

A IMPLEMENTAÇÃO DE TÉCNICAS QUE UTILIZEM INSTRUMENTOS ENDODÔNTICOS MECANIZADOS DURANTE O PREPARO QUÍMICO-MECÂNICO DE CANAIS RADICULARES NA GRADUAÇÃO É VANTAJOSA?

Hannah Vitória dos Santos Pinna Joannes

Gabriel Cardoso Telles e Mello

Manoele Regos Rangel

Gaia Muxfeldt Lopes da Cruz

Thaís Martins de Souza, DDs, MsC

Autor de correspondência:

Thaís Martins de Souza.

Professora da Faculdade de Odontologia da UNIVERSO-SG

thais.souza@sg.universo.edu.br

RESUMO: Com os avanços tecnológicos e as inúmeras inovações voltadas à terapia endodôntica do sistema de canais radiculares, escolas de odontologia em todo o mundo enfrentam o desafio de fornecer aos alunos de graduação habilidades para preparar canais radiculares com segurança e expô-los a uma variedade de instrumentos e técnicas. O objetivo deste estudo foi avaliar as vantagens do uso de técnicas de instrumentação mecanizada endodôntica na graduação a partir de uma revisão de literatura. As buscas foram realizadas sem restrição de língua na base de dados do PubMed e *Lilacs*, utilizando as seguintes palavras-chave: (“*nickel-titanium*” and “*rotary instruments*” and “*root-canal preparation*” and “*undergraduate*”). Após a busca eletrônica, foram encontrados vinte e sete estudos, mas somente treze cumpriam os critérios de inclusão e foram selecionados para o presente estudo. Esta revisão de literatura observou que a busca pela implementação de sistemas mecanizados rotatórios de NiTi no currículo endodôntico das universidades é uma realidade mundial, já que essa técnica possui como vantagens uma curva de aprendizagem mais simples e menor, um tempo clínico inferior para modelagem do

sistema de canais radiculares, menores alterações de trajeto dos canais radiculares, incluindo retificações de curvaturas, desvios e transportes apicais e menores taxas tanto de fraturas de instrumentos quanto de perfurações.

Palavras-chave: Nickel-titanium, root-canal preparation, rotary instruments, undergraduate.

INTRODUÇÃO

As patologias pulpare e perirradiculares são regidas, principalmente, pela ação dos microrganismos e seus subprodutos (Sundqvist, 1976) e, por isso, a terapia endodôntica deve ser considerada a conduta de escolha para essas doenças (Siqueira, 2001), obtida, normalmente, por instrumentação mecânica com o auxílio de soluções irrigadoras, complementada por medicações intracanaís e finalizada pela obturação tridimensional, buscando controlar adequadamente a infecção intracanal.

O preparo químico-mecânico requer a ação conjunta de instrumentos endodônticos e substâncias químicas auxiliares. Os instrumentos manuais convencionais, mais comumente confeccionados em aço inoxidável (AI), possuem boa resistência à corrosão e à fratura, mas apresentam algumas limitações, como sua rigidez, o que pode resultar em erros de procedimento como transporte, saliências e/ou perfurações. Em 1988, Wallia *et al.* introduziram a liga de níquel-titânio (NiTi) na endodontia e instrumentos rotatórios de NiTi passaram a ser comercializados para superar as desvantagens dos instrumentos de AI, diminuir a incidência de erros e facilitar o preparo dos canais radiculares. Vantagens e benefícios dos instrumentos de NiTi foram amplamente apresentados na literatura (Schafer *et al.*, 2004; Cheung & Liu, 2009; Setzer *et al.*, 2010; Gergi *et al.*, 2010). A superelasticidade e o efeito memória de forma levam a poucas alterações no formato e trajetória originaís do canal, permitindo maior centralização e menor quantidade de transporte apical (Esposito & Cunningham, 1995; Chan & Cheung, 1996; Gambill *et al.*, 1996; Schäfer & Lohmann, 2002; Sonntag *et al.*, 2003; Peters, 2004; Guelzow *et al.*, 2005; Cheung & Liu, 2009). Além disso, o aumento da eficiência permite uma modelagem do canal de forma mais previsível e rápida. Os instrumentos de NiTi resultam em menos extrusão de detritos e menor chance de sensibilidade pós-operatória (Cheung & Liu, 2009). O emprego da liga de NiTi vem

permitindo que vários sistemas rotatórios mecanizados sejam constantemente lançados no mercado e, nesse contexto, a instrumentação rotatória parece produzir taxas mais altas de sucesso clínico do que uma técnica de lima manual (Cheung & Liu, 2009).

Com os avanços tecnológicos e as inúmeras inovações voltadas à terapia endodôntica do sistema de canais radiculares, escolas de odontologia em todo o mundo enfrentam o desafio de fornecer aos alunos de graduação habilidades para preparar canais radiculares com segurança e expô-los a uma variedade de instrumentos e técnicas. Há uma crescente tendência de que técnicas que adotem instrumentos mecanizados de NiTi sejam apresentadas aos alunos de graduação nas faculdades de odontologia. Em 2001, a Sociedade Europeia de Endodontia publicou diretrizes que enfatizaram a importância de elevar o nível do ensino de graduação em endodontia, a fim de garantir uma melhoria na prática clínica diária (Sociedade Europeia de Endodontia, 2001). Então, nesse contexto, surgiram relatos de desempenho clínico de estudantes de graduação (Arbab-Chirani & Vulcain, 2004; Martins *et al.*, 2012; Abu-Tahun *et al.*, 2016), buscando identificar problemas e buscar soluções para minimizar erros processuais.

Desta forma, o objetivo deste estudo foi avaliar se a implementação de técnicas de instrumentação mecanizada de NiTi (rotatória/ reciprocante) favorece o desempenho clínico dos alunos durante a graduação, reduzindo o tempo clínico de atendimento aos pacientes, melhorando a eficácia e segurança do tratamento, contribuindo com um aumento nas taxas de sucesso dos tratamentos endodônticos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para este estudo, foi realizado o levantamento bibliográfico na base de dados do PubMed e *Lilacs*, utilizando as seguintes palavras-chave: *nickel-titanium rotary, root-canal preparation and undergraduate*.

Durante as buscas, não houve restrição de período cronológico nem de língua e, inicialmente, foram encontrados 27 estudos. No entanto, esses deveriam se limitar ao tema proposto, sendo excluídos aqueles que não se dirigissem à avaliação de instrumentação rotatória e suas limitações e que envolvessem alunos de graduação. Com isso, 09 deles foram excluídos, pois o título e/ou resumo não atenderam aos critérios descritos. Assim, 18 estudos foram lidos na íntegra e, então, 13 deles

foram selecionados para esta revisão de literatura. A Figura 1 apresenta o fluxograma de seleção dos estudos para inclusão.

RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta um compilado das principais informações encontradas nos 13 estudos incluídos nessa revisão.

Desses, cerca de 47% utilizaram questionários enviados a alunos de graduações, buscando, principalmente, informações sobre as percepções dos próprios a respeito de curva de aprendizagem, sentimento de segurança, facilidade do manuseio dos instrumentos, flexibilidade, eficiência de corte, modelagem do canal, efeito de aparafusamento e tempo de instrumentação (Sonntang *et al.*, 2003; Arbab-Chirani & Vulcain, 2004; Martins *et al.*, 2012; Abu-Tahun *et al.*, 2014; Abu-Tahun *et al.*, 2016; Kwak *et al.*, 2016).

Quase 70% dos estudos utilizaram métodos de imagens (radiografias, microtomografia computadorizada, digitalização tridimensional) para analisar aspectos qualitativos e quantitativos relacionados ao sistema de canais radiculares e iatrogenias, sejam eles alargamento, modelagem, retificação de curvatura, transporte apical e desvios de trajetória, perfurações, fraturas de instrumentos, formação de debris e outros (Sonntang *et al.*, 2003; Hanni *et al.*, 2003; Peru *et al.*, 2006; Tu *et al.*, 2008; Georgelin-Gurgel *et al.*, 2008; Ünal *et al.*, 2012; Brito-Junior *et al.*, 2014; Abu-Tahun *et al.*, 2014; Román-Richon *et al.*, 2014). Os parâmetros clínicos de eficiência de corte, alargamento e/ou modelagem do canal foram avaliados em 85% dos estudos. Já dados sobre retificação de curvaturas, desvios de trajetória e/ou transporte apical foram analisados por 70% das pesquisas, assim como fraturas de instrumentos, e estudos e sobre perfurações em 23% deles.

Dos estudos que avaliaram sistemas mecanizados rotatórios, 77% utilizaram os instrumentos Protaper[®]. Somente um estudo (cerca de 8%) utilizou um sistema reciprocante para análise, o WaveOne[®].

DISCUSSÃO

Atualmente, o uso de instrumentos rotatórios de NiTi por estudantes de graduação para o preparo de canais radiculares é uma realidade nas escolas de odontologia de todo o mundo. Os avanços no uso da tecnologia de NiTi estão fazendo com que mais universidades adotem e incorporem instrumentação rotatória como parte do currículo endodôntico (Hanni *et al.*, 2003; Peru *et al.*, 2006). No Brasil, estima-se que aproximadamente 30% das faculdades de odontologia recomendem técnicas rotatórias de NiTi em seus currículos de graduação (Leonardi *et al.*, 2011) e não há uma normativa nacional estabelecida nesse sentido. Na Europa, desde 2001, a Sociedade Europeia de Endodontia publicou diretrizes que incentivam o aumento do nível dos currículos das graduações, incluindo o uso de sistemas rotatórios na disciplina de endodontia, buscando uma melhoria na prática clínica dos graduandos (Sociedade Europeia de Endodontia, 2001).

A maioria dos estudos prospectivos recentes, mesmo com operadores não treinados, incluindo estudantes de odontologia inexperientes, demonstraram que a melhor qualidade da técnica dos tratamentos de canal radicular obtidos com instrumentos de NiTi leva a melhores resultados de obturação em comparação a limas K de aço inoxidável (Chen & Messer, 2003; Er *et al.*, 2006; Balto *et al.*, 2010; Román-Richon *et al.*, 2014). Além disso, o alargamento dos canais com instrumentos rotatórios de NiTi é superior em comparação aquele realizado com técnicas convencionais escalonadas (Peru *et al.*, 2006; Leonardi *et al.*, 2011; Román-Richon *et al.*, 2014).

A retificação de curvaturas de canais é um dos erros de procedimento mais comuns encontrados quando estudantes de odontologia realizam endodontia de molares (Schäfer *et al.*, 2004). Nesse sentido, os instrumentos de NiTi aparentam ser mais seguros que os de Al devido ao menor transporte em direção às zonas de perigo na região de bifurcação e canais curvos (Sonntang *et al.*, 2003; Martins *et al.*, 2012; Hülsmann *et al.*, 2005; Tu *et al.*, 2008; Ünal *et al.*, 2012; Kwak *et al.*, 2016). A retificação de curvaturas pode acabar por desviar o trajeto original do canal radicular em direção apical, podendo culminar em alargamentos apicais exagerados. Segundo Brito-Junior *et al.* (2014), quanto maior o diâmetro apical do instrumento endodôntico, maior é a chance de ocorrerem desvios apicais, principalmente ao se

tratar de canais curvos, e tanto alunos de graduação quanto profissionais mais experientes precisam estar atentos a isso.

A fratura de um instrumento endodôntico é um problema multifatorial (Prati *et al.*, 2004), sendo uma das principais preocupações clínicas quando ocorre durante o preparo do canal radicular (Fife *et al.*, 2004). A realização de um pré alargamento dos canais radiculares pelos alunos, permitindo um deslizamento mais suave dos instrumentos no terço apical, deve ser tratado como necessário antes da introdução de limas rotatórias, objetivando reduzir sua fadiga cíclica (Pasqualini *et al.*, 2012). Há uma tendência em acreditar que os instrumentos rotatórios de NiTi têm uma frequência maior de fratura e deformação cíclica em comparação às limas manuais de Al (Parashos & Messer, 2006). No entanto, Abu-Tahun *et al.* (2014) encontraram uma frequência de fraturas pelos estudantes de graduação em suas terapias iniciais maior em instrumentações manuais que rotatórias, resultado corroborado por outros estudos (Sonntang *et al.*, 2003; Tu *et al.*, 2008; Shen *et al.*, 2009; Ünal *et al.*, 2012; Kwak *et al.*, 2016). Achado controverso foi encontrado por Georgelin-Gurgel *et al.* (2008) que afirmam que a instrumentação manual é mais segura do que a instrumentação rotatória nas mãos de estudantes inexperientes, incentivando maior treinamento clínico com a técnica manual para evitar fratura de instrumentos.

As perfurações relatadas ocorreram mais comumente em canais curvos superpreparados e retificados por instrumentos manuais de Al, com maior prevalência no terço médio radicular (Abu-Tahun *et al.*, 2014).

Quanto à aplicação de tempo, acredita-se que a dedicação ao ensino pré-clínico de técnicas de instrumentação rotatória de NiTi, no início do currículo endodôntico, promove capacitação desses alunos ainda inexperientes, permitindo sua atuação mais cedo em casos clínicos complexos, preservando a forma original em canais radiculares curvos, por exemplo, de maneira mais rápida (Tu *et al.*, 2008). Além disso, a utilização de instrumentos rotatórios de NiTi favorece significativamente a execução de mais tratamentos endodônticos (Martins *et al.*, 2012). Ao comparar sistemas rotatórios de instrumentos múltiplos e único, Kwak *et al.* (2016) não encontrou diferença significativa entre os dois, mesmo quando se esperava que sistemas de lima única preparassem o canal em tempos menores.

Há não muitos anos, foram introduzidos sistemas rotatórios recíprocos no comércio, como Reciproc (VDW, Munique, Alemanha) e WaveOne (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça). Os fabricantes afirmam que é necessário apenas um

instrumento, selecionado de acordo com o diâmetro anatômico do canal, para moldar o canal com o movimento recíprocante (Ruddle, 2012). Ao reduzir as etapas/trocas de instrumentos, quando comparados a sistemas rotatórios convencionais de NiTi, a modelagem do canal radicular pode ser alcançada em um tempo mais curto (Park *et al.*, 2014; Jin *et al.*, 2013). Portanto, ao se pensar em curva de aprendizado, é plausível que alunos inexperientes possam ser capazes de dominar o sistema recíprocante de instrumento único mais facilmente do que a instrumentação rotatória convencional, que muitas vezes envolve o uso de múltiplos instrumentos.

Também é importante enfatizar que o treinamento pré-clínico no currículo deve ser abrangente e ministrado por profissionais familiarizados com a nova tecnologia demonstrada (Parashos & Messer, 2006; Mozayeni *et al.*, 2011), seja para encurtar o salto de treinamento entre laboratório e clínica (Arbab-Chirani & Vulcain, 2004), seja para diminuir a ansiedade dos alunos em relação à instrumentação endodôntica (Tu *et al.*, 2008), seja para preparar com sucesso canais radiculares de molares através de instrumentos rotatórios (Hanni *et al.*, 2003; Sonntang *et al.*, 2003).

Como fator limitador, encontramos o custo para aquisição de motores endodônticos, localizadores apicais, instrumentos rotatórios e outros insumos compatíveis com a endodontia moderna. Ainda que o caminho se direcione à implementação curricular dos sistemas mecanizados na prática endodôntica durante a graduação, tanto a grade curricular (principalmente no período pré clínico/laboratorial) quanto os instrumentos e infraestrutura necessários precisam de investimentos consideráveis para que, enfim, sejam concretizados (Hanni *et al.*, 2003).

CONCLUSÃO

Nesta revisão de literatura, observou-se que a busca pela implementação de sistemas mecanizados rotatórios de NiTi no currículo endodôntico das universidades é uma realidade mundial a qual todos devem buscar se adequar. Como vantagens dessa prática, quando comparada à técnica manual, encontramos uma curva de aprendizagem mais simples e menor, um tempo clínico inferior para modelagem do sistema de canais radiculares, menores alterações de trajeto dos canais radiculares,

incluindo retificações de curvaturas, desvios e transportes apicais e menores taxas tanto de fraturas de instrumentos quanto de perfurações. Como fator limitador, ainda encontramos o custo/ investimento do material, sendo importante buscar alternativas como parcerias e/ ou financiamento de pesquisa e ensino.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. 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 undergraduate students, The University of Jordan. *Australian Endodontic Journal*, 40(3), 123-130.
2. Abu-Tahun, I., El-Ma'aita, A., & Khraisat, A. (2016). Satisfaction of undergraduate students at University of Jordan after root canal treatment of posterior teeth using rotary or hand preparation. *Australian Endodontic Journal*, 42(2), 66-72.
3. Arbab-Chirani, R., & Vulcain, J. M. (2004). Undergraduate teaching and clinical use of rotary nickel–titanium endodontic instruments: a survey of French dental schools. *International Endodontic Journal*, 37(5), 320-324.
4. Balto, H., Al Khalifah, S. H., Al Mugairin, S., Al Deeb, M., & Al-Madi, E. (2010). Technical quality of root fillings performed by undergraduate students in Saudi Arabia. *International endodontic journal*, 43(4), 292-300.
5. Brito-Júnior, M., Camilo, C. C., Pereira, R. D., Braga, N. M. A., & Sousa-Neto, M. D. (2014). Apical transportation associated with ProTaper® Universal F1, F2 and F3 instruments in curved canals prepared by undergraduate students. *Journal of Applied Oral Science*, 22, 98-102.
6. Chan, A. W. K., & Cheung, G. S. P. (1996). A comparison of stainless steel and nickel-titanium K-files in curved root canals. *International endodontic journal*, 29(6), 370-375.
7. Chen, J. L., & Messer, H. H. (2002). A comparison of stainless steel hand and rotary nickel-titanium instrumentation using a silicone impression technique. *Australian dental journal*, 47(1), 12-20.
8. Cheung GS, Liu CS. A retrospective study of endodontic treatment outcome between nickel-titanium rotary and stainless steel hand filing techniques. *J Endod* 2009;35: 938-943.

9. Er, O., Sagsen, B., Maden, M., Cinar, S., & Kahraman, Y. (2006). Radiographic technical quality of root fillings performed by dental students in Turkey. *International endodontic journal*, 39(11), 867-872.
10. Esposito, P. T., & Cunningham, C. J. (1995). A comparison of canal preparation with nickel-titanium and stainless steel instruments. *Journal of endodontics*, 21(4), 173-176.
11. European Society of Endodontology (2001) Undergraduate curriculum guidelines for endodontology. *International Endodontic Journal* 34, 57 -80.
12. Fife, D., Gambarini, G., & Britto, L. R. (2004). Cyclic fatigue testing of ProTaper NiTi rotary instruments after clinical use. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontology*, 97(2), 251-256.
13. Gambill, J. M., Alder, M., & del Rio, C. E. (1996). Comparison of nickel-titanium and stainless steel hand-file instrumentation using computed tomography. *Journal of endodontics*, 22(7), 369-375.
14. Georgelin-Gurgel, M., Devillard, R., Lauret, M. E., Diemer, F., Calas, P., & Hennequin, M. (2008). Root canal shaping using rotary nickel-titanium files in preclinical teaching. *Odonto-Stomatologie Tropicale= Tropical Dental Journal*, 31(121), 5-11.
15. Gergi, R., Abou Rjeily, J., Sader, J., & Naaman, A. (2010). Comparison of canal transportation and centering ability of twisted files, Pathfile-ProTaper system, and stainless steel hand K-files by using computed tomography. *Journal of endodontics*, 36(5), 904-907.
16. Guelzow, A., Stamm, O., Martus, P., & Kielbassa, A. M. (2005). Comparative study of six rotary nickel–titanium systems and hand instrumentation for root canal preparation. *International endodontic journal*, 38(10), 743-752.
17. Hänni, S., Schönenberger, K., Peters, O. A., & Barbakow, F. (2003). Teaching an engine-driven preparation technique to undergraduates: initial observations. *International endodontic journal*, 36(7), 476-482.
18. Hülsmann, M., Peters, O. A., & Dummer, P. M. (2005). Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. *Endodontic topics*, 10(1), 30-76.

19. Jin, S. Y., Lee, W., Kang, M. K., Hur, B., & Kim, H. C. (2013). Single file reciprocating technique using conventional nickel–titanium rotary endodontic files. *Scanning: The Journal of Scanning Microscopies*, 35(6), 349-354.
20. Kwak, S. W., Cheung, G. S. P., Ha, J. H., Kim, S. K., Lee, H., & Kim, H. C. (2016). Preference of undergraduate students after first experience on nickel-titanium endodontic instruments. *Restorative dentistry & endodontics*, 41(3), 176-181.
21. Leonardi, D. P., Baratto-Filho, F., Haragushiku, G. A., Tomazinho, F. S. F., Lopes, M. D. G. K., & Moro, A. (2011). Undergraduates' opinion after 5-year experience with rotary endodontic instruments. *RSBO Revista Sul-Brasileira de Odontologia*, 8(1), 68-74.
22. Martins, R. C., Seijo, M. O. S., Ferreira, E. F., Paiva, S. M., & Ribeiro Sobrinho, A. P. (2012). Dental students' perceptions about the endodontic treatments performed using NiTi rotary instruments and hand stainless steel files. *Brazilian dental journal*, 23, 729-736.
23. Mozayeni, M. A., Golshah, A., & Kerdar, N. N. (2011). A survey on NiTi rotary instruments usage by endodontists and general dentist in Tehran. *Iranian Endodontic Journal*, 6(4), 168.
24. Parashos, P., & Messer, H. H. (2006). Rotary NiTi instrument fracture and its consequences. *Journal of endodontics*, 32(11), 1031-1043.
25. Park, S. K., Kim, Y. J., Shon, W. J., You, S. Y., Moon, Y. M., Kim, H. C., & Lee, W. (2014). Clinical efficiency and reusability of the reciprocating nickel–titanium instruments according to the root canal anatomy. *Scanning: The Journal of Scanning Microscopies*, 36(2), 246-251.
26. Pasqualini, D., Mollo, L., Scotti, N., Cantatore, G., Castellucci, A., Migliaretti, G., & Berutti, E. (2012). Postoperative pain after manual and mechanical glide path: a randomized clinical trial. *Journal of endodontics*, 38(1), 32-36.
27. Peru, M., Peru, C., Mannocci, F., Sherriff, M., Buchanan, L. S., & Pitt Ford, T. R. (2006). Hand and nickel-titanium root canal instrumentation performed by dental students: a micro-computed tomographic study. *European Journal of Dental Education*, 10(1), 52-59.
28. Peters, O. A. (2004). Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. *Journal of endodontics*, 30(8), 559-567.

29. Prati, C., Foschi, F., Nucci, C., Montebugnoli, L., & Marchionni, S. (2004). Appearance of the root canal walls after preparation with NiTi rotary instruments: a comparative SEM investigation. *Clinical Oral Investigations*, 8, 102-110.
30. Román-Richon, S., Faus-Matoses, V., Alegre-Domingo, T., & Faus-Llácer, V. J. (2014). Radiographic technical quality of root canal treatment performed ex vivo by dental students at Valencia University Medical and Dental School, Spain. *Medicina Oral, Patología Oral Y Cirugía Bucal*, 19(1), e93.
31. Ruddle, C. J. (2012). Canal preparation: single-file shaping technique. *Dentistry today*, 31(1), 124-126.
32. Schäfer, E., & Lohmann, D. (2002). Efficiency of rotary nickel-titanium FlexMaster instruments compared with stainless steel hand K-Flexofile--Part 1. Shaping ability in simulated curved canals. *International Endodontic Journal*, 35(6), 505-513.
33. Schäfer, E., Schulz-Bongert, U., & Tulus, G. (2004). Comparison of hand stainless steel and nickel titanium rotary instrumentation: a clinical study. *Journal of endodontics*, 30(6), 432-435.
34. Setzer, F. C., Kwon, T. K., & Karabucak, B. (2010). Comparison of apical transportation between two rotary file systems and two hybrid rotary instrumentation sequences. *Journal of Endodontics*, 36(7), 1226-1229.
35. Shen, Y., Coil, J. M., & Haapasalo, M. (2009). Defects in nickel-titanium instruments after clinical use. Part 3: a 4-year retrospective study from an undergraduate clinic. *Journal of endodontics*, 35(2), 193-196.
36. Siqueira JF Jr (2001). Strategies to treat infected root canals. *J Calif Dent Assoc*. 29 (12), 825-837.
37. Sonntag, D., Delschen, S., & Stachniss, V. (2003). Root-canal shaping with manual and rotary Ni-Ti files performed by students. *International endodontic journal*, 36(11), 715-723.
38. Sundqvist G (1976). Bacteriological studies of necrotic dental pulps. *Dissertação Odontol nº 7, Univ de Umea, Suécia*.
39. Tu, M. G., Chen, S. Y., Huang, H. L., & Tsai, C. C. (2008). Endodontic shaping performance using nickel–titanium hand and motor ProTaper systems by novice dental students. *Journal of the Formosan Medical Association*, 107(5), 381-388.

40. Ünal, G. Ç., Maden, M., Orhan, E. O., Sarıtekin, E., & Teke, A. (2012). Root canal shaping using rotary nickel-titanium files in preclinical dental education in Turkey. *Journal of dental education*, 76(4), 509-513.
41. Walia HM, Brantley WA, Gerstein H. An initial investigation of the bending and torsional properties of Nitinol root canal files. *J Endod* 1988;14:346-351.

ANEXOS

Figura 1. Fluxograma de seleção dos estudos para inclusão.

Base de Dados
PubMed e Lilacs

Palavras-chave
nickel-titanium
root-canal preparation
rotary instruments
undergraduate.

n = 27

n = 18
leitura na íntegra

n = 13
incluídos

n = 09 excluídos
(título e resumo)

n = 05 excluídos

Fonte: Elaborado pelos autores, 2023

Tabela 1. Informações dos estudos

Tabela 1: Análise dos estudos incluídos

Artigo	Autores	Revista	Objetivo	Conclusões
Preference of undergraduate students after first experience on nickel-titanium endodontic instruments	Kwak <i>et al.</i> , 2016	Restorative Dentistry & Endodontics	Comparar dois sistemas de níquel-titânio (rotativo e reciprocante) quanto a sua aceitação por estudantes de graduação que experimentaram instrumentos de níquel-titânio (NITI) pela primeira vez.	Operadores inovatos preferiram instrumentos de níquel-titânio aos de aço inoxidável, e a maioria deles optou por limas reciprocantes em vez de sistemas rotativos contínuos.
Satisfaction of undergraduate students at University of Jordan after root canal treatment of posterior teeth using rotary or hand preparation	Abu-Tahun <i>et al.</i> , 2016	Australian Endodontic Journal	Relatar a satisfação de estudantes de graduação do quinto ano sobre o uso clínico do preparo endodôntico rotatório comparado com a técnica padrão de aço inoxidável e avaliar o impacto dos instrumentos rotatórios de níquel-titânio no ensino de graduação.	Os resultados mostraram uma aceitação positiva e consenso entre estudantes iniciantes de odontologia em relação ao uso de limas rotatórias ProTaper e a necessidade de ensino de graduação de sistemas rotatórios de níquel-titânio na Jordânia.
Radiographic technical quality of root canal treatment performed by dental students at Valencia University Medical and Dental School, Spain	Román-Richón <i>et al.</i> , 2014	Med Oral Patol Oral Cir Bucal	Avaliar radiograficamente a qualidade das obturações de canais radiculares e comparar o preparo manual e rotatório realizado em dentes extraídos por estudantes de odontologia.	Parece que operadores inexperientes realizam melhor tratamento de canal radicular com o uso de instrumentação rotativa.
Technical quality of root canal treatment of posterior teeth after rotary or hand preparation by fifth year undergraduate students, The University of Jordan	Abu-Tahun <i>et al.</i> , 2014	Australian Endodontic Journal	Investigar a qualidade técnica do tratamento endodôntico fornecido pelos estudantes de graduação como sua primeira experiência em endodontia de molares usando limas de níquel-titânio em uma abordagem coroa-para baixo em comparação com a técnica padrão de aço inoxidável.	Estudantes iniciantes de odontologia, usando limas rotatórias NITI ProTaper, foram capazes de preparar canais radiculares mais rapidamente e com maior precisão de preparo em comparação com canais dos mesmos dentes preparados com instrumentos manuais.
Apical transportation associated with ProTaper® Universal F1, F2 and F3 instruments in curved canals prepared by undergraduate students	Brito-Junior <i>et al.</i> , 2014	J Appl Oral Sci.	Avaliar o transporte apical associado às limas rotatórias ProTaper® Universal F1, F2 e F3 em canais curvos preparados por estudantes de graduação.	Os acadêmicos produziram menor transporte apical em canais curvos quando não utilizaram a instrumentação rotatória com diâmetros compatíveis com a lima F3.
Dental Students' Perceptions about the Endodontic Treatments Performed Using NITI Rotary Instruments and Hand Stainless Steel Files	Marrins <i>et al.</i> , 2012	Braz.Dent.J	Avaliar as percepções de estudantes de odontologia brasileiros sobre os tratamentos endodônticos realizados com instrumentos rotativos NITI e aço inoxidável manual.	O uso de instrumentos rotatórios de NITI deveria ser incluída no currículo da graduação em odontologia, contribuindo para o aumento de pacientes atendidos e consequentemente para a melhoria a experiência clínica dos alunos.
Root Canal Shaping Using Rotary Nickel- Titanium Files in Preclinical Dental Education in Turkey	Ünal <i>et al.</i> , 2012	Journal of Dental Education	Avaliar a capacidade de um grupo de estudantes do terceiro ano de odontologia sem qualquer experiência clínica endodôntica em usar os instrumentos ProTaper para diminuir a quantidade de retificação da curvatura de molares humanos e para determinar a incidência de fraturas de instrumentos e o tempo de instrumentação.	O estudo concluiu que os instrumentos rotatórios tiveram desempenho adequado com operadores inexperientes que receberam uma breve sessão de treinamento estruturada.
Root Canal Shaping Using Rotary Nickel- Titanium Files in Preclinical Teaching	Georgelin-Gurgel <i>et al.</i> , 2008	Odonto Stomatologie Tropicale	Avaliar a prevalência de eventos iatrogênicos durante o ensino pré-clínico de endodôntia, comparando técnicas rotatórias manuais de aço inoxidável versus técnicas rotatórias de níquel-titânio (NITI) para modelagem de canais radiculares naturais.	A instrumentação manual é mais segura que a rotatória nas mãos de estudantes inexperientes. Adquirir habilidade no uso de instrumentação rotatória de NITI requer treinamento pré-clínico específico para evitar a quebra da lima.
Endodontic Shaping Performance Using Nickel-Titanium Hand and Motor ProTaper Systems by Novice Dental Students	Tu <i>et al.</i> , 2008	J Forms Med Assoc	Comparar o desempenho de modelagem em blocos de resina de canal curvo simulados dos mesmos estudantes iniciantes de odontologia usando instrumentos ProTaper rotativos de níquel-titânio (NITI) preparados à mão e acionados por motor em uma aula de laboratório de endodontia.	Estudantes de graduação, se seguirem cuidadosamente a sequência de preparação, poderão realizar com sucesso a modelagem do canal limas ProTaper motorizadas e obter a melhor geometria do canal radicular do que usando limas ProTaper manuais dentro do mesmas sessões de ensino e prática.
Hand and nickel-titanium root canal instrumentation performed by dental students: a micro-computed tomographic study	Peru <i>et al.</i> , 2006	Eur J Dent Educ	Avaliar canais radiculares instrumentados por estudantes de odontologia utilizando a técnica duplo alargamento modificado (instrumentação manual), limas rotatórias System GT de níquel-titânio (NITI) e limas rotatórias ProTaper de NITI por meio de microtomografia computadorizada.	Nas condições deste estudo, estudantes de odontologia inexperientes conseguiram preparar canais radiculares curvos com limas rotatórias com maior preservação da estrutura dentária, baixo risco de erros de procedimento e muito mais rápido do que com instrumentos manuais.
Undergraduate teaching and clinical use of rotary nickel-titanium endodontic instruments: a survey of French dental schools	Arbab-Chirani & Vulcain, 2004	International Endodontic Journal	Avaliar o impacto dos instrumentos rotatórios de níquel-titânio (NITI) no ensino rotatório e no uso clínico nas escolas de odontologia francesas e avaliar as impressões dos estudantes de odontologia ao aprender e usar essas técnicas.	Houve um consenso nacional sobre a necessidade de ensino de sistemas rotativos de NITI na graduação da França. Essas técnicas tiveram um impacto substancial no ensino de endodontia e foram amplamente ensinadas e utilizadas nas escolas de odontologia francesas.
Teaching an engine-driven preparation technique to undergraduates: initial observations	Hanni <i>et al.</i> , 2003	International Endodontic Journal	Detalhar as observações iniciais feitas pelo corpo docente do Centro Odontológico de Zurique, após a introdução da técnica de preparação rotatória Profile 04 (FF 04) aos alunos de graduação.	Uma técnica rotatória foi introduzida com sucesso em um programa de graduação em endodontia. No entanto, a continuidade entre os cursos pré-clínico e clínico foi fraca devido às restrições do programa de ensino geral.
Root-canal shaping with manual and rotary Ni-Ti files performed by students	Somtang <i>et al.</i> , 2003	International Endodontic Journal	Investigar a modelagem do canal radicular com limas manuais e rotatórias de Ni-Ti realizadas por estudantes.	Operadores inexperientes obtiveram melhores preparos de canal com instrumentos rotatórios do que com limas manuais.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2023