

04

IMPORTANCIA DE PREPARACIÓN PRECLÍNICA PREVIO AL USO DE SISTEMAS MECANIZADOS POR ALUMNOS DE PREGRADO PARA EVITAR FRACTURAS

IMPORTANCE OF PRECLINICAL PREPARATION PRIOR TO THE USE OF SYSTEMS MECHANIZED BY UNDERGRADUATE STUDENTS TO AVOID FRACTURES

Dra. María Leonor Montesdeoca Breilh¹
E-mail: maleo-montesdeoca@hotmail.com
Dra. Jenny Guerrero Ferreccio¹
E-mail: endofile@hotmail.com

¹ Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. República del Ecuador.

Cita sugerida (APA, sexta edición)

Montesdeoca Breilh, M. L., & Guerrero Ferreccio, J. (2018). Importancia de preparación preclínica previo al uso de sistemas mecanizados por alumnos de pregrado para evitar fracturas. *Revista Conrado*, 14(61), 28-34. Recuperado de <http://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado>

RESUMEN

Durante el aprendizaje de la Carrera de Odontología los alumnos deben aprobar la materia de Endodoncia, materia de mucha importancia para mantener las piezas dentales en boca y no llegar a una extracción. Lamentablemente, la enseñanza de esta área resulta un poco compleja para el alumno de pregrado ya que se trabaja en un campo muy reducido y relativamente oscuro, lo que dificulta la visualización de los conductos, sumado a la cantidad de pasos que debe realizar para llegar a su objetivo. Dentro de esta enseñanza está la necesidad de impartir conceptos actuales, al igual que técnicas tradicionales vigentes. En la Endodoncia actual se usan tecnologías de tipo mecanizadas que han hecho que el operador pueda realizar procedimientos más rápidos y de manera correcta, pero lastimosamente son sistemas muy costosos que se pueden llegar a fracturar si no se tiene un entrenamiento preclínico previo, el cual logrará una curva de aprendizaje en el uso correcto de los mismos para evitar este desagradable problema. Esta preparación preclínica de acuerdo a la experiencia de las autoras debe tener algunas etapas antes de la realización del procedimiento en el paciente, para disminuir el número de errores durante el proceso clínico, principalmente la indeseable fractura del instrumento de Níquel-Titanio, los cuales son usados actualmente para la conformación del conducto radicular. Por tal motivo se describe en el presente artículo una dinámica de trabajo preclínico por etapas utilizados en la materia de Endodoncia de la Carrera de Odontología de la UCSG para lograr este objetivo.

Palabras clave:

Entrenamiento, preclínica, estudiantes pregrado, instrumentos mecanizados, limas fracturadas.

ABSTRACT

During the apprenticeship of the Dental Career, the students must approve the subject of Endodontics, great importance to keep the teeth in the mouth and they did not to arrive an extraction. Unfortunately, the teaching of this area is a bit complex for the undergraduate student since it works in a very small and relatively dark field, which makes difficult the visualization of the canals, added to the number of steps that must be carried out in order to reach its objective. Within this teaching is important impart current concepts, as well as current traditional techniques. The mechanized type technologies are used and it allowed the operator to perform procedures faster and correct, but unfortunately rotary instruments are very expensive systems that can be fractured if there is no previous preclinical training, which will achieve a learning curve in the correct use of them to avoid this unpleasant problem. This preclinical preparation according to the experience of the authors must have some stages before carrying out the procedure in the patient, to reduce the number of errors during the clinical process, mainly the undesirable fracture of the Nickel-Titanium instrument, which are currently used for shaping the root canal. For this reason we describe in the present article a preclinical work dynamics by stages used in the subject of Endodontics of the Dentistry Career of the UCSG to achieve this objective.

Keywords:

Training, preclinical, undergraduate students, mechanized instruments, fractured files.

INTRODUCCIÓN

La terapia endodóntica es fundamental para conservar piezas dentarias, para (Schilder, 1974) es la limpieza y conformación eficaz del sistema de conductos radiculares para reducir así el número de microorganismos en el conducto radicular. Estos procesos se han transformado con los avances tecnológico, no solo obteniendo un mejor pronóstico a largo plazo, sino también logrando reducir el tiempo de trabajo en cada procedimiento usando la endodoncia mecanizada (Cheung & Liu, 2009).

Estas maneras de conformación constan de instrumentos mecanizados fabricados a base de la aleación Níquel-Titanio (NiTi) debido a sus características de flexibilidad y superelasticidad, la cual se puede moldear en el conducto radicular de manera más eficiente y prevenir errores durante la conformación (Walia, Brantley & Gerstein, 1988).

Sin embargo, pese a sus beneficios, su mayor desventaja es la fractura dentro del conducto radicular debido a que la aleación puede sobrepasar su límite de elasticidad previo a ciertos factores como presión excesiva dentro del conducto radicular, mal uso del sistema, falta de determinación del ángulo de curvatura de la raíz, sobre uso del instrumento y principalmente la inexperiencia del operador, dando como resultado la fatiga del instrumento (Parashos & Messer, 2006).

Se determina que la fractura de un instrumento mecanizado está ligada a la fatiga cíclica que ocurre cuando las limas son sometidas a cargas *cíclicas de uso continuo dentro del conducto radicular, logrando influir esto en el origen y difusión de una grieta que puede presentarse ya sea por torsión o flexión* (Kim, Kwak, Cheung, , Ko, Chung & Lee 2012). La fractura por torsión se da cuando un segmento del instrumento queda atrapado dentro del canal radicular, continúa girando y sobrepasa su límite elástico e inicia su deformación plástica finalizando en la fractura del mismo (Pruett, Clement & Carnes, 1997; Kramkowski & Bahcall, 2009). Por el contrario, la fractura flexural se da cuando la lima gira libremente en una curvatura marcada generando así tensión y compresión que culminan en la fractura en el punto de máxima curvatura (Xu, Eng, Zheng & Eng, 2006).

Se menciona además que la técnica y la habilidad del operador de un sistema mecanizado se correlacionan con la incidencia de fractura inesperada del instrumento intracanal (Mandel, Adib-Yazdi, Benhamou, Lachkar, Mesgouez & Sobel, 1999; Baumann & Roth, 1999; Yared & Kulkarni, 2002; Muñoz, Forner & Llana, 2014; Abu-Tahun, Al-Rabab'ah, Hammad & Khraisat, 2014).

Actualmente en las carreras de Odontología se enseña no solo instrumentación manual sino también instrumentación mecanizada, por lo que el factor de fractura de instrumentos usados por alumnos de pregrado subraya la importancia del análisis de un entrenamiento previo no solo por parte del profesional que lo enseña sino también del estudiante de pregrado.

Se indica que los estudiantes de Odontología pueden usar sistemas rotatorios para preparar adecuadamente conductos curvos, estos hallazgos han sido corroborados por investigadores que observaron las ocurrencias de fracturas y tiempos de instrumentación durante la preparación de conductos de molares curvos por estudiantes en las prácticas clínicas de Endodoncia y concluyeron que un sistema mecanizados como ProTaper puede ser utilizado adecuadamente por estudiantes clínica si han recibido previamente entrenamiento básico con el sistema y el equipo (Sonntag, Bärwald, Hülsmann & Stachniss, 2008; Ünal, Maden, Orhan, Sartekin & Teke, 2012).

Autores como Alcaraz-Orta Bruno, Nunes, Rebello Horta, Abras da Fonseca & Ferreira Silveira (2016); Castro Martins, Oliveira Saraiva Seijo, Ferreira Ferreira & Martins Paiva (2012); entre otros han mencionan que dado a la cantidad de referencias que existen y la baja incidencia observada de fractura del instrumento en los mismos, los resultados de su estudio deberían alentar a la comunidad académica a revisar paradigmas extremadamente bien establecidos en la práctica de Endodoncia e introducir el uso de sistemas mecanizados en los programas de las carreras de Odontología buscando proporcionar a los estudiantes de pregrado la capacitación clínica adecuada en sistemas rotativos NiTi, para lo cual es importante que los estudiantes de pregrado admitidos en la clínica de Endodoncia hayan recibido instrucciones específicas y capacitación preclínica teórica básicas; esta preparación ha demostrado ser adecuada para permitir que estos estudiantes comiencen a usar sistemas rotativos en el tratamiento de endodóntica (Tchorz, Ganter, Woelber, Stampf, Hellwig & Altenburger, 2014).

El resultado que se presenta es la aplicación de una capacitación a un grupo de estudiantes de octavo semestre del pregrado de Odontología de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil (UCSG) y las consecuencias para la preparación del estudiante en la realización de una práctica costosa pero necesaria para la salud bucal, en este sentido se describe las etapas a través de las cuales el estudiante se prepara y los avances que en ellos se logra.

DESARROLLO

Desde el punto didáctico y a partir de las necesidades detectadas en los alumnos, sobre todo en la ejecución clínica de la Endodoncia, donde podría darse la fractura indeseada de un instrumento mecanizado se presenta el método preclínico empleado en la Asignatura de Endodoncia de la Carrera de Odontología de la UCSG.

En este sentido es importante reconocer que previo a todo procedimiento clínico en la Carrera de Odontología se debe realizar un procedimiento preclínico para poder adiestrar al estudiante en los detalles relacionados a la técnica y la habilidad individual.

Se describe a continuación los efectos en la aplicación de una serie de etapas preclínicas en la preparación de estudiantes en la materia de Endodoncia debido a su complejidad para llegar a un correcto procedimiento, se han demostrado resultados favorables en la disminución de errores durante el desarrollo de los mismo y la manera en la que los estudiantes han aprendido el procedimiento.

A lo largo del currículo y durante un primer semestre en el que los estudiantes realizan prácticas con instrumentos de Endodoncia en su primer contacto, se les enseña diseño de apertura, tomas radiográficas, toma de longitud de trabajo, técnica de instrumentación manual y técnica de obturación con 8 dientes anteriores simuladores y un diente natural anterior con técnica manual de Step Back, los estudiantes no logran según el estudio una aceptación adecuada de la asignatura por la cantidad de pasos a seguir, por la complejidad de la técnica y por el espacio tan pequeño de trabajo que resulta ser el conducto radicular. Para muchos de ellos, en esta etapa, la materia resulta muy tediosa y confusa, además de que es más frecuente la realización de errores durante la conformación como formación de escalones, perforaciones y fractura de instrumentos.

Durante el segundo semestre los alumnos realizan 6 piezas simuladoras: cuatro premolares y un anterior superior en el primer parcial y 3 molares en el segundo parcial con la misma técnica manual, durante este periodo se denota que existe menos dificultad al realizar el procedimiento, debido al número de casos que se les solicita, pero aún sigue siendo para ellos un procedimiento en el que tienen que realizar muchos pasos, se demoran no menos de dos horas en terminar el trabajo preclínico y aunque en menor número se siguen presentando errores de ejecución durante la instrumentación manual.

A partir de estas ideas preliminares las autoras docentes de la carrera consideran necesario la inclusión curricular de talleres preclínicos que refuercen las técnicas de

aislamiento, toma radiográfica con aislamiento, la toma de longitud de trabajo con localizador apical y se incluye el entrenamiento de Sistemas Mecanizados.

En los talleres de sistemas mecanizados se realizan 2 dientes simuladores y reciben información de los sistemas que van a utilizar.

Las indicaciones impartidas al alumno en estos talleres no solo incluyen la enseñanza de la técnica sino también características del instrumento como tipo de aleación, diámetro, conicidad, forma de sección transversal, puntos de contacto que el instrumento tendrá con el conducto, cantidad de masa central, capacidad de fuga de limalla, número de limas que forman el sistema, tipo de movimiento con el que trabaja: continuo o reciprocante, forma de uso dentro del conducto radicular: movimiento de cepillado o movimiento de picoteo sin presión, secuencia de uso, condiciones a considerar para la selección del instrumento como: ángulo de curvatura, desgaste compensatorio a nivel coronal y análisis del lumen del conducto (si se ve amplio o calcificado en la radiografía).

Esta explicación teórica inicial sencilla, didáctica y clara, es importante para que el alumno pueda, después de la demostración preclínica del sistema reproducir correctamente y sin errores el procedimiento de uso del sistema en los dientes simuladores bajo la supervisión de los docentes de preclínica.

En esta etapa se logra que el alumno tenga más aceptación por la materia y que la encuentre menos complicada, al mismo tiempo toma consciencia de los puntos que debe analizar previo a la selección del caso a realizar, cuando no debe reusar el instrumento y la importancia de la anatomía para evitar fracturas de los instrumentos.

En el tercer Semestre el alumno debe realizar sus primeros procedimientos clínicos en dientes anteriores pero usando la técnica manual, pero se realizan adicionalmente dos talleres preclínico con 5 dientes simuladores para reforzar la preparación mecanizada en dientes anteriores para en caso de que algún alumno tenga más empatía con la materia y principalmente destreza pueda realizar un caso con limas mecanizadas..

Pero es en el último semestre de la materia de Endodoncia que los alumnos realizan un taller preclínico de evaluación antes de comenzar a trabajar los sistemas mecanizados en pacientes.

Durante este ciclo los alumnos trabajan los seis casos clínicos solicitados con sistemas mecanizados. El alumno deber haber aprobado el entrenamiento preclínico, el alumno que no aprueba la materia preclínica no puede pasar a trabajar los casos clínicos, ya que cada paso

tiene un puntaje de evaluación del procedimiento para ser aceptado.

Prueba piloto de fractura de instrumentos y su análisis en Microscopio Electrónico de Barrido (MEB)

La prueba piloto de fractura de instrumentos mecanizados se realiza para obtener, a través del análisis del MEB, una imagen del segmento fracturado y que esta pueda ser comparada con la imagen obtenida de los posibles instrumentos fracturados que pudieran ocasionar los alumnos y determinar qué tipo de fatiga ocasionó la fractura.

Para dicha prueba piloto se utilizan molares extraídos con curvaturas de moderadas a severas, un motor endodónico X-Smart Plus y las siguientes limas mecanizadas: 2 limas Protaper Next X1, 2 limas Protaper Next X2, 2 limas Protaper Next X3, 1 lima Proglider, 1 lima Wave One Gold Primaria y 1 lima Wave One Gold Mediana (todas las limas eran nuevas al momento de realizar la prueba).

La prueba piloto para el análisis bajo microscopio electrónico de barrido se la dividió en 4 grupos:

Grupo A: Limas fracturadas por torsión se las dejó girando de manera estática a presión y permitiendo que un segmento del instrumento quede más en contacto con las paredes del conducto hasta que se produjo la fractura. (Protaper Next X1, X2 y X3),

Grupo B: Limas fracturadas por flexión, aquí se dejó a lima girando libremente en una curvatura marcada generando así tensión y compresión hasta que se produzca la fractura. (Protaper Next X2 y X3),

Grupo C: Limas usadas (Protaper Next X1, Wave One Gold Primaria y Proglider) y

Grupo D: Lima nueva (Wave One Gold Mediana).

Las limas de los Grupos A y B fueron rotas intencionalmente dentro de los molares extraídos para obtener así segmentos fracturados por torsión y flexión, posteriormente las limas del Grupo C fueron utilizadas varias veces en los molares con la intención de desgastarlas pero sin que se produzca fractura de las mismas y finalmente la lima del Grupo D no fue abierta para evitar su deterioro.

Una vez obtenido los fragmentos fracturados y las limas sobre-usadas, se procedió al análisis con el MEB, junto con las limas nuevas sin uso para de esta manera tener una imagen de torsión, flexión, sobre uso y nuevas para poder compararla con los posibles instrumentos que pudieran fracturar los alumnos en las clínicas y determinar, basados en esa imagen que fue lo que ocasiono la fractura.

Al mismo tiempo se mantuvo supervisión durante la realización de los procedimientos de los alumnos en las clínicas de Endodoncia de 8vo cuya duración fue de mayo a agosto del 2017. Ciclo de la UCSG para determinar la presencia de fractura. Este grupo de trabajo observacional constaba de 23 alumnos.

Análisis del Angulo de la Curvatura

Una vez terminados los casos, todas las radiografías de los casos clínicos trabajos con instrumentos de Ni-Ti por los alumnos de 8vo. Ciclo, se realiza el análisis del ángulo de curvatura empleando la técnica descrita por Schneider (1971). Para obtener dicho valor se sobrepone una radiografía periapical encima de una hoja de papel calca y se dibuja la pieza dentaria junto con el conducto radicular. Se traza una línea paralela al eje longitudinal del conducto y una segunda línea desde el agujero apical para intersectar con la primera línea en el punto donde el conducto empieza a alejarse del eje longitudinal, es decir empieza la curvatura. El ángulo formado entre ambas líneas se mide con un graduador convencional y las clasifica de la siguiente manera: conducto recto (ángulo $> 5^\circ$), curvatura moderada (ángulo $5-10^\circ$) o curvatura severa (ángulo $> 25^\circ$).

Encuesta para determinar la aceptación o no aceptación de la técnica

Adicionalmente A los 23 alumnos que formaron parte del grupo de estudio se les realiza una encuesta para saber la cantidad de casos que habían realizado con instrumentos mecanizados, el sistema empleado, su preferencia de sistema de instrumentación y su agrado o desagrado por las limas mecanizadas.

Se realizaron 94 casos clínicos en 8vo. Ciclo durante la materia clínica de Endodoncia y teniendo un promedio de 4 casos por alumno que usan sistemas mecanizados.

De los 94 casos clínicos trabajados ya sea con Protaper Next o Wave One Gold, en ninguno se reportan fractura de limas mecanizadas. Sin embargo, se fractura una lima manual tipo K #15 en un segundo premolar superior. Dicha lima se fractura en el conducto vestibular, en el tercio medio, el mismo que presentaba una curvatura moderada.

El segmento fracturado de la lima manual una vez que fue removido del conducto radicular es llevado al MEB para analizarlo.

Los resultados de la encuesta que se hizo con los alumnos del grupo de estudio fueron similares a trabajos anteriores realizados en Universidades Brasileñas, donde se hace énfasis al agrado de la instrumentación mecanizada por

parte de los alumnos de pregrado. Únicamente 3, de los 23 alumnos encuestados preferían conformar sus casos clínicos usando limas manuales por los costos. Los estudiantes mencionaron que con el empleo de limas rotatorias o mecanizadas podían culminar sus casos clínicos en el tiempo de 5 a 10 minutos y por lo tanto podían acabar sus casos clínicos con mayor facilidad. Parte de la encuesta consistía en indicar la cantidad de casos clínicos que cada alumno había trabajado empleando las mismas limas con el propósito de saber el número de usos y ciclos de esterilización de las mismas, ningún alumno emplea la misma lima en más de 4 ocasiones.

Los resultados del análisis de ángulo de curvatura de los 94 casos fueron los siguientes:

- **Conducto recto:** 22 casos
- **Curvatura moderada:** 62 casos
- **Curvaturas severas:** 10 casos

La lima nueva Wave One Gold Medium al análisis con microscopía electrónica no demostró ningún tipo de deformación en su composición. Las limas del Grupo C, que estaba compuesto por limas que fueron empleadas para conformar conductos radiculares repetidas veces mostraron defectos que estaban en relación a la cantidad de veces que habían sido empleadas.

Las imágenes resultantes de la prueba piloto de los Grupos A y B (limas fracturadas por torsión y flexión) coincidieron con estudios previos similares al realizado. Un dato de interés importante fue que las limas rotas por torsión mostraban en la parte central del instrumento una superficie plana en relieve, en cambio las limas que se fracturaron por flexión presentaban la grieta inicial en un extremo y esta se propagaba hacia la parte central de la misma.

La lima manual rota al ser analizada con MEB mostró una grieta inicial que se observa inicia en un extremo y se prolongaba hacia la parte central, por lo que podría estar relacionada a una fractura flexural, posiblemente asociada a la curvatura que tenía el premolar.

El empleo de instrumentos de Ni-Ti por alumnos de pregrado es un tema controversial donde en muchas escuelas no es permitido, sin embargo, hay múltiples estudios donde se demuestra que es totalmente seguro para alumnos (Muñoz, et al., 2014).

Estudios comparativos entre instrumentación manual y mecanizada realizadas por alumnos de pregrado han obtenido resultados sin diferencias significativas e incluso algunos autores han informado sobre las ventajas de la preparación mecanizada con instrumentos NiTi versus la

preparación manual ya sea en profesionales o alumnos de pregrado (Peru, Mannocci, Sherriff, Buchanan & Pitt Ford, 2006).

Los estudiantes de pregrado pueden obtener resultados significativamente mejores en la preparación del conducto radicular con instrumentos mecanizados de NiTi, que les permiten preparar conductos radiculares curvos con menos transportación y mejor conservación de la estructura dentaria en comparación con los conductos preparados con instrumentos manuales de acero inoxidable Esta tecnología ha demostrado ser significativamente más rápida que la técnica manual, con un posible efecto en el tiempo de trabajo del tratamiento clínico (Baumann, et al., 1999; Muñoz, et al., 2014).

Según Renata y colaboradores, estudiantes de pregrado pueden realizar tratamientos de conductos mucho más rápido y de manera correcta que un grupo de alumnos que lo realizaron de manera manual y que los principales factores que influyeron en la duración del tiempo durante estos tratamientos son la falta de asistencia de los pacientes, la falta de experiencia clínica y las dificultades con la exposición de las radiografías, más no el uso del sistema en sí (Castro Martins, et al., 2012).

Con el trabajo de investigación llevado a cabo en la UCSG pudimos corroborar que los alumnos de pregrado obtienen buenos resultados con instrumentación mecanizada, con baja incidencia de fractura y casi nulos errores de procedimiento. Esto puede ser explicado por el hecho de que los alumnos tienen un entrenamiento previo antes de trabajar con pacientes en el que se hace énfasis en los parámetros de uso de los sistemas que disminuyen la posibilidad de fractura (Abu-Tahun, et al., 2014). Otro factor de importancia que se debe tener en consideración en el momento que se decide introducir en la Carrera de Odontología el uso de sistemas mecanizados es que el alumno puede cumplir con sus casos de manera correcta y en menos tiempo de trabajo, lo que hace que el procedimiento que tiene muchos a realizar no sea tan estresante para el alumno y lo realice con menos complejidad. La selección del caso que realice el alumno de pregrado puede ser un punto importante, debido a que el ángulo de la curvatura interviene como factor de consideración en la fatiga flexural del instrumento, de ahí el hecho de que debería el docente, junto con el alumno hacer este análisis de que tan curva esta la raíz para con mayor razón utilizar limas nuevas o con muy poca fatiga de uso para su instrumentación.

La técnica mecanizada con instrumentos de NiTi debe integrarse en la educación dental de pregrado, ya que parece aconsejable que el entrenamiento Endodóntico

práctico se inicie con la técnica rotatoria, basado en los resultados de este trabajo previo a un entrenamiento preclínico. Esto permitiría a los estudiantes ganar confianza antes de realizar técnicas manuales más complejas e al introducir una secuencia de trabajo simple que proporcionaría una sensación inicial de logro. Esta técnica podría introducirse de manera segura en el plan de estudios de odontología de pregrado, lo que resultaría en una mejora sustancial en la calidad de la preparación del conducto radicular, especialmente por los estudiantes sin experiencia. También podría tener un impacto importante en la eficacia y el resultado de los tratamientos de endodoncia.

Los comentarios de los estudiantes son una parte fundamental de la evaluación y / o evaluación de los procesos de enseñanza. Permite a los estudiantes expresar sus puntos de vista, proporciona información valiosa sobre su aprendizaje y sugiere las modificaciones necesarias del plan de estudios, como se obtuvo en el presente trabajo después de la realización de la encuesta, obteniendo comentarios favorables del uso de los sistemas mecanizados, tanto en tiempo como en conformación; además, que la gran mayoría de alumnos se sienten conformes realizando sus casos con limas de Ni-Ti.

CONCLUSIONES

Un entrenamiento preclínico adecuado y con varias etapas de aprendizaje y refuerzo de la técnica es una herramienta favorable y adecuada para lograr un correcto procedimiento clínico y de esta manera disminuir errores indeseables durante el desarrollo del mismo. Los docentes deben estar capacitados para poder impartir un conocimiento claro, correcto y actual en la enseñanza de toda disciplina.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baumann, M. A., & Roth, A. (1999). Effect of experience on quality of canal preparation with rotatory nickel-titanium files. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 88, 714-718.
- Alcaraz-Orta Bruno, F., Nunes, E., Rebelo Horta, M. C., Abras da Fonseca, A. M., & Ferreira Silveira, F. (2016). Importance of rotary systems in dental care by undergraduate students in patients of a public health service of Belo Horizonte. *J Clin Exp Dent*, 8(1), 60-63. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4739370/>
- Castro Martins, R., Oliveira Saraiva Seijo, M., Ferreira Ferreira, E., & Martins Paiva, S. (2012). Dental students perceptions about the endodontic treatments performed using NiTi rotary instruments and hand stainless steel file. *Brazilian Dental Journal*, 23(6), 729-36. Recuperado de http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-64402012000600018
- Cheung, G. S., & Liu, C. S. (2009). A retrospective study of endodontic treatment outcome between nickel-titanium rotary and stainless steel hand filing techniques. *Journal of Endodontics*, 35(7), 938-943. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19567311>
- Abu-Tahun, I., Al-Rabab'ah, M. A., Hammad, M., & Khraisat, A. (2014). Technical quality of root canal treatment of posterior teeth after rotary or hand preparation by fifth year, The University of Jordan. *Australian Endodontic Journal*, 40(3) 123-130. Recuperado de <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/aej.12069/abstract;jsessionid=24C1CE0D70E48F976C14A17AF3CD9A.BE.f02t02>
- Kim, H. C., Kwak, S. W., Cheung, G.S. P., Ko, D. H., Chung, S. M., & Lee, W. (2012). Cyclic fatigue and torsional resistance of two new nickel-titanium instruments used in reciprocation motion: reciproc versus WaveOne. *Journal of Endodontic*, 38(4), 541-544. Recuperado de <https://pdfs.semanticscholar.org/393c/741de56de13ad61b873202f83ab08d95647b.pdf>
- Kramkowski, T. R., & Bahcall, J. (2009). An in vitro comparison of torsional stress and cyclic fatigue resistance of ProFile GT Series X rotary nickel-titanium files. *Journal of Endodontics*, 35(3), 4004-4007. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19249605>
- Mandel, E., Adib-Yazdi, M., Benhamou, L. M., Lachkar, T., Mesgouez, C., & Sobel, M. (1999). Rotary Ni-Ti profile systems for preparing curved canals in resin blocks: influence of operator on instrument breakage. *International Endodontic Journal*, 32(6), 436-443. Recuperado de <https://suffolkrootcanal.co.uk/wp-content/uploads/2015/04/Rotary-Ni-Ti-profile-systems-for-preparing-curved-canals-in-resin-blocks-influence-of-operator-on-instrument-breakage-Mandel-1999.pdf>
- Muñoz, E., Forner, L., & Llena, C. (2014). Influencia of Operator's experience on root canal shaping ability with a rotary Nickel-Titanium Single-File Reciprocating Motion System. *Journal of Endodontics*, 40(4), 547-550. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24666909>

- Parashos, P., & Messer, H. H. (2006). Rotary NiTi instrument fracture and its consequences. *Journal of Endodontics*, 32(11), 1031-1043. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17055902>
- Peru, C., Mannocci, F., Sherriff, M., Buchanan, L. S., & Pitt Ford, T. R. (2006). Han and nickel-titanium root canal instrumentation performed by dental students: a micro-computed tomographic study. *Eur J Dent Educ*, 10(1), 52-59. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16436085>
- Pruett, J. P., Clement, D. J., & Carnes, D. L. (1997). Cyclic fatigue testing of nickel-titanium endodontic instruments. *Journal of Endodontics*, 23(2), 77-85. Recuperado de <http://www.endoexperience.com/documents/Cyclicfatiguetestingofnickel-titaniumendodonticinstruments.pdf>
- Schilder, H. (1974). Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am*, 18(2), 269-296. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/4522570>
- Schneider, S. W. (1971). A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. *Oral Surg.*, 32(2), 271-275. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/5284110>
- Sonntag, D., Bärwald, R., Hülsmann, M., & Stachniss, V. (2008). Pre-clinical endodontics: a survey amongst German dental schools. *International Endodontic Journal*, 41(10), 863-868. Recuperado de www.sciencedirect.com/science/article/pii/IEJ1438
- Tchorz, J. P., Ganter, P. A., Woelber, J. P., Stampf, S., Hellwig, E., & Altenburger, M. J. (2014). Evaluation of an improved endodontic teaching model: do preclinical exercises have an influence on the technical quality of root canal treatments? *International Endodontic Journal*, 47, 410-415. Recuperado de <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/iej.12162/abstract>
- Ünal, G. Ç., Maden, M., Orhan, E. O., Saritekin, E., & Teke, A. (2012). Root canal shaping using rotary nickel-titanium files in preclinical dental education in Turkey. *J. Dent Educat*, 76(4), 509-513. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22473564>
- Walia, H. M., Brantley, W. A., & Gerstein, H. (1988). An initial investigation of the bending and torsional properties of Nitinol root canal files. *Journal of Endodontics*, 14(7), 346-351. Recuperado de
- Xu, X., Eng, M., Zheng, Y., & Eng, D. (2006). Comparative study of torsional and bending properties for six models of nickel-titanium root canal instruments with different cross-sections. *Journal of Endodontics*, 32(4), 372-375. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16554216>
- Yared, G. M., & Kulkarni, G. K. (2002). Failure of Profile Ni-Ti instruments used by an inexperienced operator under access limitations. *International Endodontic Journal*, 35(6), 536-541. Recuperado de https://www.unboundmedicine.com/medline/citation/12190911/Failure_of_ProFile_Ni_Ti_instruments_used_by_an_inexperienced_operator_under_access_limitations_