para muestras iguales (95%) **T-Test de dos colas para muestras independientes (95%).

% Desviación	Grupo 1: Inexperto			
	Media	P-valor * Bloque 1 vs.:	P-valor * Bloque 2 vs.:	P-valor * Bloque 3 vs.:
Bloque 1	80.73	-	0.06	0.13
Bloque 2	69.13	0.06	-	0.13
Bloque 3	92.61	0.13	0.13	-
Bloque 4	60.23	0.96	0.36	0.95
Bloque 5	34.08	0.17	0.91	0.13
Bloque 6	55.69	0.58	0.41	0.88

% Desviación	Grupo 2: Experto				
	Media	P-valor * Bloque 1 vs.:	P-valor * Bloque 2 vs.:	P-valor * Bloque 3 vs.:	P-valor ** G1 vs. G2
Bloque 1	110.61	-	0.55	0.20	0.23
Bloque 2	115.14	0.55	-	0.46	0.01
Bloque 3	121.25	0.20	0.46	-	0.06
Bloque 4	120.70	0.03	0.21	0.53	0.05
Bloque 5	80.66	0.46	0.60	0.49	0.11
Bloque 6	92.18	0.64	0.90	0.57	0.02

Tabla 11. Resultados del porcentaje de desviación del conducto obtenidos por el grupo experto e inexperto. En rojo diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$).

*T-Test de dos colas para muestras iguales (95%) **T-Test de dos colas para muestras independientes (95%)

3.3. INFLUENCIA DE LA CURVATURA DEL CONDUCTO EN EL APRENDIZAJE.

3.3.1. Análisis de datos pareados.

Se analizó (para cada grupo) si se producía una variación de las variables de respuesta al pasar de un bloque a otro, instrumentando conductos de doble curvatura.

3.3.1.1. Grupo 1 – Inexpertos.

En cuanto al tiempo de instrumentación empleado por los operadores inexpertos, se observaron diferencias significativas del bloque 2 al 6 en comparación con el bloque 1 y 2. A partir del bloque 6 (incluido éste), el tiempo no varía respecto al bloque anterior, por lo que podríamos afirmar que los operadores sin experiencia necesitarían al menos instrumentar 6 conductos para igualar el tiempo de trabajo entre un profesional sin experiencia y otro experto (tabla 12).

Al analizar el porcentaje medio de desviación, no se observaron diferencias significativas (tabla 13).

GRUPO 2 – EXPERTOS.

Encontramos diferencias significativas en el tiempo de instrumentación de los operadores expertos del bloque 2 al 5 en comparación al bloque 1 y 6. A partir del bloque 6 (incluido éste) el tiempo no es diferente respecto del empleado en el bloque inmediato anterior (tabla 12).

No se hallaron diferencias en el porcentaje medio de desviación entre un bloque y el siguiente, excepto en el bloque 2 en comparación al 1 (tabla 13).

3.3.2. Análisis de muestras no relacionadas.

Se estableció, para cada bloque, la existencia de diferencias significativas en los valores de las variables de respuesta para cada grupo.

Para la variable “tiempo” las diferencias significativas entre los grupos se evidencian en los bloques del 1 al 5 (tabla 12), mientras que los datos relativos a la variable “porcentaje medio de desviación” señalan que solo se hallaron diferencias entre los dos grupos en los bloques 3 y 4 (tabla13).

GRUPO 1								
Tiempo	Media	Bloque 1vs	Bloque 2vs	Bloque 3vs	Bloque 4vs	Bloque 5vs	Bloque 6vs	G1 vs G2
Bloque 1	3,15	-						0,04
Bloque 2	2,58	0,17	-					0,00
Bloque 3	2,05	0,01	0,06	-				0,03
Bloque 4	1,86	0,00	0,03	0,46	-			0,08
Bloque 5	1,60	0,00	0,00	0,07	0,15	-		0,00
Bloque 6	1,30	0,00	0,00	0,00	0,02	0,05	-	0,88

GRUPO 2								
Tiempo	Media	Bloque 1vs	Bloque 2vs	Bloque 3vs	Bloque 4vs	Bloque 5vs	Bloque 6vs	G1 vs G2
Bloque 1	1,49	-						0,04
Bloque 2	1,13	0,00	-					0,00
Bloque 3	1,19	0,02	0,40	-				0,03
Bloque 4	1,29	0,32	0,36	0,49	-			0,08
Bloque 5	1,05	0,00	0,43	0,24	0,07	-		0,00
Bloque 6	0,87	0,00	0,03	0,03	0,02	0,04	-	0,88

Tabla 12. Resultados del tiempo (en minutos) de instrumentación obtenidos por el grupo experto e inexperto. En rojo diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$).

*T-Test de dos colas para muestras iguales (95%) **T-Test de dos colas para muestras independientes (95%)

GRUPO 1								
% Desviación	Media	Bloque 1vs	Bloque 2vs	Bloque 3vs	Bloque 4vs	Bloque 5vs	Bloque 6vs	G1 vs G2
Bloque 1	114,54	-						0,59
Bloque 2	112,45	0,71	-					0,39
Bloque 3	112,60	0,76	0,95	-				0,01
Bloque 4	113,26	0,80	0,83	0,85	-			0,02
Bloque 5	109,86	0,39	0,44	0,53	0,18	-		0,37
Bloque 6	110,44	0,51	0,60	0,64	0,48	0,83	-	0,36

GRUPO 2								
% Desviación	Media	Bloque 1vs	Bloque 2vs	Bloque 3vs	Bloque 4vs	Bloque 5vs	Bloque 6vs	G1 vs G2
Bloque 1	108,95	-						0,59
Bloque 2	124,64	0,01	-					0,39
Bloque 3	117,09	0,12	0,17	-				0,01
Bloque 4	111,39	0,63	0,07	0,23	-			0,02
Bloque 5	118,64	0,11	0,42	0,76	0,15	-		0,37
Bloque 6	114,69	0,45	0,28	0,70	0,55	0,52	-	0,36

Tabla 13. Resultados del porcentaje de desviación del conducto obtenidos por el grupo experto e inexperto. En rojo diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$).

*T-Test de dos colas para muestras iguales (95%) **T-Test de dos colas para muestras independientes (95%)

3.3.3. Análisis de los resultados obtenidos al instrumentar conductos de curvatura simple vs. doble curvatura.

Los resultados obtenidos al instrumentar los conductos de doble curvatura se compararon con los obtenidos al instrumentar los conductos de curvatura simple simulados que fueron instrumentados por estudiantes y profesionales en el estudio en el que se calcularon los tamaños muestrales adecuados.

ANÁLISIS DE DATOS PAREADOS.

Grupo 1 – Inexpertos.

En el grupo de operadores inexpertos (grupo 1 en ambos estudios), si analizamos la variable “tiempo”, observamos que, tanto si se trata de la instrumentación de conductos de curvatura simple como si son de doble curvatura, existen diferencias significativas en todos los bloques de resina con conductos simulados en comparación con el

primer bloque instrumentado (tablas 10 y 12). Sin embargo, cuando se instrumentan conductos de curvatura doble, también observamos diferencias significativas al comparar todos los bloques respecto al segundo instrumentado.

Dejamos de observar diferencias de un bloque respecto al anterior a partir del 4º en conductos de curvaturas simples y a partir del 6º en conductos de doble curvatura, pudiéndose afirmar que se necesitan instrumentar más conductos para igualar los resultados a un operador experto si los conductos presentan curvaturas complejas (tablas 10 y 12).

Al analizar el porcentaje medio de desviación, no se observaron diferencias significativas en ninguno de los casos (tablas 11 y 13).

Grupo 2 – Expertos.

En el grupo de los/-as operadores/-as con experiencia (grupo 2 en ambos casos), si analizamos la variable “tiempo” al instrumentar conductos de curvatura simple, observamos que no existen diferencias significativas a partir del bloque 5, al compararlo con el bloque 1, sin embargo en conductos de doble curvatura existen hasta el bloque 6 (tablas 10 y 12).

Dejamos de observar diferencias de un bloque respecto al anterior a partir del bloque 3 cuando se instrumentan conductos de una curvatura y partir de 6 si son de doble curvatura (tablas 10 y 12).

No se hallaron diferencias significativas en el porcentaje medio de desviación (tablas 11 y 13).

ANÁLISIS DE MUESTRAS NO RELACIONADAS.

Para la variable “tiempo” las diferencias significativas entre los grupos se evidencian en los bloques del 1 al 4 si la curvatura es simple y del 1 al 5 si la curvatura es doble (tablas 10 y 12).

Los datos relativos a la variable “porcentaje medio de desviación” señalan que solo se hallaron diferencias entre los dos grupos al instrumentar conductos de curvatura simple en los bloques 2, 4 y 6, mientras que en la instrumentación de conductos de doble curvatura se hallaron en los bloques 3 y 4 (tablas 11 y 13).

4. CONCLUSIONES FINALES

4. CONCLUSIONES FINALES

1. El uso del sistema de lima única con movimiento alternante Reciproc no se ve influenciado por la experiencia del operador en cuanto al porcentaje de aumento del conducto, aunque se observa un mayor transporte apical de la primera curvatura si no se tiene experiencia.
2. El tiempo necesario para la instrumentación es menor cuanto más experiencia tiene el operador. Los resultados obtenidos indican la importancia de un entrenamiento previo, y la necesidad de adquirir experiencia, pese a la aparente sencillez del sistema.
3. Al analizar el tiempo de ejecución de la preparación de los conductos de curvatura simple, es evidente que a partir del 5º bloque ambos grupos tienen un comportamiento similar, mientras que para los de doble curvatura es a partir del 6º.

4. Para el desarrollo de estudios sobre la preparación de conductos con nuevos instrumentos se pueden considerar como adecuados los tamaños muestrales de 18 para el número de operadores y de 6 para el número de bloques que deben ser utilizados.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Al-Omari MA, Wirtti S. Shaping canals with ProFiles and K3 instruments: does operator experience matter? *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010;110:50-55.

Cohen S, Hargreaves KM. *vias de la Pulpa*. 9ª edición. Madrid: Elsevier; 2009. P 252-253.

Alrahabi M. Comparative study of root-canal shaping with stainless steel and rotatory NiTi files performed by preclinical dental students. *Technol Health Care* 2015; 23: 257-265.

Andreasen GF, Hilleman TB. An evaluation of 55 cobalt substituted Nitinol wire for use in orthodontics. *J Am Dent Assoc* 1971; 82: 1373-1375.

Baumann M, Roth A. Effect of experience on quality of canal preparation with rotatory nickel-titanium files. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1999; 88: 714-718.

Berutti E, Chiandussi G, Gaviglio I, Ibba A. Comparative analysis torsional and bending stresses in two mathematical models of nickel-titanium rotatory

instruments: ProTaper versus ProFile. J Endod 2003, 29: 15-19.

Bishop K, Dummer PM. A comparison of stainless steel instrumentation in resin simulated canals. Endod Dent Traumatol 1995; 30:121-123.

Bryant ST, Thomson SA., Al-Omari MAO. Dummer PMH. Shaping ability of Profile rotatory nickel-titanium instruments with ISO sized tips in simulated root canals. Int Endod J 1988; 31: 275-81.

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 2005; 38: 17-21.

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: 590-597.

Civjan S, Huguet EF, De Simon LB. Potential applications of certain NiTi alloys. J Dent Res 1975; 54: 89-96.

Clem WH. Endodontics: the adolescent patient. Dent Clin North Am. 1969; 13:482-493.

Coleman CL, Svec TA. Analysis of Ni-Ti versus stainless steel instrumentation in resin simulated canals. J Endod 1997; 23: 232-235.

Diemer F, Michetti J, Mallet JP, Piquet R. Effect of asymmetry on the behavior of prototype rotatory triple helix root canal instruments. J Endod 2013, 39: 829-832.

Elsayed RO, Abu-Bakr NH, Ibrahim YE. Quality of root canal treatment performed by undergraduate dental students at the University of Khartoum, Sudan. Austr Endod J 2011; 37: 50-60.

García M, Racciatti G. Incidencia entre el diseño transversal y la capacidad de corte de los instrumentos rotatorios. Electr J Endod Rosario. 2003; 2. Disponible en: <http://www.upch.edu.pe/vrinve/dugic/revistas/index.php/REH/article/viewFile/1729/1756>.

Gekelman D, Ramamurthy R, Mirfarsi S, Paqué F, Peters OA. Rotatory Nickel-Titanium GT and ProTaper files for root canal shaping by novice operators: a radiographic and micro-computed tomography evaluation. J Endod; 35: 1584-1588.

Gluskin AH, Brown DC, Buchanan LS. A reconstructed computerized tomographic comparison of Ni-Ti rotary

GT™ files versus traditional instruments in canals shaped by novice operators. *Int Endod J* 2001; 34: 476-484.

Goldberg M, Dahan S, Machtou P. Centering ability and influence of experience when using wave one single-file technique in simulated canals. *Int J Dent* 2012; 2012: ID 206321. Disponible en: <https://www.hindawi.com/journals/ijd/2012/206321/>.

Hänni S, Shönenberger, Peters OA, Barbakow F. Teaching an engine-driven preparation technique to undergraduates: initial observations. *Int Endod J* 2003; 36: 476-482.

Iacono F, Pirani C, Generali L, Bolelli G, Sassatelli P, Lusvardi L, Gandolfi MG, Giorgini L, Prati C. Structural analysis of Hyflex EDM instruments. *Int Endod* 2017; 50: 303-313.

Ingle JI. The need for endodontic instruments standardization. *Oral Med Oral Pathol* 1955; 8:1211-1214.

Ingle JI, Levine M. The need for uniformity of endodontic instruments, equipment and filling materials. In Grossman L.I. (ed). *Transaction of the Second International Conference on Endodontics*. Philadelphia: Philadelphia-University of Pennsylvania. 1958. P 123.

Kalra P, Rao A, Suman E, Shenoy R, Suprabha BS. Evaluation of convencional, protaper hand and protaper rotatory instrumentation system for apical extrusion of debris, irrigants and bacteria- An in vitro randomized trial. J Clin Exp Dent 2017; 9: 254-258.

Kim HC., Kwak SW, Cheung GS, Ko DH, Chung SM, Lee W. Cyclic fatigue and torsional resistance of two nickel-titanium instruments used in reciprocation motion: Reciproc versus Wave One. J Endod 2012; 38: 541-544.

Leonardo MR, Leonardo R. Sistemas rotatorios en endodoncia. São Paulo: Artes Médicas Latinoamérica. 2002.

Lim YJ, Park SJ, Kim HC, Kyung SM. Comparison of the centering ability of Wave One and Reciproc nickel-titanium instruments in simulated curved canals. Restor Dent Endod 2012; 38: 21-25.

Loizides A, Eliopoulos D, Kontakiotis E. Root canal transportation with a Ni-Ti rotator file system and stainless steel hand files in simulated root canals. Quintessence Int 2006; 37: 369-374.

Lopes HP, Helias CN, Siqueira J, Freitas J, Strela C. Considerações sobre a conicidade e o diametro das limas endodonticas. Rev Paul Odontol 1998; 20: 8-14.

Madureira R.G, Forner L., Llana M.C. Costa M. Shaping ability of nickel-titanium rotary instruments in simulated S-shaped root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010; 109: 136-144.

Maynard Ap.: Ostrader FD. The practice of endodontics: past, present and future. *J Dent Educ* 1967; 31: 386-388.

Mandel E, Adib- Yazdi M, Benhamou LM, Lachkar T, Mesgouez C, Sobel M. Rotatory Ni-Ti profile systems for preparing curved canals in resin blocks: influence of operator on instrument breakage. *Int Endod J* 1999; 32: 436-443.

Marending M, Biel P, Zehnder A. Comparison of two contemporary rotatory systems in a pre-clinical student course setting. *Int Endod J* 2016; 49: 591-596.

Mesgouez C, Rilliard F, Matossian L, Nassiri K, Mandel E. Influence of operator experience on canal preparation time when using the rotatory Ni-Ti ProFile system in simulated curved canals. *Int Endod J* 2003; 36: 161-165.

Morgan LF, Montgomery S. An evaluation of the crown-down pressureless technique. *J Endod* 1984; 10: 491-498.

Muñoz E, Forner L, LLena C. Influence of operator's experience on root canal shaping ability with a rotatory

nickel-titanium single-file reciprocating motion system. J Endod 2014; 40: 547-550.

Pedullà E, Genovesi F, Rapisarda S, La Rosa GR, Grande NM, Plotino G, Adorno CG. Effects of 6 single-file systems on dentinal crack formation. J Endod 2017; 43: 456-461.

Pedullà E, Grande NM, Plotino G, Pappalardo A, Rapisarda E. Cyclic fatigue resistance of three different nickel-titanium instruments after immersion in sodium hypochlorite. J Endod 2011; 37: 1139-1142.

Peru M, Peru C, Mannocci F, Sherriff M, Buchanan LS, Pitt T. Hand and nickel-titanium root canal instrumentation performed by dental students: a micro-computed tomographic study. Eur J Dent Educ 2006;10: 52-59.

Plotino G, Grande NM, Testarelli L. Cyclic fatigue of Reciproc and Wave One reciprocating instruments. Int Endod J 2012; 45: 614-618.

Pruett JP, Clement DJ, Carnes DL. Cyclic fatigue testing of nickel-titanium endodontic instruments. J Endod 1997; 23: 77-85.

Reit C, Bergenholtz G, Caplan D, Molander A. The effect of educational intervention on the adoption of nickel-titanium rotatory instrumentation in a public dental service. Int Endod J 2007; 40: 268-274.

Roane JB, Sabala CL, Duncanson MG. The “balanced force” concept for instrumentation of curved canals. *J Endod* 1985; 11: 203-211.

Saber SE, Schäfer E. Incidence of dentinal defects after preparation of severely curved root canals using Reciproc single-file system with and without prior creation of a glide path. *Int Endod J* 2016; 48: 1057-1064.

Sadeghi S. Shaping ability of NiTi rotary versus stainless steel hand. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2011;16:454-458.

Sonntag D, Delschen S, Stachniss V. Root-canal shaping with manual and rotatory Ni-Ti files performed by students. *Int Endod J* 2003; 36: 715-723.

Sonntag D, Gutermann A, Kim SK, Stachniss V. Root canal shaping with manual stainless steel files and rotatory Ni-Ti files performed by students. *Int Endod J* 2003; 36: 246-255.

Tu MG, Chen SY, Huang HL, Tsai CC. Endodontic shaping Performance using Nickel-Titanium hand and motor Protaper systems by novice dental students. *J Formos Med Assoc* 2008; 107: 381-388.

Vilas B, Bender C, Boldrin L, Bötcher DE, Reis MV, Soares F. Centering and transportation: in vitro evaluation

of continuous and reciprocating systems in curved root canals. *J Conserv Dent* 2016; 19: 478-481.

Walia HM, Brantley WA, Gerstein H. An initial investigation of the bending and torsional properties of nitinol root canal files. *Int Endod J* 1988; 14: 346-351.

Yared GM, Bou Dagher FE, Machtou P. Influence of rotational speed, torque and operator's proficiency on ProFile failures. *Int Endod J* 2001; 34: 47-53.

Yared GM, Kulkarni GK. Failure of ProFile Ni-Ti instruments used by an inexperienced operator under access limitations. *Int Endod J* 2002; 35: 536-541.

Yared G. Canal preparation using only one Ni-Ti rotatory instrument: preliminary observations. *Int Endod J* 2008; 41: 339-344.

Yoo YS, Cho YB. A comparison of the shaping ability of reciprocating NiTi instruments in simulated curved canals. *Restor Dent Endod* 2012; 37: 220-227.

6. APÉNDICE DOCUMENTAL

6. APÉNDICE DOCUMENTAL

6.1. PUBLICACIÓN.

Muñoz E, Forner L, LLena C. Influence of operator's experience on root canal shaping ability with a rotatory nickel-titanium single-file reciprocating motion system. J Endod 2014; 40: 547-550.

6.2. COMUNICACIONES EN CONGRESOS.

6.2.1. Muñoz E, Forner L, Llena MC, Almenar A, de la Morena L. Habilidad en la conformación de conductos con un sistema rotatorio de ni-ti de una sola lima y movimiento alternante. XXXIII Congreso de la Asociación Española de Endodoncia. Cádiz. 1-3 de noviembre de 2012.

6.2.2. Forner L, Muñoz E, Garcet S, Llena C, Almenar A. Influencia del aprendizaje progresivo en estudios sobre el periodo de enseñanza de la instrumentación de conductos. XXXV Congreso de la Asociación Española de

Endodoncia. Granada. 30 de octubre al 1 de noviembre
de 2014.

Influence of Operator's Experience on Root Canal Shaping Ability with a Rotary Nickel-Titanium Single-File Reciprocating Motion System

Estefanía Muñoz, DDS, Leopoldo Forner, MD, DDS, PhD, and Carmen Llana, MD, DDS, PhD

Abstract

Introduction: The aim of this study was to evaluate the influence of the operator's experience on the shaping of double-curvature simulated root canals with a nickel-titanium single-file reciprocating motion system. **Methods:** Sixty double-curvature root canals simulated in methacrylate blocks were prepared by 10 students without any experience in endodontics and by 10 professionals who had studied endodontics at the postgraduate level. The Reciproc-VDW system's R25 file was used in the root canal preparation. The blocks were photographed before and after the instrumentation, and the time of instrumentation was also evaluated. Changes in root canal dimensions were analyzed in 6 positions. **Results:** Significant differences ($P < .05$) were found in the apical transport of the first root canal curvature, with a larger percentage of increase of the root canal occurring in the novice group than in the expert one, as well as in the canal deviation at the beginning of the curvatures, whereas no significant results were obtained in the growth rate of the canal area. There was difference in the time of instrumentation, with 3.76 minutes observed in the novice group, as opposed to 2.05 minutes in the expert group. **Conclusions:** The use of the single-file reciprocating motion system Reciproc is not seen to be influenced by the operator's experience regarding the increase of the canal area. Previous training and the need to acquire experience are important in the use of this system, in spite of its apparent simplicity. (*J Endod* 2014;40:547–550)

Key Words

Dental education, endodontics, reciprocating motion, root canal shaping, simulated root canals

From the Department of Stomatology, Universitat de València, Valencia, Spain.

Address requests for reprints to Prof Leopoldo Forner, Department of Stomatology, Universitat de València, 46010 Valencia, Spain. E-mail address: forner@uv.es
0099-2399/\$ - see front matter

Copyright © 2014 American Association of Endodontists.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2013.08.027>

The preparation of root canals is one of the most important stages in endodontic treatment and is directly related to the simultaneous and ensuing disinfection (1). Its aim is to eliminate pulp tissue, bacteria, and other derived products and also provide a suitable shape for the root canal's filling (2), while respecting the original anatomy (3, 4).

Traditionally, root canal shaping has been done by using stainless steel hand files (5). However, during the 1980s nickel-titanium (NiTi) files were introduced. They have 2 or 3 times more flexibility, thereby facilitating curved root canal instrumentation and providing a larger resistance to twisting-induced fractures than steel files do (6). On the arrival of NiTi alloys, the use of rotating instruments was developed. The Giromatic handpiece (MicroMega, Besancon, France), the precursor to the current rotating instrument, made a reciprocating quarter-turn motion (7). New instruments have recently been introduced that use a reciprocating motion instead of spinning around in a continuous motion (5, 8–10), but in this case, these new instruments show an asymmetric reciprocating movement (10).

With the intention to simplify endodontic techniques, reciprocating single-file NiTi systems have recently appeared to reduce twisting-induced fractures (5, 11), which are the main problem encountered by novice operators when using NiTi files (12).

Few articles have evaluated the influence of operator's experience on the preparation of root canals. Some studies found a larger number of fractures in the learning stage than in the practical period (13) and demonstrated that more deformities and fractures occur when rotary NiTi instruments were used by novice operators (14–16).

Despite this fact, there are studies that demonstrate that one of the advantages of rotary systems is that they can be used by either expert or novice operators (17), because many authors affirm that operators with little experience obtain better results when using rotary NiTi instruments as opposed to the manual type (12, 18–21), although experience and practice are indispensable for proper use and improve results (14, 22).

This study's aim was to evaluate the influence of the operator's experience on the shaping of double-curvature simulated root canals with a NiTi single-file reciprocating motion system. Canal enlargement, canal transportation, and the time required to complete the preparation were evaluated.

Materials and Methods

Sixty double-curvature simulated root canals in methacrylate blocks (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) were prepared by 10 dental students with no experience in root canal treatments and by 10 dentists with postgraduate training in endodontics in the same university. The Reciproc system (VDW, Munich, Germany) was used. Only theoretical information about this canal preparation system was given to undergraduate students, whereas postgraduate students were already familiar and had practical experience with it. Acrylic blocks were used with simulated root canals with the following characteristics: canal length, 16 mm; first curvature, 5-mm radius and 28° angle; second curvature, 4-mm radius and 29° angle (23).

Canal Instrumentation

Initially, canals were irrigated with water (2 mL), and patency was made with a #10 K-file. They were then instrumented with the Reciproc system's R25 file (VDW), a NiTi

Basic Research—Technology

single-file reciprocating motion system. The established working length was 16 mm. The endodontic motor VDW Silver (VDW) was used with 10 reciprocating cycles per second, which is equivalent to approximately 300 rpm. A new file was used in each canal.

Reciprocating files were used in a crown-down manner by making 3 advancing movements, after which the canals were irrigated with water (2 mL each time), and canal patency was confirmed with a #10 K-file. This procedure was repeated until the operator reached the working length with the file used.

Data Collection

Blocks were photographed before and after the instrumentation with a Nikon D3000 camera (Nikon, Amsterdam, the Netherlands) in a fixed position. The pictures obtained were treated with the Adobe Photoshop CS5 program (Adobe Systems Incorporated, San Jose, CA) by using the "find edges" filter. The pictures were superimposed later.

Concerning the profile of the canal, 6 sections were traced perpendicular to its shaft. The first was at the beginning of the canal, the second was at the middle of the beginning of the canal (before the first curvature), the third was in the first curvature, the fourth was between the first and second curvatures, the fifth was in the second curvature, and the sixth was at the end of the canal (Fig. 1A). Size differences between the original canal and the canal after instrumentation were measured in each segment with the Image J software (National Institutes of Health, Bethesda, MD), and likewise the distance from the instrumented canal outline (on both sides) to the original canal outline (Fig. 1A, magnified area). Differences between the areas of the original canal and the instrumented canal were also measured.

Operators were timed beginning at canal irrigation and ending when they reached the working length with the reciprocating file.

Statistical Analysis

After checking that data were normally distributed, the analysis of variance test was applied to compare the mean values obtained by the 2 groups of operators (novice and expert). Differences were considered statistically significant if $P < .05$.

Results

Twenty-four methacrylate blocks were analyzed in the novice group and 27 in the expert group because those canals where any instrument was separated were not evaluated (6 instruments were separated in the canal in the novice group and 3 in the expert group).

Increase of the Canal Area after Instrumentation

No significant differences ($P = .32$) were obtained relative to the increase of the canal area between expert and novice operators, $118.62 \pm 29.17 \text{ mm}^2$ in the novice group and $111.48 \pm 22.27 \text{ mm}^2$ in the expert group (Fig. 1B and C, respectively).

Canal Enlargement

Significant differences ($P = .006$) were obtained in the third segment of the canal transport in the first curvature, where the average increase was 177.17% in the novice group and 135.52% in the expert group. No significant differences were found in any other segment (Table 1).

Canal Transport

Significant differences were obtained between expert and novice operators relative to canal deviation in segments 2 and 4 ($P = .046$ and $P = .006$, respectively), which are the segments before the first and second curvatures. When the third and the fifth segments, which are the first and second curvatures, were analyzed, a greater wear on the internal face was seen (Fig. 1B and C).

Time of Instrumentation

Expert operators took significantly less time ($P = .00$) to instrument canals, with a mean of 1.62 ± 0.55 minutes as opposed to 3.80 ± 1.68 minutes for the novice group.

Discussion

This study's aim was to evaluate operator's experience on canal preparation in simulated root canals by using a single-file NiTi reciprocating motion system.

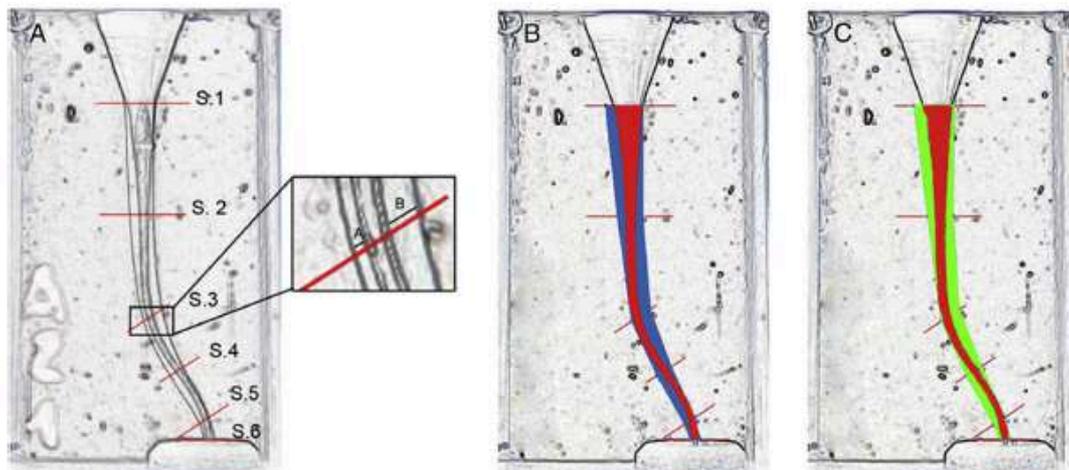


Figure 1. Combination of preoperative and postoperative images with the studied sections. (A) The third area has been magnified, showing the measured deviations (A and B); (B) and (C) simulated canals from the average results (red, preoperative situation; green, after expert shaping; blue, after novice shaping).

TABLE 1. Canal Modifications in Novice and Expert Groups (Increments and Deviations) Shown as Means ± Standard Deviations

S	Group	Canal increment		Distance from the instrumented canal outline to the original one			
		Percentage	P value	A (mm)	P value	B (mm)	P value
1	Novice	64.37 ± 28.14	.45	0.26 ± 0.07	.386	0.09 ± 0.08	.076
	Expert	79.73 ± 25.07		0.28 ± 0.07		0.14 ± 0.09	
2	Novice	151.06 ± 16.55	.77	0.27 ± 0.04	.749	0.22 ± 0.04	.043
	Expert	163.47 ± 29.79		0.27 ± 0.06		0.26 ± 0.07	
3	Novice	177.17 ± 34.81	.006	0.11 ± 0.12	.221	0.40 ± 0.07	.344
	Expert	135.52 ± 62.41		0.08 ± 0.09		0.43 ± 0.12	
4	Novice	138.41 ± 24.87	.45	0.24 ± 0.05	.710	0.10 ± 0.06	.006
	Expert	160.71 ± 47.68		0.25 ± 0.07		0.15 ± 0.08	
5	Novice	86.86 ± 34.37	.57	0.18 ± 0.08	.209	0.03 ± 0.05	.022
	Expert	81.62 ± 31.13		0.21 ± 0.09		0.03 ± 0.08	
6	Novice	61.31 ± 46.14	.883	0.048 ± 0.06	.863	0.081 ± 0.08	.833
	Expert	59.38 ± 46.43		0.045 ± 0.08		0.087 ± 0.11	

A and B, deviation of the canal (Fig. 14, magnified area) in mm; S, canal segment.
P values (analysis of variance test): significant differences when $P < .05$.

The use of simulated root canals in resin blocks has limitations, which must be considered when results are compared with those obtained from real teeth (13), because of differences in texture, hardness, and cross section. However, they allow the direct comparison of shaping capacity, because form, size, taper, and curvature are standardized (22). On the other hand, most errors in root canal preparation occur in curved canals (24), and for that reason this type of canal were chosen for our work.

In this study we have observed significant differences in the canal transport in the first curvature (smaller among expert operators). Nevertheless, in both groups the greater wear occurred on its internal face. Other authors (13) also obtained a larger transport for the novice operator, and in particular, the transport is larger at the beginning of the curvature. The study of Madureira et al (24), conducted with 4 file systems (Profile, ProTaper; K3 hand K-files, and Hero 642) by using double-curvature simulated canals, demonstrated a greater wear on the internal face of both curvatures, just as in our study. However, other studies observed greater wear on the internal face of the first curvature and on the external face of the second one (25–27). Nevertheless, the apical transport is identically performed over the same canal walls in every study, with the difference being that in double-curvature canals the external apical face corresponds with the internal one in our study.

The necessary time to instrument the canal also depends on the operator's experience. Time was significantly shorter among expert operators. Another study in which the time used to prepare simulated canals in acrylic blocks by using ProFile instruments was analyzed (28) concludes that the time necessary to prepare the canal is inversely proportional to the operator's experience. However, in spite of these problems, other authors (29) concluded that novice operators make better canal preparations with rotary files than with hand ones. They also concluded that there are no significant differences in the number of fractures seen in rotary NiTi files and hand NiTi files, but a difference can be seen with regard to stainless steel hand files, which fractured more often than rotary files (12). In our study we found that the number of separated instruments was double in the novice group than in the expert group (6 versus 3 over 30); this could be related to the operator's experience.

Conclusion

The use of the single-file reciprocating motion system Recproc is not seen to be influenced by the operator's experience regarding the increase of the canal area, although a larger apical transport in the first curvature is observed when the operator has no experience.

The time required for instrumentation is shorter according to how much experience the operator has. The obtained results indicate the importance of previous training and the need to acquire experience, in spite of the system's apparent simplicity.

Acknowledgments

The authors deny any conflicts of interest related to this study.

References

- Peters OA, Schönberger K, Laib A. Effects of four Ni-Ti preparation techniques on root canal geometry assessed by micro computed tomography. *Int Endod J* 2001;34: 221–30.
- Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am* 1974;18: 269–96.
- Sonntag D, Stachniss-Garp S, Stachniss C, Stachniss V. Determination of root canal curvatures before and after canal preparation (part B): a method based on numeric calculus. *Amst Endod J* 2006;32:16–25.
- Burnoughs JR, Bergeron BE, Roberts MD, et al. Shaping ability of three nickel-titanium endodontic file systems in simulated S-shaped root canals. *J Endod* 2012;38:1618–21.
- Yared G. Canal preparation using only one Ni-Ti rotary instrument: preliminary observations. *Int Endod J* 2008;41:339–44.
- Walia HM, Brandley WA, Gerstein H. An initial investigation of the bending and torsional properties of Nitinol root canal files. *J Endod* 1988;14:346–51.
- Harty HJ, Stock CJ. A comparison of the flexibility of gronamic and hand operated instruments in endodontics. *J Br Endod Soc* 1974;7:64–71.
- Berutti E, Chianussi G, Paolino DS, et al. Canal shaping with WaveOne Primary reciprocating files and ProTaper system: a comparative study. *J Endod* 2012;38: 505–9.
- Berutti E, Paolino DS, Chianussi G, et al. Root canal anatomy preservation of WaveOne reciprocating files with or without glide path. *J Endod* 2012;38:101–4.
- Birklein S, Hirschitzka K, Dammuschke T, Schilder H. Shaping ability and cleaning effectiveness of two single-file systems in severely curved root canals of extracted teeth: Recproc and WaveOne versus Mtwo and ProTaper. *Int Endod J* 2012;45: 449–61.
- Varela-Patiño P, Iturriz-Gomara A, Ribas-Mundúria B, et al. Alternating versus continuous rotation: a comparative study of the effect on instrument life. *J Endod* 2010;36:157–9.
- Sonntag D, Delschen S, Stachniss V. Root canal shaping with manual and rotary Ni-Ti files performed by students. *Int Endod J* 2003;36:715–23.
- Al-Omari MA, Wirtz S. Shaping canals with ProFiles and K3 instruments: does operator experience matter? *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010;110:e50–5.
- Mandil E, Adib-Yarub M, Benlamoun LM, et al. Rotary Ni-Ti profile systems for preparing curved canals in resin blocks: influence of operator on instrument breakage. *Int Endod J* 1999;32:436–43.
- Yared GM, Bou Dagher FE, Macthon P. Influence of rotational speed, torque and operator's proficiency on Profile failures. *Int Endod J* 2001;34:47–53.
- Yared GM, Kulkarni GK. Failure of Profile Ni-Ti instruments used by an inexperienced operator under access limitations. *Int Endod J* 2002;35:36–41.

Basic Research—Technology

17. Baumann MA, Roth A. Effect of experience on quality of canal preparation with rotary nickel-titanium files. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1999; 88:714–8.
18. Ghossein AH, Brown DC, Buchanan LS. A reconstructed computerized tomographic comparison of Ni-Ti rotary GT files versus traditional instruments in canals shaped by novice operators. *Int Endod J* 2011;34:876–84.
19. Peru M, Peru C, Mammocci E, et al. Hand and nickel-titanium root canal instrumentation performed by dental students: a micro-computed tomographic study. *Eur J Dent Educ* 2006;10:52–9.
20. Tu MG, Chen SY, Huang HI, Tsai CC. Endodontic shaping performance using nickel-titanium hand and motor ProTaper systems by novice dental students. *J Formos Med Assoc* 2008;107:381–8.
21. Arens JC, Hoen MM, Steiman HR, Dietz GC Jr. Evaluation of single-use rotary nickel-titanium instruments. *J Endod* 2005;29:564–6.
22. Ünal GC, Maden M, Orhan EO, et al. Root canal shaping using rotary nickel-titanium files in preclinical dental education in Turkey. *J Dent Educ* 2012;76:509–15.
23. Pruett JP, Clement DJ, Carnes DL Jr. Cyclic fatigue testing of nickel-titanium endodontic instruments. *J Endod* 1997;23:77–85.
24. Machado RG, Romer Navarro L, Lima MC, Costa M. Shaping ability of nickel-titanium rotary instruments in simulated S-shaped root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010;109:e136–44.
25. Coleman CL, Svec TA. Analysis of Ni-Ti versus stainless steel instrumentation in resin simulated canals. *J Endod* 1997;23:232–5.
26. Al-Omari MA, Dummer PM, Newcombe RG. Comparison of six files to prepare simulated root canals. *Int Endod J* 1992;25:67–81.
27. Bishop K, Dummer PM. A comparison of stainless steel Flexfiles and nickel-titanium NiTiFlex files during the shaping of simulated canals. *Int Endod J* 1997;30:25–34.
28. Mesgoué C, Rilliard F, Matossian I, et al. Influence of operator experience on canal preparation time when using the rotary Ni-Ti Profile system in simulated curved canals. *Int Endod J* 2005;36:161–5.
29. Sonntag D, Guntermann A, Kim SK, Stachniss V. Root canal shaping with manual stainless steel files and rotary Ni-Ti files performed by students. *Int Endod J* 2003;36:246–55.



CÁDIZ 2012
XXXIII
CONGRESO NACIONAL
DE ENDODENCIA
del 1 al 5 de Noviembre de 2012

asociación española de endodencia
www.aede2012.com

El Dr. Eugenio Grano de Oro Cordero, en su calidad de Secretario Científico del XXXIII Congreso de la Asociación Española de Endodencia

CERTIFICA
que el trabajo titulado
HABILIDAD EN LA CONFORMACIÓN DE CONDUCTOS CON UN SISTEMA ROTATORIO DE NI-TI DE UNA SOLA LIMA Y MOVIMIENTO ALTERNANTE.
realizado por los Drs.
Estefanía Muñoz Chávez, Leopoldo Forner Navarro, M^o Carmen Llena Puy, Amelia Almenar García, Lucía De la Morena Segura
ha sido presentado al Congreso en formato de
POSTER DE INVESTIGACIÓN
A los efectos oportunos, se firma la presente en Cádiz, a 1 de Noviembre de 2012



Dr. Miguel Ángel Pedregosa Gamboa
Presidente del XXXIII Congreso Nacional de AEDE



Dr. Eugenio Grano de Oro Cordero
Secretario del Comité Científico del XXXIII Congreso Nacional de AEDE

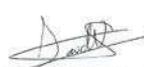


XXXV AEDE
CONGRESO NACIONAL DE LA ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE ENDODENCIA

DIPLOMA

Por el que se certifica que

Leopoldo Forner Navarro, Estefanía Muñoz Chávez, Sandra Garcet, Carmen Llena Puy, Amelia del Pilar Almenar García
ha presentado el Póster de Investigación
Influencia del aprendizaje progresivo en estudios sobre el periodo de enseñanza de la instrumentación de conductos
dentro del Programa Científico del
XXXV CONGRESO NACIONAL DE LA ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE ENDODENCIA,
celebrado en Granada del 30 de octubre al 1 de noviembre de 2014.



Dr. David Uroz Torres
Presidente del Congreso



Dr. Rafael Cisneros Cabello
Presidente de AEDE



Dr. Eugenio Grano de Oro Cordero
Secretario de AEDE