



Comparación de la resistencia a la fractura entre instrumentos rotatorios y reciprocantes con tratamiento térmico a diferentes curvaturas

Comparison of fracture resistance between rotary and reciprocating instruments with heat treatment at different curvatures

Pricila Estefanía Moya Nuñez^{1-a} | Paola Daniela Hidalgo Araujo^{1-b}

¹ iD | Facultad de Odontología de la Universidad Central del Ecuador; Quito; Ecuador

HISTORIAL DEL ARTÍCULO

Recepción: 04-10-2024

Aceptación: 30-11-2024

Publicación: 27-02-2025

PALABRAS CLAVE

Aleaciones con memoria de forma, Tratamiento térmico, Resistencia a la flexión

KEY WORDS

Shape memory alloys, Heat treatment, Flexural strength

RESUMEN

Introducción: En el área de endodoncia, la elección de instrumentos para la realización del tratamiento del conducto nace la necesidad por conocer las características de los nuevos instrumentos como es su resistencia a la fractura, flexión y torsión, más aún cuando los conductos son curvos lo que ha promulgado que las casas comerciales elaboraren un sin número de limas con técnicas nuevas y tratamientos diferentes para mejorar su rendimiento y desempeño. **Objetivo:** El objetivo de este estudio fue comprobar la resistencia a la fractura entre instrumentos rotatorios y reciprocantes con tratamiento térmico a diferentes curvaturas: 45°, 60° y 90°. **Metodología:** investigación experimental in vitro, descriptiva, comparativa realizada entre dos tipos de instrumentos: rotatorios, limas de procedencia china, Fanta 25.06 (3 limas a 45°, 3 limas a 60° y 3 limas a 90°) y VDW 25.06 limas reciprocantes de procedencia alemana con tratamiento térmico: limas Reciproc blue 25.08 y Fanta blue AF R3 25.06 (3 limas a 45°, 3 limas a 60° y 3 limas a 90°) en una canaleta metálica de raíces simuladas a 45°, 60°, y 90° grado, se realizó a partir de 36 limas de Níquel-Titanio mencionadas. Para comparar la resistencia a la fractura con el uso de un motor X-Smart Plus obteniendo datos del tiempo en que se fracturó el instrumento, revoluciones por minuto y zona en que se fracturó la lima. Se utilizó para las comparaciones el test de Kruskal Wallis, con 95% de nivel de confianza y procesadas mediante programa estadístico BioEstat versión 5.3.

ABSTRACT

Introduction: In the area of endodontics, the choice of instruments for performing root canal treatment arises from the need to know the characteristics of new instruments such as their resistance to fracture, bending and torsion, even more so when the canals are curved, which has led commercial companies to develop a number of files with new techniques and different treatments to improve their performance and efficiency. **Objective:** The objective of this study was to test the fracture resistance between rotary and reciprocating instruments with heat treatment at different curvatures: 45°, 60° and 90°. **Methodology:** In vitro, descriptive, comparative experimental research carried out between two types of instruments: rotary, files of Chinese origin, Fanta 25.06 (3 files at 45°, 3 files at 60° and 3 files at 90°) and VDW 25.06 reciprocating files of German origin with heat treatment: Reciproc blue 25.08 and Fanta blue AF R3 25.06 files (3 files at 45°, 3 files at 60° and 3 files at 90°) in a metal gutter of simulated roots at 45°, 60°, and 90° degrees, was made from 36 Nickel-Titanium files mentioned above. To compare the fracture resistance with the use of an X-Smart Plus motor, obtaining data on the time at which the instrument fractured, revolutions per minute and the area in which the file fractured. The Kruskal Wallis test was used for comparisons, with a 95% confidence level and processed using the BioEstat statistical program version 5.3.

ORCID

^a <https://orcid.org/0000-0002-0876-1264>

^b <https://orcid.org/0000-0002-8751-0753>

CORRESPONDENCIA

AUTOR

UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR,
QUITO, ECUADOR

E-MAIL: PRICIDENTISTE@GMAIL.COM,
PEMOYA@UCE.EDU.EC

INTRODUCCIÓN

La preparación de canales radiculares en especial cuando son curvos es uno de los pasos fundamentales en el tratamiento endodóntico, por esto los instrumentos deben adaptarse a la anatomía de manera segura y eficiente. La revolución de las aleaciones de níquel titanio (Ni-Ti), simplifican los tratamientos tanto para el operador como para el paciente¹.

La amplia variedad de opciones que ofrecen los instrumentos de Ni-Ti a pesar de no tener una estandarización universal, permite a los profesionales una mejor selección de limas para

cada caso que se presente, no obstante, una de las preocupaciones es la resistencia a la fractura, sobre todo en curvaturas complejas. Los instrumentos Ni-Ti, con tratamiento térmico de recubrimiento azul permite la mejora en propiedades mecánicas incrementando su flexibilidad y resistencia a la fractura².

En el mercado, las limas VDW (Reciproc Blue) poseen numerosos estudios que destacan sus propiedades y desempeño sin embargo aún existe la necesidad de establecer comparaciones entre instrumentos similares como las limas Fanta. En este estudio que tiene como objetivo comparar la resistencia a la fractura entre instrumentos rotatorios y reciprocantes de ambas marcas y tratar de identificar mayores ventajas para prevenir y evitar la fractura de los instrumentos por ende prevenir el fracaso de los tratamientos endodónticos³.

Materiales y métodos

Estudio experimental in vitro comparativo que no requiere de aprobación del CEISH, se llevó a cabo para comparar la resistencia a la fractura entre dos tipos de instrumentos endodónticos: limas rotatorias de fabricación china (Fanta 25.06) y alemana (VDW 25.06) y limas reciprocantes con tratamiento térmico de las marcas china (Fanta Blue AF R25.06) y alemana (Reciproc Blue 25.08). La investigación se realizó utilizando un modelo de conductos radiculares curvados simulado en una canaleta metálica, la cual fue diseñada por un técnico industrial en su taller, de dimensiones esta caja metálica tiene 8 cm x 14 cm, con tres curvaturas de canales simulando los conductos radiculares de forma cónica a 45°, 60° y 90°, un diámetro de 2 mm y con un ángulo de curvatura de 10 mm desde la punta del instrumento y un radio de curvatura de 5 mm⁴.

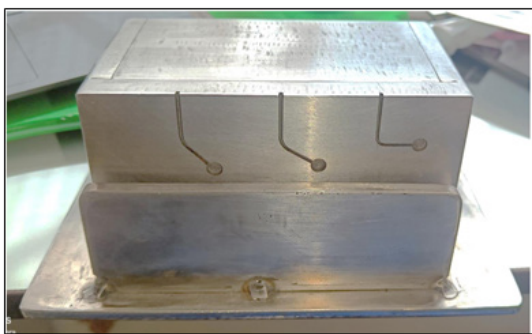


Figura 1. Canaleta metálica de raíces simuladas 45°, 60°, 90°. Fuente: Base de datos de la investigación. Elaborado: los autores.

La colocación de los instrumentos por la parte superior de la canaleta se realizó previo a colocación de glicerina para reducir la fricción y el calor durante su uso.

Hacia el final del canal simulado de la caja metálica existe un depósito circular para retener la porción de la lima fracturada y una protección de vidrio de 4 mm de grosor en la parte anterior de la canaleta, permitiendo la observación del proceso sin riesgo de accidentes.

Los instrumentos utilizados en este estudio fueron 36 limas de

Níquel-Titanio (Ni-Ti): 18 limas rotatorias:

Fanta 25.06 (china): 3 limas a 45°, 3 limas a 60° y 3 limas a 90° grados y

VDW 25.06 (alemana): 3 limas a 45°, 3 limas a 60° y 3 limas a 90° grados.

18 limas reciprocantes:

Fanta Blue AF R3 25.06 (china): 3 limas a 45°, 3 limas a 60° y 3 limas a 90° grados y

Reciproc Blue 25.08 (alemana): 3 limas a 45°, 3 limas a 60° y 3 limas a 90° grados.

Para la parte experimental estas limas se colocaron en un motor X-Smart Plus y se evaluaron el tiempo de fractura con el uso de un cronómetro (colocado en una Tablet), revoluciones por minuto y la ubicación de la fractura de la lima (medición de la porción de la lima fracturada con el uso de regla milimetrada), el proceso se grabó en video y fotos para posterior registro, revisión y análisis estadístico.

Los datos obtenidos fueron analizados utilizando la prueba de Shapiro Wilk para evaluar la normalidad de la distribución de los datos, posteriormente se aplicó las pruebas de Anova o Kruskal Wallis, interpretando los datos con un 95% de nivel de confianza y procesados mediante programa estadístico Bio Estat versión 5.3., con un nivel de significancia menor al 0,05%.

Resultados

Estadística descriptiva

Los resultados mostraron que el tiempo promedio de fractura de las limas rotatorias chinas fue de 28 minutos y 50 segundos a una curvatura de 45°, con una fractura localizada a los 4,16mm. En todos los casos (45°, 60° y 90°), la zona de fractura para las limas fue apical.

En cuanto a las limas rotatorias alemanas, se observó que el tiempo de fractura a una curvatura de 45° fue de 12,71 minutos, con una fractura localizada a los 2,5mm. De manera similar, la zona de fractura a 45°, 60° y 90° fue apical en el 100% de los casos.

a) Rotarios Chinos					b) Rotsatorios Alemanes				
Tiempo (min-seg)	Angulación	n	Media	D.E	Tiempo	Angulación	n	Media	D.E
	45°	3	28,503	4,602		45°	3	12,71	4,244
	60°	3	3,896	1,442		60°	3	2,99	0,483
	90°	3	5,483	0,543		90°	3	3,37	0,970
Fragmento (mm)					Fragmento				
	45°	3	4,166	1,607		45°	3	2,50	0,500
	60°	3	2,666	0,288		60°	3	2,83	0,288
	90°	3	2,933	0,115		90°	3	2,76	0,642
		n	%				n	%	
Apical	45°	3	100%		Apical	45°	3	100%	
Apical	60°	3	100%		Apical	60°	3	100%	
Apical	90°	3	100%		Apical	90°	3	100%	

Figura 2. a) Estadística Descriptiva del tiempo, fragmento y zona de fractura de los sistemas rotatorios chinos a 45°, 60°, 90°; b) Estadística Descriptiva del tiempo, fragmento y zona de fractura de los sistemas rotatorios alemanes a 45°, 60°, 90°. Fuente: Base de datos de la investigación. Elaborado: los autores.

Con respecto a las limas reciprocantes chinas, se observa que el tiempo que se requiere para la fractura a los 45°, es de 59 min 23seg. la distancia del fragmento fue a los 3,5 mm y la zona de fractura fue en la zona apical.

El tiempo medio que requirió una lima reciprocante alemana a los 45° para que se fracture fue de 1 hora 14 min, el fragmento se fractura a los 4,66mm. y el 100% de la muestra mostró una fractura en la zona apical.

a) Reciprocantes chinas					b) Reciprocantes alemanas				
Tiempo (min-seg)	Angulación	n	Media	D.E	Tiempo	Angulación	n	Media	D.E
	45°	3	59,23	5,349		45°	3	1h 14,00	3,605
	60°	3	14,23	5,107		60°	3	10,99	1,384
	90°	3	3,95	0,522		90°	3	5,35	1,067
Fragmento (mm)					Fragmento				
	45°	3	3,50	0,500		45°	3	4,66	0,577
	60°	3	2,10	0,655		60°	3	1,60	0,346
	90°	3	2,56	0,493		90°	3	2,63	1,096
		n	%				n	%	
Apical	45°	3	100%		Apical	45°	3	100%	
Apical	60°	3	100%		Apical	60°	3	100%	
Apical	90°	3	100%		Apical	90°	3	100%	

Figura 3. a) Estadística descriptiva del tiempo, fragmento y zona de fractura de los sistemas reciprocantes chinos a 45°, 60°, 90°; b) Estadística descriptiva del tiempo, fragmento y zona de fractura de los sistemas reciprocantes alemanes a 45°, 60°, 90°. Fuente: Base de datos de la investigación. Elaborado: los autores.

Con el objetivo de identificar la distribución de la muestra, se realizaron pruebas de normalidad de Shapiro Wilk, donde se obtuvo que la mayoría de las muestras tanto para las limas rotatorias y reciprocantes alemanas y chinas en lo que se refiere al tiempo de la fractura y la porción fragmentada, presentaron una distribución normal ($p \geq 0,05$).

Estadística Inferencial

En la figura 4 se presentan los resultados comparativos de las limas rotatorias de origen chino y alemán sometidas a diferentes ángulos de curvatura: 45°, 60° y 90°. Se evaluaron

dos parámetros: el tiempo hasta la fractura y la porción fracturada de las limas.

Los resultados muestran que no existen diferencias significativas en el número de fragmentos generados por las limas chinas y alemanas en ninguno de los grados de curvatura evaluados. Sin embargo, al analizar el tiempo hasta la fractura, se encontraron diferencias significativas ($p \leq 0,05$) en las limas sometidas a curvaturas de 45° y 90°. En ambos casos, las limas chinas presentaron un mayor tiempo hasta la fractura en comparación con las limas alemanas.

Figura 4. T de Student de la resistencia a la fractura de instrumentos rotatorios de origen chino vs origen alemán con tratamiento térmico a 45°, 60° y 90°.

	L Rotatorias 45°	n	Media	D.E	t	P
Fragmento	L Chinas	3	4,16	1,607	1,71	0,161
	L Alemanas	3	2,50	0,500		
Tiempo	L Chinas	3	28,50	4,602	4,36	0,012*
	L Alemanas	3	12,71	4,244		
	L Rotatorias 60°					
Fragmento	L Chinas	3	2,66	0,288	-0,707	0,519
	L Alemanas	3	2,83	0,288		
Tiempo	L Chinas	3	3,89	1,442	1,025	0,363
	L Alemanas	3	2,99	0,483		
	L Rotatorios 90°					
Fragmento	L Chinas	3	2,93	0,115	0,442	0,681
	L Alemanas	3	2,76	0,642		
Tiempo	L Chinas	3	5,48	0,543	3,287	0,030*
		3	3,37	0,970		

p= valor de significancia
 Fuente: Investigación
 Elaborado: los autores

La figura 5, muestra la comparación del tiempo que se requiere para la fractura de las limas reciprocante y la porción fragmentada de las mismas en diferentes grados. Se observa, que existieron diferencias en cuanto al tiempo en las limas reciprocantes a 45°, requiriendo mayor tiempo las limas alemanas en comparación con las limas chinas (p=0,017). En cuanto, a los otros valores no se encontraron diferencias significativas (p≥0,05).

Figura 5. T de Student de la resistencia a la fractura de instrumentos reciprocantes de origen chino vs origen alemán con tratamiento térmico a 45°, 60° y 90°.

L Reciprocantes 45°	n	Media	D.E	t	p	
Tiempo	L Chinas	3	59,23	5,34	-3,69	0,017*
	L Alemanas	3	1h14	3,60		
Fragmento	L Chinas	3	3,50	0,50	-2,64	0,057
	L Reciprocantes 60°					
Tiempo	L Chinas	3	14,23	5,10	1,060	0,349
	L Alemanas	3	10,99	1,38		
Fragmento	L Chinas	3	2,10	0,65	1,168	0,308
		3	1,60	0,34		
	L Reciprocantes 90°					
Tiempo	L Chinas	3	3,95	0,52	-2,041	0,111
	L Alemanas	3	5,35	1,06		
Fragmento	L Chinas	3	2,56	0,49	-0,096	0,928
	L Alemanas	3	2,63	1,09		

p= valor de significancia
 Fuente: Investigación
 Elaborado: los autores

De acuerdo con el estudio de Tovar Figueroa, en la curvatura de 90° las limas chinas AF Blue R (15 unidades), demostraron superioridad en la resistencia a la fatiga comparada con las limas Reciproc Blue (15 unidades), debido a su tratamiento térmico y pulido químico de superficie. Este tratamiento similar al evalua-

do en nuestro estudio parece conferir mayor flexibilidad y resistencia a la fractura sobre todo en conductos curvos⁵.

Al revisar a Vyver y Jonker, vemos la sugerencia de usar una sola lima en la mayoría de los casos endodónticos, utilizando el motor X-Smart Plus, nuestros resultados concluyen

de manera similar, demostrando la eficacia de los instrumentos evaluados para alcanzar la fractura en un tiempo controlado en conductos curvos⁶.

Gavini et. al (2012) destaca que el movimiento recíproco reduce la resistencia a la fatiga en conductos simulados de acero, lo cual coincide en nuestras observaciones, las limas reciprocantes de ambas marcas presentan mayor tendencia a la fractura que las limas rotatorias, en partículas en curvaturas severas como a 45°⁶.

Coincidimos con Mohammad et al. (2018), en la zona de fractura, que principalmente se da hacia apical de las limas. Este hallazgo subraya la importancia de la flexibilidad y resistencia de los instrumentos en el área apical, donde la curva y la fuerza aplicada son más exigentes⁷.

A diferencia del estudio de Portillo Martínez (2023), en el cual no hubo hallazgos significativos sobre la resistencia a la fractura entre los instrumentos de origen chino y alemán, nuestro estudio sugiere resultados en que las limas chinas tienen mayor resistencia a la fractura en curvaturas severas, lo que podría

tener relación con el tratamiento térmico sobre estos instrumentos⁸.

CONCLUSIÓN

Las limas chinas en comparación con las alemanas presentaron mayor tiempo de trabajo hasta su fractura, podemos evidenciar que esto se debe al tratamiento térmico de su fabricación, este hallazgo resalta una diferencia significativa en la durabilidad y resistencia a la fractura entre ambas marcas, en conclusión, podríamos pensar que las limas chinas son las más adecuadas para realizar procedimientos largos y de curvaturas severas a pesar de ser de un solo uso. A su vez la evolución de las limas reciprocantes a alcanzado importantes avances en los tratamientos de conducto por sus mejoras en sus propiedades como mayor flexibilidad, facilidad de uso y adaptación a anatomías complejas de los conductos permitiendo mejores resultados en la preparación de los mismos en comparación con las limas rotatorias, las limas reciprocantes son más seguras y eficientes en ciertos escenarios clínicos.

REFERENCIAS

1. **Dablanca-blanco AB, Castelo-baz P, Miguéns-vila R, Álvarez-novoa P, Martín-biedma B.** Endodontic Rotary Files, What Should an Endodontist Know? Vol. 58, Medicina (Lithuania). MDPI; 2022.
2. **Martins JNR, Silva EJNL, Baruwa AO, Pereira da Costa R, Braz Fernandes FM, Versiani MA.** Comparative analysis of reciprocating and flat-side heat-treated rotary single-file systems: Design, metallurgical characteristics, and mechanical performance. *Int Endod J.* 2023 Jul 1;56(7):896–908.
3. **Fanta Dental Materials.** Endodontic products catalogue.
4. **Correa Abad DE, Hidalgo Araujo PD.** Fatiga cíclica de cuatro sistemas reciprocantes en una canaleta dinámica de raíces simuladas. *Odontología (Lima)* [Internet]. 2020 Jul 1;22(2):45–59. Available from: <http://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/odontologia/article/view/2384/2364>
5. **Niquel-titanio Blue A, Blue Af Blue RY, Tovar Figueroa D, Belén P, Quispe Javier Lucho V.** Universidad Católica de Santa María Facultad de Odontología Segunda Especialidad en Cariología y Endodoncia COMPARACIÓN IN VITRO DE RESISTENCIA A LA FATIGA CÍCLICA ENTRE DOS SISTEMAS RECIPROCANTE DE Tesis presentada por la Cirujano. 2021.
6. **Vyver; Jonker. Reciprocating Instruments in Endodontics.** [Internet]. SADJ; 2014 Oct. Available from: www.sada.co.za
7. **Nabavizadeh MR, Sedigh-Shams M, Abdolrasoulnia S.** Cyclic fatigue life of two single file engine-driven systems in simulated curved canals. *Iran Endod J.* 2018 Dec 1;13(1):61–5.
8. **Portillo-Martínez MA, Horta-Dos Santos LM, Rangel-Do Couto V, Frozoni M, Mendez J.** Cyclic fatigue resistance of three reciprocating nickel-titanium instruments with heat treatment at intrachannel temperature. *Revista Facultad de Odontología.* 2023 Jun 6;35(1).

COMO CITAR

Moya Nuñez PE, Hidalgo Araujo PD. Comparación de la resistencia a la fractura entre instrumentos rotatorios y reciprocantes con tratamiento térmico a diferentes curvaturas. *ODONTOLOGÍA; 27(Especial):42-6.* Disponible en: <https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/odontologia/article/view/7815>