

Evaluación de extrusión apical en conductos curvos con sistemas rotatorios y reciprocantes: estudio in vitro

Evaluation of apical extrusion in curved canals with rotary and reciprocating systems: in vitro study

Daniel Gustavo Cortés Naranjo¹ <https://orcid.org/0000-0002-8342-3273>

¹Universidad Regional Autónoma de los Andes, Departamento de Odontología, Ambato, Ecuador.

Autor para la correspondencia: ua.danielcortes@uniandes.edu.ec

RESUMEN

En endodoncia, utilizar métodos de instrumentación manual y automatizada para preparar los conductos radiculares puede provocar expulsión de residuos dentinarios, soluciones de irrigación, materiales de obturación, microorganismos y sus derivados hacia los tejidos que rodean la raíz, a través del foramen apical. Se evaluó la cantidad de extrusión apical de barro dentinario producida después de la preparación de conductos curvos con sistemas de instrumentación rotatoria y reciprocante. Se seleccionaron 50 raíces mesiales de molares mandibulares con ángulo de curvatura moderado (5° a 25°) determinados por la técnica de Schneider, las mismas a las que fueron seleccionados aleatoriamente en cinco grupos (n=10): GA: Rotatorio (*PROTAPER UNIVERSAL*), GB: Rotatorio (*PROTAPER GOLD*), GC:

Reciprocante (*RECIPROC*), GD: Reciprocante (*RECIPROC BLUE*), y GE Manual (*PROTAPER UNIVERSAL MANUAL*) grupo control. Los conductos radiculares fueron instrumentados siguiendo las indicaciones de los fabricantes utilizando los sistemas de instrumentación rotatoria, reciprocante, y manual respectivamente y como irrigante se utilizó agua destilada estéril. Los datos obtenidos se compararon a través de la prueba estadística ANOVA. La mayor cantidad de extrusión apical de barro dentinario producido después de la preparación de conductos curvos fue el GE con un valor de 1,0100mg, seguido de GA con un valor de 0,9967mg, GD con un valor de 0,6967mg, y GB con un valor de 0,4800mg y GC con un valor de 0,4167mg en conductos curvos. Todos los sistemas utilizados producen extrusión apical de restos de barro dentinario durante la instrumentación de conductos curvos, no existiendo diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de estudio.

Palabras clave: Extrusión apical; endodoncia; conductos radiculares; foramen apical; instrumentación de conductos curvos.

ABSTRACT

In endodontics, using manual and automated instrumentation methods to prepare root canals can lead to the expulsion of dentinal debris, irrigation solutions, filling materials, microorganisms, and their derivatives into the tissues surrounding the root, through the apical foramen. The amount of apical extrusion of dentinal debris produced after preparing curved canals with rotary and reciprocating instrumentation systems was evaluated. Fifty mesial roots of mandibular molars with a moderate curvature angle (5° to 25°) as determined by the Schneider technique were randomly selected into five groups (n=10): GA: Rotary (*PROTAPER UNIVERSAL*), GB: Rotary (*PROTAPER GOLD*), GC: Reciprocating (*RECIPROC*), GD: Reciprocating (*RECIPROC BLUE*), and GE: Manual (*PROTAPER UNIVERSAL*

MANUAL) control group. The root canals were instrumented following the manufacturers' instructions using rotary, reciprocating, and manual systems, respectively, and sterile distilled water was used as the irrigant. The data obtained were compared using the ANOVA statistical test. The greatest amount of apical extrusion of dentinal debris produced after preparing curved canals was found in group GE, with a value of 1.0100 mg, followed by GA with 0.9967 mg, GD with 0.6967 mg, GB with 0.4800 mg, and GC with 0.4167 mg in curved canals. All systems used produce apical extrusion of dentinal debris during the instrumentation of curved canals, with no statistically significant differences between the study groups.

Keywords: Apical extrusion; endodontics; root canals; apical foramen; curved canal instrumentation.

Recibido: 08/10/2023

Aptobado: 06/11/2023

Introducción

La justificación de este estudio radica en la necesidad de comprender y cuantificar la extrusión apical de barro dentinario que ocurre durante la instrumentación de conductos radiculares curvos, utilizando sistemas de instrumentación rotatoria y reciprocante. Esta investigación se propone identificar el sistema que minimiza este fenómeno, el cual puede contribuir significativamente a la inflamación y el dolor postoperatorio en pacientes.

Además, al evaluar la eficacia y las consecuencias de diferentes técnicas de instrumentación, este estudio proporciona información valiosa para los profesionales de la endodoncia, permitiéndoles elegir la metodología más

adecuada para optimizar los resultados clínicos y mejorar la experiencia del paciente, reduciendo así las complicaciones asociadas con la extrusión de material dentinario y otros residuos.

Durante la preparación de los sistemas de conductos en tratamientos endodónticos, tanto las técnicas de instrumentación manual como las mecanizadas pueden provocar la expulsión de restos de dentina, irrigantes, materiales de relleno, microorganismos y sus subproductos hacia los tejidos perirradiculares a través del foramen apical. Esta extrusión apical de detritus impacta negativamente el éxito del tratamiento endodóntico, ya que puede inducir inflamación, exacerbaciones, dolor postoperatorio y retrasos en la reparación apical.^(1,2) Además, las exacerbaciones que ocurren entre sesiones o después del tratamiento representan un riesgo sistémico para el paciente y un desafío clínico significativo.⁽³⁾

Es crucial destacar que investigaciones previas confirman que todas las técnicas de preparación canalicular generan cierta extrusión de detritus, siendo más pronunciada con instrumentos manuales que con los mecanizados.^(2,4,5) A pesar de que las innovaciones tecnológicas han mejorado la conformación de los conductos radiculares, respetando su anatomía original, aún existe una carencia de datos comparativos sobre la cantidad de detritus apical generado por sistemas rotatorios frente a los reciprocantes en conductos curvos.

Numerosos estudios examinan cómo la extrusión de detritus y soluciones de irrigación hacia el periápice, destacando que factores como la técnica de instrumentación, el torque, la velocidad y el tipo de movimiento son determinantes en la cantidad de debris dentinario extruido hacia la región apical durante la preparación endodóntica.^(4,5,6,7)

El objetivo del estudio es evaluar la cantidad de extrusión apical de barro dentinario producida después de la preparación de conductos curvos con sistemas de instrumentación rotatoria y reciprocante.

Métodos

Se recolectaron 50 molares inferiores donados por clínicas dentales, con la debida autorización. Se seccionaron las raíces de cada molar, seleccionando las raíces mesiales para medir su ángulo de curvatura mediante radiografías digitales anteroposteriores, utilizando el sistema DIGORA®. Este proceso siguió la técnica de Schneider para determinar la anatomía y la curvatura de los conductos (5° a 25°). Se eliminaron los restos de tejidos blandos y los cálculos de la superficie externa de la raíz usando curetas periodontales Miltex 3.

Posteriormente, se utilizaron discos de diamante (0.30 x 22mm, BestQual, NY, USA) para remover las cúspides y crear puntos de referencia estables en cada raíz mesial. Se seleccionaron solo los conductos mesiovestibulares para el estudio. La longitud de trabajo se estableció visualizando la punta de una lima 10K Dentsply Maillefer en el foramen apical, restando 0.5 mm a esta medida para determinar la longitud de instrumentación. Las muestras se dividieron aleatoriamente en cinco grupos.

La extrusión de barro dentinario se evaluó utilizando el método descrito por Myers GL y Montgomery en 1991, que implica la recolección de material en tubos eppendorf.^(6,7) Se perforó un agujero en el centro de la tapa de cada tubo con un instrumento caliente (Pen Type # 2, EQ MASTER, Meta Biomed). Cada raíz etiquetada fue insertada en su respectivo tubo, y una aguja 27G se utilizó para equilibrar la presión interna y externa del aire. La tapa con la raíz y la aguja se

colocó en el tubo eppendorf etiquetado, que luego fue insertado en un vial de vidrio y sellado con silicona para evitar contacto durante el estudio.

Para la instrumentación de los conductos se empleó agua destilada como irrigante, aplicando 5 ml entre cada cambio de lima. El protocolo final de irrigación incluyó EDTA al 17 % (MD Cleaner, Meta Biomed, USA) durante tres minutos a 3mm de la longitud de trabajo, seguido de activación sónica con un endo activator (Dentsply Mylefer) punta médium (25/04) por un minuto. Se utilizó un motor X Smart Plus (Dentsply Maillefer) para la activación de las limas, las cuales se desecharon después de tres usos por conducto.



Fig. 1- Modelo Myers y Montgomery.

Se realizó la instrumentación de la muestra de acuerdo a los grupos de estudio y siguiendo las indicaciones de los fabricantes.

En el estudio, se prepararon diez conductos mesio-vestibulares de raíces mesiales inferiores con curvatura moderada, según la técnica de Schneider, en cinco grupos distintos:

- **Grupo A (ProTaper Universal):** después de determinar la longitud de trabajo con una lima LK10, se instrumentó el tercio cervical con una lima SX, seguido de una lima LK15 hasta la longitud de trabajo. La instrumentación secuencial continuó con las limas S1, S2, F1 y F2 hasta alcanzar la longitud deseada.
- **Grupo B (ProTaper Gold):** el proceso fue idéntico al Grupo A, utilizando instrumentos ProTaper Gold para preparar los conductos siguiendo el mismo protocolo de limas y longitudes.
- **Grupo C (Reciproc):** la longitud de trabajo se estableció con una lima LK10, y luego se instrumentó con una lima LK15 hasta dicha longitud, finalizando con una lima R25 hasta la misma medida.
- **Grupo D (Reciproc Blue):** similar al Grupo C, se utilizó el sistema Reciproc Blue para la instrumentación, siguiendo el mismo procedimiento de limas hasta alcanzar la longitud de trabajo.
- **Grupo E (ProTaper Universal Manual – Grupo Control):** se aplicó el mismo protocolo de instrumentación que en los Grupos A y B, utilizando el sistema manual ProTaper Universal.

Después de la instrumentación, se retiraron las tapas con las raíces y la aguja de los tubos Eppendorf, y se lavaron los restos de barro dentinario adheridos a la superficie radicular con 1 ml de agua destilada que caía dentro del tubo recolector. Los tubos se secaron a 105°C en una estufa MMM durante 12 horas para evaporar el agua, antes de realizar el pesaje final. Este protocolo de pesaje replicó el inicial, registrando el peso tres veces para obtener un valor medio. El peso neto de los restos de barro dentinario extruido se calculó restando el peso inicial del peso final de los tubos Eppendorf.

Los resultados se analizaron mediante la prueba estadística ANOVA, con un nivel de significancia del 5 %.

Resultados

Se observaron diferencias significativas en la extrusión de barro dentinario entre los grupos evaluados. Los resultados indican que el grupo E (ProTaper Universal Manual) presentó el valor más alto de extrusión, con una media de 1,0100. Le sigue el grupo A (ProTaper Universal) con una media de 0,9967. El grupo D (Reciproc Blue) mostró una media de 0,6967. Los valores más bajos se observaron en el grupo B (ProTaper Gold) y el grupo C (Reciproc), con medias de 0,4800 y 0,4167, respectivamente.

Estos resultados están detalladamente presentados en la Tabla 1, que presenta un análisis estadístico detallado de la extrusión de barro dentinario entre los cinco grupos estudiados. Se incluyen valores como la media, desviación estándar, error estándar, intervalos de confianza al 95 %, y los valores mínimo y máximo, ofreciendo una perspectiva integral del comportamiento de cada grupo en términos de extrusión dentinaria.

Tabla 1- Media y desviación estándar de los grupos de estudio

Grupo	N	Media	DS	EE	IC 95 % LI	IC 95 % LS	Mín.	Máx.
A (ProTaper Universal)	10	0,9967	0,5264	0,1665	0,6201	1,3732	0,4000	1,8333
B (ProTaper Gold)	10	0,4800	0,3581	0,1132	0,2239	0,7361	0,1333	1,2667
C (Reciproc)	10	0,4167	0,5880	0,1859	-0,0039	0,8373	0,0667	2,0333
D (Reciproc Blue)	10	0,6967	1,0922	0,3454	-0,0846	1,4780	0,0000	3,7000
E (ProTaper Universal Manual)	10	1,0100	0,7771	0,2458	0,4541	1,5659	0,1667	2,2667
Total	50	0,7200	0,7290	0,1031	0,5128	0,9272	0,0000	3,7000

Los resultados de la Tabla 1 indican variabilidad significativa en la cantidad de barro dentinario extruido entre los diferentes grupos. El Grupo E (ProTaper Universal Manual) mostró la mayor media de extrusión (1,0100), seguido muy de cerca por el Grupo A (ProTaper Universal) con una media de 0,9967, ambos con variaciones considerables como lo indican sus desviaciones estándar y rangos en los valores mínimos y máximos.

Por otro lado, el Grupo C (Reciproc) presentó la menor media de extrusión (0,4167), pero con una alta desviación estándar, lo que sugiere una dispersión considerable en los resultados dentro de ese grupo. El Grupo B (ProTaper Gold) y el Grupo D (Reciproc Blue) mostraron medias intermedias de extrusión, con el Grupo D exhibiendo la mayor variabilidad de todos, reflejada en una desviación estándar muy elevada y el máximo valor de extrusión registrado (3,7000).

En general, los resultados sugieren que mientras todos los grupos muestran algún grado de extrusión dentinaria, la magnitud y consistencia varían significativamente entre los sistemas de instrumentación evaluados.

La Tabla 2 presenta los resultados del análisis de varianza (ANOVA) utilizado para comparar las medias de extrusión de barro dentinario entre los distintos grupos de estudio.

Descripción	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad (Gl)	Media Cuadrática	F	Significancia (Sig.)
Entre Grupos	3,108	4	0,777	1,525	0,211
Dentro de Grupos	22,932	45	0,510		
Total	26,040	49			

Los resultados de la Tabla 2 indican que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos, dado que el valor de significancia ($p = 0,211$) es

mayor que el umbral típico empleado de 0,05. Esto sugiere que las variaciones observadas en las medias de extrusión entre los grupos podrían deberse al azar y no a diferencias sistemáticas en el rendimiento de los distintos sistemas de instrumentación evaluados.

Discusión

En este estudio, se observa que el sistema Reciproc exhibe la menor cantidad de extrusión apical de barro dentinario, lo que sugiere una eficiencia superior en la minimización de la extrusión comparado con otros sistemas. A pesar de que los sistemas Protaper Gold y Reciproc Blue también muestran niveles reducidos de extrusión, es notable que el sistema manual Protaper Universal presente un nivel mayor.

Este patrón indica que, aunque los sistemas avanzados de instrumentación han sido diseñados para optimizar la preparación del conducto radicular, la eficacia en la reducción de la extrusión apical puede variar significativamente entre los sistemas automatizados y los manuales. Esta variabilidad resalta la complejidad de la dinámica de extrusión en la endodoncia y la necesidad de una evaluación cuidadosa de la técnica y el sistema utilizado.

La falta de diferencias estadísticamente significativas entre los grupos sugiere que, a pesar de las diferencias observadas en las medias de extrusión, estos cambios no son suficientemente marcados como para influir decisivamente en la elección de un sistema sobre otro bajo un contexto clínico general. Esta observación es relevante para los clínicos que podrían considerar factores adicionales, como la comodidad del operador, el costo de los sistemas y la experiencia previa, al seleccionar la herramienta más adecuada para la práctica endodóntica.

En este sentido, los resultados enfatizan la importancia de no basar la selección de los instrumentos únicamente en su capacidad para reducir la extrusión apical, sino también en considerar un enfoque más holístico que incluya la eficiencia, ergonomía y resultados clínicos.

Además, los resultados del estudio refuerzan la idea de que la cinemática de movimiento y la composición de la aleación de los instrumentos no son factores determinantes en la cantidad de extrusión apical. Esto es crucial para comprender que la optimización de los procedimientos de instrumentación no debe centrarse únicamente en estas características técnicas. En lugar de ello, debe prestarse atención a la técnica de instrumentación, la anatomía del conducto tratado y la pericia del endodoncista.

Así, mientras que la selección del sistema de instrumentación sigue siendo un componente crítico del tratamiento endodóntico, este estudio sugiere que la capacitación y la técnica del operador son igualmente vitales para minimizar la extrusión apical y mejorar los resultados del tratamiento.

En un reciente estudio de laboratorio que examina la extrusión apical de detritus dentinarios, el sistema TruNatomy (TN) demuestra ser uno de los sistemas con menor cantidad de residuos extruidos, comparable con Reciproc Blue (RCB) y ProTaper Next (PTN), y significativamente menor en comparación con HyFlex (HCM y HEDM).⁽⁹⁾ Estos resultados son paralelos a los hallazgos del presente estudio, donde el sistema Reciproc también muestra una baja cantidad de extrusión apical. Sin embargo, mientras que en el estudio citado TN no presenta diferencias estadísticamente significativas con RCB y PTN en términos de residuos extruidos, el presente encuentra que Protaper Gold y Reciproc Blue, aunque efectivos, siguen teniendo una extrusión mayor comparada con Reciproc.

Esto refuerza la idea de que la tecnología y las características específicas de cada sistema pueden influir notablemente en la cantidad de extrusión apical, más allá de las diferencias generales entre sistemas manuales y mecanizados. Además, estos estudios subrayan la importancia de seleccionar sistemas de instrumentación que no solo sean eficientes en la preparación del canal radicular, sino que también minimicen el impacto negativo sobre los tejidos perirradiculares.

En un estudio que evalúa la extrusión de escombros apicales y la cantidad de material de limado restante después del retratamiento utilizando Reciproc Blue, Hyflex EDM y ProTaper.⁽¹⁰⁾ se encuentra que no existen diferencias estadísticamente significativas en la cantidad de residuos extruidos apicalmente entre los sistemas probados. Este hallazgo es similar al observado en el presente estudio, donde también se concluye que las diferencias en la cantidad de extrusión apical entre varios sistemas de instrumentación, incluido Reciproc, no son estadísticamente significativas.

Ambos estudios subrayan que, aunque los sistemas modernos de instrumentación endodóntica están diseñados para optimizar la eliminación de material y minimizar la extrusión apical, aún se produce una cantidad inevitable de detritus en el tratamiento, independientemente del sistema utilizado. Esto resalta la importancia de seguir explorando mejoras en las tecnologías de instrumentación para reducir aún más la extrusión apical, un factor crucial para minimizar el potencial de complicaciones postoperatorias en endodoncia.

En otro estudio reciente que compara la cantidad de residuos extruidos apicalmente durante la remoción del material obturante del conducto radicular en dientes con reabsorción radicular apical simulada.⁽¹¹⁾ se observa que todos los sistemas de archivos, incluidos ProTaper Universal, Reciproc Blue y HyFlex Remover, producen una cantidad significativamente mayor de extrusión en los

dientes modificados en comparación con los que no tenían reabsorción simulada. Esta observación es similar a los resultados del presente estudio, donde no se encuentran diferencias estadísticamente significativas en la extrusión apical entre varios sistemas en condiciones normales, pero destaca cómo condiciones especiales como la reabsorción radicular pueden intensificar la extrusión de detritus.

En ambos estudios, se enfatiza la importancia de considerar las condiciones específicas del diente al seleccionar y utilizar sistemas de instrumentación. Mientras que en el presente la variabilidad en la extrusión entre diferentes sistemas no es significativa, el estudio que se cita muestra que, bajo condiciones de reabsorción radicular, la extrusión puede aumentar notablemente, sugiriendo que las condiciones patológicas pueden requerir un enfoque más cuidadoso en la selección de la técnica y las herramientas de instrumentación.

Además, el estudio sobre la reabsorción radicular destaca que la lima de retratamiento ProTaper Universal se asocia con el menor peso de residuos extruidos apicalmente, lo que puede ser relevante para los casos clínicos donde se busca minimizar la extrusión en dientes comprometidos. Este hallazgo puede ser útil para guiar la práctica clínica en situaciones similares, proporcionando una base para la selección de herramientas que optimicen el tratamiento y minimicen los efectos adversos en dientes con patologías apicales.

Esta línea de investigación está cobrando cada vez más interés y diversos estudios recientes incursionan en ella.⁽¹²⁻¹⁴⁾ Al respecto, los autores de este estudio consideran que la neutrosofía, un marco teórico que permite el análisis y descripción de la indeterminación y las contradicciones inherentes a diversos fenómenos, podría aplicarse con gran beneficio a estudios futuros sobre la extrusión apical en conductos curvos con sistemas rotatorios y reciprocantes. Esta

herramienta se ha utilizado con éxito en otros campos de la salud para abordar cuestiones complejas donde las variables interactúan de manera no lineal y multifactorial.⁽¹⁵⁻¹⁷⁾ Su aplicación en endodoncia podría permitir una comprensión más profunda de cómo factores aparentemente contradictorios o neutros influyen en la extrusión de detritus.

Una propuesta para futuros estudios sería utilizar la neutrosofía para modelar y analizar la influencia de variables múltiples y a menudo contradictorias, como la anatomía del conducto, la técnica de instrumentación, y las propiedades físicas de los instrumentos, en la cantidad de extrusión apical de barro dentinario. Esto podría incluir el examen de cómo la flexibilidad de los instrumentos y la técnica de operación afectan los resultados de la extrusión, considerando no solo resultados binarios (éxito o fracaso), sino también grados de éxito y condiciones neutras o indeterminadas.

Además, la neutrosofía podría ayudar a investigar las relaciones entre la percepción clínica del operador y los resultados cuantitativos de la extrusión apical, identificando posibles áreas de incertidumbre o contradicción que no son evidentes con métodos de investigación tradicionales. Al hacerlo, se podría avanzar hacia protocolos de tratamiento endodóntico más refinados y personalizados que tomen en cuenta no solo las condiciones físicas del conducto radicular sino también las variables operativas y contextuales que actualmente podrían no ser completamente entendidas ni aplicadas.

Conclusión

En el presente estudio, se evaluó la cantidad de extrusión apical de barro dentinario generada por diversos sistemas de instrumentación endodóntica. Los resultados demostraron que el sistema Reciproc fue el que produjo la menor cantidad de extrusión apical, seguido por Protaper Gold, Reciproc Blue, Protaper Universal, y

finalmente, Protaper Universal Manual, el cual generó la mayor extrusión. Sin embargo, es crucial destacar que las diferencias observadas entre los sistemas no alcanzaron significación estadística.

Adicionalmente, se investigó el impacto de la cinemática de movimiento y la composición de la aleación de los instrumentos sobre la cantidad de extrusión apical. Los hallazgos indicaron que ninguno de estos factores influye significativamente en la extrusión apical de barro dentinario. Estos resultados sugieren que, aunque hay diferencias en la performance entre los sistemas en términos de extrusión apical, estos no son atribuibles a la técnica de instrumentación ni a las propiedades materiales de los instrumentos utilizados.

Estas conclusiones son relevantes para la práctica clínica, ya que proporcionan una comprensión más profunda sobre la eficacia y seguridad de los sistemas de instrumentación endodóntica modernos. A pesar de las variaciones en la cantidad de extrusión producida, la elección del sistema de instrumentación puede basarse en otros factores como la eficiencia, coste y facilidad de uso, dado que las diferencias en la extrusión apical no son determinantes según este estudio.

Referencias bibliográficas

1. Siqueira JF Jr. Microbial causes of endodontic flare-ups. *Int Endod J.* 2003 Jul;36(7):453-63. <https://10.1046/j.1365-2591.2003.00671.x>.
2. Tanalp J, Güngör T. Apical extrusion of debris: a literature review of an inherent occurrence during root canal treatment. *Int Endod J.* 2014 Mar;47(3):211-21. <https://10.1111/iej.12137>.
3. Seltzer S, Naidorf IJ. Flare-ups in endodontics: I. Etiological factors. *J Endod.* 1985 Nov;11(11):472-8. [https://10.1016/S0099-2399\(85\)80220-X](https://10.1016/S0099-2399(85)80220-X).

4. Koçak S, Koçak MM, Sağlam BC, Türker SA, Sağsen B, Er Ö. Apical extrusion of debris using self-adjusting file, reciprocating single-file, and 2 rotary instrumentation systems. J Endod. 2013 Oct;39(10):1278-80.
<https://10.1016/j.joen.2013.06.013>.
5. De-Deus G, Neves A, Silva EJ, Mendonça TA, Lourenço C, Calixto C, Lima EJ. Apically extruded dentin debris by reciprocating single-file and multi-file rotary system. Clin Oral Investig. 2015 Mar;19(2):357-61. <https://10.1007/s00784-014-1267-5>.
6. Myers GL, Montgomery S. A comparison of weights of debris extruded apically by conventional filing and Canal Master techniques. J Endod. 1991 Jun;17(6):275-9. [https://10.1016/S0099-2399\(06\)81866-2](https://10.1016/S0099-2399(06)81866-2).
7. Lu Y, Wang R, Zhang L, Li HL, Zheng QH, Zhou XD, Huang DM. Apically extruded debris and irrigant with two Ni-Ti systems and hand files when removing root fillings: a laboratory study. Int Endod J. 2013 Dec;46(12):1125-30.
<https://10.1111/iej.12104>.
8. Bürklein S, Schäfer E. Apically extruded debris with reciprocating single-file and full-sequence rotary instrumentation systems. J Endod. 2012 Jun;38(6):850-2.
<https://10.1016/j.joen.2012.02.017>.
9. Mustafa R, Al Omari T, Al-Nasrawi S, Al Fodeh R, Dkmak A, Haider J. Evaluating In Vitro Performance of Novel Nickel-Titanium Rotary System (TruNatomy) Based on Debris Extrusion and Preparation Time from Severely Curved Canals. J Endod. 2021 Jun;47(6):976-981. <https://10.1016/j.joen.2021.03.003>.
10. Abdelnaby P, Ibrahim M, ElBackly R. In vitro evaluation of filling material removal and apical debris extrusion after retreatment using Reciproc blue, Hyflex EDM and ProTaper retreatment files. BMC Oral Health. 2023 Nov 21;23(1):902.
<https://10.1186/s12903-023-03579-7>.

11. Gayatri S, Mathew S, Kumaravadivel K, Thangavel B, Thangaraj DN, Shaji A. Evaluation of Apically Extruded Debris During Retreatment Procedures Using Various File Systems in Teeth With Simulated Apical Root Resorption: An In Vitro Study. *Cureus*. 2023 Jun 24;15(6):e40904. <https://10.7759/cureus.40904>.
12. Çanakçı BC, Ustun Y, Er O, Genc Sen O. Evaluation of Apically Extruded Debris from Curved Root Canal Filling Removal Using 5 Nickel-Titanium Systems. *J Endod*. 2016 Jul;42(7):1101-4. <https://10.1016/j.joen.2016.03.012>.
13. Labbaf H, Nazari Moghadam K, Shahab S, Mohammadi Bassir M, Fahimi MA. An In vitro Comparison of Apically Extruded Debris Using Reciproc, ProTaper Universal, Neolix and Hyflex in Curved Canals. *Iran Endod J*. 2017 Summer;12(3):307-311. <https://10.22037/iej.v12i3.13540>.
14. Gunes B, Yesildal Yeter K. Effects of Different Glide Path Files on Apical Debris Extrusion in Curved Root Canals. *J Endod*. 2018 Jul;44(7):1191-1194. <https://10.1016/j.joen.2018.04.012>.
15. Martínez-Martínez R, Acurio-Padilla PE, Jami-Carrera JE. Distance of Similarity Measure under Neutrosophic Sets to Assess the Challenges of IoT in Supply Chain and COVID-19. *Int J Neutrosophic Sci*. 2022;18(4):313-322.
16. Prado Quilambaqui J, Reyes Salgado L, Valencia Herrera A, Rodríguez Reyes E. Estudio del cuidado materno y conocimientos ancestrales en el Ecuador con ayuda de mapas cognitivos neutrosóficos. *Revista Investigación Operacional*. 2022;43(3):340-348. Disponible en: <https://rev-inv-ope.pantheonsorbonne.fr/sites/default/files/inline-files/43322-06.pdf>
17. Álvarez Gómez ME, Méndez Cabrita M, Coka Flores DF, Rodríguez Reyes CG. Neutrosociology for Analyzing Public Procurement in Ecuador around the Health

Emergency. Neutrosophic Sets and Systems. 2021;44(1). Disponible en:

https://digitalrepository.unm.edu/nss_journal/vol44/iss1/37