

Defeitos dentinários originados após instrumentação manual, rotatória e recíprocante: Uma revisão integrativa

Mayara Daisy Silva Medeiros*
 Caroline Felipe Magalhães Girelli**
 Ludmila de Almeida Cunha*
 Viviane Ferreira G. Xavier***
 Renato Girelli Coelho****

*Especialista em Endodontia, ABO (Associação Brasileira de Odontologia), Governador Valadares, MG, Brasil

**Mestre em Endodontia, UFJF (Universidade Federal de Juiz de Fora, campus Governador Valadares, MG, Brasil

***Especialista em Endodontia, Univale, Governador Valadares, MG, Brasil

****Doutor em Ciências da Odontologia, UFJF (Universidade Federal de Juiz de Fora, campus Governador Valadares, MG, Brasil

Resumo

Introdução: Devido a grande complexidade anatômica dos sistemas de canais radiculares surgiu a necessidade de introduzir no mercado limas com mais flexibilidade, maior capacidade de corte (limpeza) e menor tendência de retificar os canais (menor transporte apical e perfurações); com isso foram lançadas limas mecanizadas com movimentos recíprocante e rotatório. **Objetivo:** Identificar a presença de microtrincas e/ou trincas originadas após a instrumentação dos canais radiculares nos sistemas rotatórios, recíprocantes e manuais. **Metodologia:** Foi realizada uma revisão integrativa na base de dados PUBMED, tendo como critérios de inclusão artigos na íntegra publicados entre 2013 a 2015, no idioma inglês, com a temática sobre instrumentação manual, rotatória e recíprocante, capazes de formar microtrincas após o tratamento endodôntico. **Resultados:** Foram identificados 56 artigos e após a análise dos critérios de inclusão sobre o questionamento elaborado foram selecionados 08 artigos. Todos estruturados em língua inglesa (EUA), 50% em 2015, 25% em 2014 e 25% em 2013. **Conclusão:** Pode-se concluir que após as instrumentações finalizadas com os sistemas rotatórios, recíprocante ou manual podem surgir microtrincas, tendo sido observadas menor incidência de microtrincas após a instrumentação manual. **Palavras-chaves:** Defeitos dentinários, microtrincas, sistema rotatórios, sistema recíprocante e sistema manual.

Abstract

Introduction: Due to the large anatomical complexity of the root canal system came the need to market files with more flexibility, higher cutting capacity (cleaning) and less likely to rectify the channels (less apical transportation and drillings), it was launched mechanized files with reciprocating and rotating movements. **Objective:** To identify the presence of microcracks and / or cracks originated after instrumentation of root canals in rotary systems, reciprocating and manuals. **Methods:** We conducted an integrative review the PUBMED database, with the inclusion articles cri-

teria in full published between 2013 to 2015 in English, with the theme of manual instrumentation, rotating and reciprocating are capable of forming microcracks after endodontic treatment. Results: We identified 56 articles and after review of the criteria for inclusion on the questioning produced were selected 08 articles. All structured in English (US), 50% in 2015, 25% in 2014 and 25% in 2013. Conclusion: It can be concluded that after the instrumentations completed with rotary systems, reciprocating or manual may arise microcracks. Having observed lower incidence of microcracks after manual instrumentation.

Key words: dentinal defects, microtrincas, rotary system, reciprocating system and manual system.

Introdução

O sucesso da terapia endodôntica depende da tríade: Diagnóstico adequado, preparo biomecânico e obturação tridimensional dos canais radiculares (Peters et.al, 2014). O preparo biomecânico é um dos fatores mais importantes durante o tratamento dos canais radiculares, pois tem o objetivo de remover matéria orgânica e inorgânica, desinfecção (redução bacteriana) e facilitar a obturação (PETERS et.al, 2014; BIER et.al, 2009)

Devido à grande complexidade anatômica dos sistemas de canais radiculares (SCR), houve necessidade em criar instrumentos com desenhos de cortes, conicidade e composição variados (BERGMANS et.al.,2002) Os materiais de aço inoxidável podem causar na superfície dos canais vários degraus, zip e transporte no interior do SCR (SINGH, NIGAM, 2010; AYDIN, KOSE, CALISKAN, 2009). Para eliminar essas lacunas foram desenvolvidos instrumentos de níquel-titânio (Ni-Ti) que têm propriedades vantajosas em relação às ligas de aço inoxidável, tais como: maior resistência à fratura por torção horária ou anti-horária e maior módulo de elasticidade, que permitem voltar a forma original após se deformar (BERGMANS et.al.,2002).

Pineda et al.(1997) mostraram que os sistemas rotatórios (rotação contínua 0º até 360º) eram promissores quando comparados aos instrumentos manuais, pois apresentavam maior flexibilidade, maior capacidade de corte (maior limpeza e alisamento das paredes do conduto) e menor tendência de retificar os canais (menor transporte apical e perfurações) quando comparada à lima confeccionada em aço inox (BERGMANS et.al., 2002; PINEDA, KUTTLER, 1997; DEPLAZES, PETERS, BARBAKOW,2001; KIM et.al.,2010)

Em 2008, baseado no movimento alternado de Roane, uma nova técnica utilizando apenas lima única

foi introduzida por Yared, visando a redução da fadiga cíclica dos instrumentos e uma instrumentação mais rápida e igualmente efetiva (YARED,2008). Com o sucesso dessa nova técnica, dois novos sistemas foram introduzidos no mercado visando à realização da instrumentação através de lima única em um movimento denominado reciprocante, o Reciproc (VDW, Munich, Germany) e o WaveOne (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland). (PEREIRA, SILVA, COUTINHO FILHO,2012)

Os instrumentos reciprocantes possuem efeito de corte no sentido anti-horário e desrosqueamento no sentido horário, sendo que o ângulo de progressão pode variar 60º, 120º, 180º e 360º de acordo com o fabricante. Esse movimento alternando o sentido horário e anti-horário evita o movimento de rosqueamento do instrumento no canal radicular, com diminuição das forças compressivas que causam deformação elástica reduzindo o risco de fadiga flexural e, torsional devido minimizar a chance da ponta se prender (YARED,2008; DE-DEUS , MOREIRA, LOPES, ELIAS,2010)

No entanto, a instrumentação mecanizada pode ocasionar prejuízo à dentina radicular, causando trincas completas ou incompletas no interior dos canais, perfurações, separação de instrumentos e fraturas (SINGH, NIGAM,2010; BARRETO et.al.,2012) A fratura vertical de raiz é uma complicação clínica que ocorre geralmente devido ao estress causado na dentina e inicia fissuras dentinárias que afetam a integridade do dente à longo prazo, podendo conduzi-lo à extração (HAUEISEN et.al.,2013; BARRETO, MORAES, ROSA,2012). Bier et al. (2009) demonstraram danos na dentina (microfissuras) em dentes que foram preparados com diferentes instrumentos rotatórios de Ni-Ti. Por isso o objetivo deste trabalho é identificar a presença de microtrincas e/ou trincas originadas após a instrumentação dos canais radiculares nos sistemas rotatórios, reciprocantes e manuais.

Metodologia

Este artigo é de uma revisão integrativa da literatura que aborda a identificação de defeitos dentinários originados após a instrumentação dos canais radiculares nos sistemas rotatórios, reciprocantes e manuais. A revisão integrativa da literatura permite a incorporação das evidências na prática clínica. Esse método tem a finalidade de reunir e sintetizar resultados de pesquisas sobre um delimitado tema ou questão, de maneira sistemática e ordenada, contribuindo para o aprofundamento do conhecimento do tema investigado (ROMAN; FRIEDLANDER, 1998).

Para Whitemore; Knafl (2005) é nesse ponto que se evidencia o potencial para construir a ciência. Uma boa revisão integrativa, segundo os autores, apresenta o estado da arte sobre um tema, contribuindo para o desenvolvimento de teorias. O método de revisão integrativa é uma abordagem que permite a inclusão de estudos que adotam diversas metodologias (ou seja, experimental e de pesquisa não experimental).

De acordo com as etapas de elaboração de uma revisão integrativa, o primeiro passo é determinar o objetivo que irá nortear a busca da literatura. Assim a questão que embasou a coleta de evidências científicas deste estudo foi: a instrumentação manual, mecanizada rotatória e recíprocante são capazes de formar microtrincas na dentina radicular após o tratamento endodôntico?

A base de dados para buscas online utilizadas foi PUBMED – Serviços de U. S. National Library of Medicine. Os descritores utilizados foram: Dentinal Defects, cracks, microcracks, microcracks dentinal, recíproc e rotary instrument. Durante a pesquisa um artigo foi retido em bases de dados de busca online diferentes.

Os critérios de elegibilidade deste estudo foram os artigos na íntegra, disponíveis nas bases de dados pesquisadas, sendo estes publicados entre 2013 a 2015, nos idiomas: inglês. Tais artigos deveriam abordar apenas os defeitos dentinários (microtrincas e/ou trincas) originados após a instrumentação dos canais

radiculares nos sistemas rotatórios, recíprocantes e manuais descartando estudos que avaliavam outros tipos de instrumentação mecanizada. Para verificar a compatibilidade dos artigos com o objetivo do estudo, a análise foi realizada por dois revisores independentes, que foram posteriormente comparadas.

Após a leitura dos artigos selecionados, as informações foram coletadas e digitadas em bancos de dados de acordo com as seguintes variáveis: artigo, autores/ano, objetivo, metodologia e conclusão. Todos os registros foram armazenados em um arquivo específico do programa Microsoft Excel 2013.

Resultados

Foram identificadas no PUBMED 56 referências bibliográficas. Após uma primeira análise baseada nos critérios de inclusão, leituras de resumos disponíveis e avaliação sobre o questionamento elaborado, foram selecionados 08 artigos.

Todos os 08 (100%) estavam estruturados na língua inglesa. Em relação ao ano de publicação, 04 (50%) em 2015, 02 (25%) em 2014 e 02 (25%) em 2013. Estes dados estão sintetizados na tabela 1.

A partir dos textos estudados, foi possível verificar a presença de defeitos dentinários (microtrincas e/ou trincas) originados após a instrumentação dos canais radiculares nos sistemas rotatórios, recíprocantes e manuais.

Tabela 1. Identificação dos estudos selecionados para revisão integrativa.

ARTIGO	AUTORES/ANO	OBJETIVO	METODOLOGIA	CONCLUSÃO
Incidence of dentinal defects after root canal preparation: reciprocating versus rotary instrumentation.	Bürklein, Tsotsis, Schäfer / 2013	Avaliar a incidência de defeitos dentinários após o preparo do canal radicular com instrumentos reciprocante (Reciproc e WaveOne) e instrumentos rotatórios (Pro Taper Mtwo).	100 incisivos inferiores escolhidos aleatoriamente, divididos em 5 grupos de 20 dentes, sendo um grupo controle, um Reciprocante, WaveOne, ProTaper, Mtwo.	O preparo do canal radicular com ambos instrumentos rotativos e reciprocante resultou em defeitos dentinários. No nível apical dos canais, o sistema reciprocante produziu significativamente mais trincas dentinárias que os sistemas rotatório.
Dentinal Crack Formation during Root Canal Preparations by the Twisted File Adaptive, ProTaper Next, ProTaper Universal, and WaveOne Instruments	Karatas et al. / 2015	Comparar a incidência de rachaduras profundas após a instrumentação do canal radicular com o TF Adaptive, WaveOne, ProTaper Next e ProTaper Universal sistemas.	75 dentes incisivos centrais superiores. Divididos em 5 grupos de 15 dentes, sendo um grupo controle, um ProTaper Universal, ProTaper Next, WaveOne e um de Torção adaptativa.	A instrumentação com ProTaper Universal, ProTaper Next, WaveOne, podem resultar em trincas dentinárias.
Effect of reciprocating file motion on microcrack formation in root canals: an SEM study	Ashwinkumar et al. / 2014	Comparar a formação de microtrincas dentinárias usando Ni-Ti K-files manual, ProTaper manual e ProTaper e WaveOne.	150 dentes primeiros molares inferiores. Foi dividido em 5 grupos de 30 dentes, sendo um grupo controle, um Ni-Ti manual K-file, ProTaper Rotatória, WaveOne, ProTaper Manual.	ProTaper rotatório produziu significativamente um número maior de microtrincas em todos os três níveis de canais radiculares, quando comparado com os outros grupos (WaveOne e ProTaper manual).
Occurrence of Dentinal Microcracks in Severely Curved Root Canals with ProTaper Universal, WaveOne, and ProTaper Next File Systems	Li et al. / 2015	Comparar a incidência de microfissuras dentinárias produzidos pelos sistemas ProTaper Universal, ProTaper Next e WaveOne, em canais severamente curvos usando uma técnica de tingimento.	60 dentes molares extraídos com curvaturas de 25 a 40 graus. Divido em 3 grupos de 20 dentes, sendo um ProTaper Universal, WaveOne, ProTaper Next. Após instrumentação todas raízes foram coradas a nível da curvatura com azul de metileno a 1% por 24 horas. As micro trincas foram vistas em microscópio eletrônico de varredura.	O sistema ProTaper Next induziu um número menor de microfissuras dentinárias durante procedimentos endodônticos em canais radiculares severamente curvos em comparação com o ProTaper Universal e WaveOne.
Comparison of dentinal damage induced by different nickel-titanium Rotary instruments during canal preparation: An in vitro study	Garg et al. / 2015	Comparar danos dentinários causados por instrumentos manuais e rotatórios de Ni-Ti utilizando os instrumentos ProTaper, K3 SybronEndo, e Easy RaCe, após o preparo do canal radicular.	150 dentes pré-molares inferiores extraídos, divididos em 5 grupos 30 dentes, sendo um de controle, Ni-Ti K file, ProTaper Rotatório, K3 SybroEndo, Easy RaCe. As imagens digital foram utilizadas usando microscópio eletrônico de .varredura.	Observou-se que o uso de instrumentos rotatórios pode resultar em um aumento da possibilidade de defeitos dentinários, em comparação com instrumentação manual.

"Dentinal Microcracks After Root Canal Preparation" A Comparative Evaluation with Hand, Rotary and Reciprocating Instrumentation	Priya et al. / 2014	Comparar a incidência de microfissuras dentinárias, após instrumentação com vários tipos de Ni-Ti Files em movimento rotativo e alternativo.	150 dentes incisivos inferiores extraídos. Divido em 10 grupos, sendo Grupo 1 de controle; Grupo 2 instrumentação manual; Grupo 3,4 ProTaper rotatória e reciprocante; Grupo 5,6 ProTaper Next rotatória e reciprocante; Grupo 7,8 Oneshape rotatória e reciprocante; Grupo 9,10 Reciproc rotatória e reciprocante. Após instrumentação foi seccionada as raízes de 3,6 e 9mm do forame apical e foram analisadas em microscópio eletrônico de varredura.	Menor quantidade de defeitos foram observados em instrumentações manuais. Entre os mecanismos de instrumentações ProTaper Next Files mostrou menos trincas quando colocada em movimento rotativo ou reciprocante. Sistemas de varias limas mostraram menos trincas do que os sistemas de lima individual e movimento reciprocante verificou-se ser melhor para ambos sistemas
The effects of different nickel-titanium instruments on dentinal microcrack formations during root canal preparation	Ustun, et al. / 2015	Investigar a incidência de microfissuras dentinárias causadas por diferentes técnicas de preparação.	120 dentes incisivos inferiores extraídos. Dividido em 5 grupos, sendo um de controle, ProTaper reciprocante, Reciproc em movimento reciprocante, ProTaper, ProTaper Next. Após instrumentação a raiz foi seccionada de 3,6 e 9mm do forame apical e foram analisadas em microscópio eletrônico de varredura.	Com exceção do grupo de instrumentos manuais, todos os grupos experimentais mostraram formações microtrincas.
Incidence of Apical Root Cracks and Apical Dentinal Detachments after Canal Preparation with Hand and Rotary Files at Different Instrumentation Lengths	Liu et al. / 2013	Comparar a incidência de rachaduras radicular apical após o preparo do canal com instrumentos manuais e rotativos em diferentes comprimentos de instrumentação.	240 dentes incisivos inferiores extraídos selecionados. Todos os dentes foram instrumentados usando instrumentos rotativos e manuais, ou seja, K3, ProTaper e Ni-Ti Flex K-File. As instrumentações foram encerradas em diferentes níveis (no forame apical, + 1mm além do forame apical, - 1mm aquém do forame apical, - 2mm aquém do forame apical.), 12 grupos foram formados de acordo com comprimento de instrumentação.	Instrumentos rotatórios (K3, ProTaper) causou mais trincas radiculares do que instrumentos manuais; instrumentação aquém do forame apical reduziu o risco de defeitos dentinários.

Discussão

O preparo mecânico dos canais radiculares é uma das etapas mais importantes do tratamento endodôntico, durante o procedimento de modelagem do canal radicular pode-se originar danos à dentina radicular (PETERS, 2004; YOLDAS et.al.,2012; CAPAR et.al.,2014) Estudos mostram que os diferentes tipos de sistemas de modelagem instrumentação manual (limas de aço inoxidável com movimentos 180° a 180° cortando em cada parede), rotatórios (rotação contínua de rosqueamento 0° a 360°) ou reciprocantes (corta no sentido horário e desrosquea no sentido horário com ângulos que variam de acordo com o fabricante- 60°,120°,180° e 360°) podem originar complicações no tratamento endodôntico, como o aparecimento microtrincas (antecede às trincas) e/ou trincas (cracks) que são tipos de defeitos dentinários (YARED, 2008; DE-DEUS, MOREIRA, LOPES, ELIAS, 2008; KIM et.al.,2012; YOU et.al.,2010; KARATAS et al.,2010)

A complexidade anatômica contribui para que ocorram esses defeitos dentinários (microtrincas e/ou trincas), pois o aumento da curvatura do canal, aumenta a pressão sobre o sistema de modelagem manual ou rotativa e esse estresse causa desvios nas áreas mais finas de dentina.

Quando se avaliou o movimento das limas, Ashwinkumar et al (2014); Garg et al.(2015); Priya et al., (2014); Li et al.,(2015); Karatas et al.,(2015); Bürklein; Tsotsis; Schäfer,(2013) e Liu et al.,(2013) observaram que todos os três tipos de instrumentação (reciprocante, rotatório, e manual) produzem trincas nas paredes internas do SCR.

Garg et al.,(2015); Priya et al.,(2014) e Liu et al.,(2013) constataram que a instrumentação manual produz menor quantidade de trincas do que os sistemas rotatórios e reciprocantes. Sendo que Ustun et al.,(2015) discorda e conclui que a instrumentação manual não produziu formação de trincas nas paredes radiculares.

Burklein; Tsotsis; Schafer,(2013) relatam que o sistema reciprocante produziu significativamente mais defeitos dentinários (trincas) que os sistemas rotatórios ao serem avaliado o terço apical, Ashwinkumar et al.,(2014) discordam, pois identificaram um número maior de microtrincas em todos os três níveis de canais radiculares utilizando o movimento rotatório.

Ashwinkumar et al.,(2014) observaram que a instrumentação rotatória ProTaper produz maior número

de defeitos dentinários (microtrincas) comparados com os outros sistemas (manual e reciprocante (Waveone)), já Li et al.,(2015) observaram em seu trabalho que o sistema ProTaper Next é o que apresenta menores danos nas estruturas dentinárias (trincas) comparada ProTaper e a Waveone, inclusive em canais radiculares severamente curvos. Segundo Priya et al.,(2014), a ProTaper Next apresenta menores trincas quando colocadas em movimento rotatório e reciprocante. E acrescenta que os sistemas de sequência completa demonstraram menores danos que os sistemas de limas única.

Quando se compara os movimentos manuais, rotatórios e reciprocantes observa-se uma necessidade de estudos mais detalhados, pois, ainda as condições são limitadas devido às diferenças de metodologias. Sendo assim, sugere-se uma linha de pesquisa que vise à comparação entre estudos (desenvolvimento e validação de metodologia) que consiga comparar todas as variáveis inerentes aos movimentos manuais, rotatórios e reciprocantes para cada novo instrumento lançado no mercado.

Conclusão

A partir dos dados coletados foi possível concluir que após as instrumentações finalizadas com os sistemas rotatórios, reciprocantes ou manual ,podendo surgir microtrincas e/ou trincas. Foram observadas menor incidência de microtrincas e/ou trincas após a instrumentação manual.

Referências Bibliográficas

- PETERS OA, MORGENTHAL RD, SCHULZE KA, PAQUÉ F, KOPPER PM, VIER-PELISSER FV. Determining cutting efficiency of nickeltitaniumcoronal flaring instruments used in lateral action. **Int Endod J.** 2014;47(6):505–13.
- BIER CA, SHEMESH H, TANOMARU-FILHO M, et al. The ability of different nickel-titanium rotary instruments to induce dentinal damage during canal preparation. **J Endod** 2009;35:236–8.
- BERGMANS L, VAN CLEYNENBREUGEL J, BEUL-LENS M, WEVERS M, VAN MEERBEEK B, LAMBRECHTS P. Smooth flexible versus active tapered shaft design using NiTi rotary instruments. **Int Endod J.** 2002;35(10):820-88.
- SINGH S, NIGAM N. Comparative evaluation of surface characteristics of dentinal walls with and without using plastic finishing file. **J Conserv Dent.** 2010;13:89–93.

- AYDIN B, KOSE T, CALISKAN MK. Effectiveness of HERO 642[®] versus Hedstrom files for removing gutta-percha fillings in curved root canals: an ex vivo study. *Int Endod J* 2009;42:1050-6.
- PINEDA, F.; KUTTLER, S. Una nueva solución para llegar al ápice: el RBS. *Moyco Union Broach. Facts* 1997.
- DEPLAZES, P., PETERS, O., BARBAKOW, F. Comparing apical preparations of root canals shaped by nickel-titanium rotary instruments and nickel-titanium hand instruments. *J. Endod.* 2001; 27 (3): 196-202.
- KIM HC, LEE MH, YUM J, VERSLUIS A, LEE CJ, KIM BM. Potencial relação entre o design de instrumentos rotatórios de níquel-titânio e fratura de raiz vertical. *J. Endod.* 2010; 36: 1195-9.
- YARED, G. Canal preparation using only one Ni-Ti rotary instrument: preliminary observations. *Int. Endod. J.* 2008; 41 (4): 339-44.
- PEREIRA HSC; SILVA EJNL; COUTINHO FILHO TS. Movimento recíprocante em Endodontia: revisão de literatura. *Rev. Bras. Odontol*; 2012, 69(2):246-249.
- DE-DEUS G, MOREIRA EJ, LOPES HP, ELIAS, CN. Extended cyclic fatigue life for F2 ProTaper instruments used in reciprocating movement. *Int Endod J.* 2010; 43. 1063-8.
- KIM HC, KWAK SW, CHEUNG SGP, KO DH, CHUNG SM, LEE WC. Cyclic Fatigue and Torsional Resistance of Two New Nickel- Titanium Instruments Used in Reciprocation Motion: Reciproc Versus WaveOne. *J Endod* 2012; 38:541-544.
- YOU SY, BAE KS, BAEK SH, KUM KY, SHON WJ, LEE W. Lifespan of one nickel-titanium rotary file with reciprocating motion in curved root canals. *J Endod.* 2010;36:1991-4.
- TSESIS I, ROSENBERG E, FAIVISHEVSKY V, et al. Prevalence and associated periodontal status of teeth with root perforation: a retrospective study of 2,002 patients' medical records. *J Endod* 2010;36:797-800.
- HAUEISEN H, GARTNER K, KAISER L, et al. Vertical root fracture: prevalence, etiology, and diagnosis. *Quintessence Int* 2013;44:467-74.
- BARRETO MS, MORAES RA, ROSA RA, et al. Vertical root fractures and dentin defects: effects of root canal preparation, filling, and mechanical cycling. *J Endod* 2012;38: 1135-9.
- BIER CA, SHEMAH H, TANOMARU-FILHO M, et al. The ability of different nickel-titanium rotary instruments to induce dentinal damage during canal preparation. *J Endod* 2009;35:236-8.
- ROMAN AR; FRIEDLANDER MR. Revisão integrativa de pesquisa aplicada à enfermagem. *Cogitare Enferm.* 1998 Jul-Dez; 3(2): 109-12.
- WHITTEMORE R; KNAFL K. The integrative review: update methodology. *J Adv Nurs.* 2005;52(5): 546-53.
- PETERS OA. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. *J Endod* 2004;30:559-67.
- YOLDAS O, YILMAZ S, ATAKAN G, et al. Dentinal microcrack formation during root canal preparations by different NiTi rotary instruments and the self-adjusting file. *J Endod* 2012;38:232-5.
- CAPAR ID, ARSLAN H, AKCAY M, et al. Effects of ProTaper Universal, ProTaper Next, and HyFlex instruments on crack formation in dentin. *J Endod* 2014;40:1482-4.
- KARATAS et al. Dentinal Crack Formation during Root Canal Preparations by the Twisted File Adaptive, ProTaper Next, ProTaper Universal, and WaveOne Instruments. *JOE.* 2015; 41 (2): 261-264.
- ASHWINKUMAR V; KRITHIKADATTA J; SURENDRAN S; VELMURUGAN. Effect of reciprocating file motion on microcrack formation in root canals: an SEM study. *Int Endod J.* 2014; 47: 622-627.
- GARG S; MAHAJAN P; THAMAN D; MONGA P. Comparison of dentinal damage induced by different nickel-titanium rotary instruments during canal preparation: An in vitro study. *J Conserv Dent.* 2015; 18(4):302-305.
- PRIYA et al. "Dentinal Microcracks After Root Canal Preparation" A Comparative Evaluation with Hand, Rotary and Reciprocating Instrumentation. *Clin Diag Res J.* 2014;8(12):ZC70-ZC72.
- LI et al. Occurrence of Dentinal Microcracks in Severely Curved Root Canals with ProTaper Universal, WaveOne, and ProTaper Next File Systems. *JOE.* 2015; 41 (11): 1875-1879.
- BÜRKLEIN S; TSOTSIS P; SCHÄFER E. Incidence of dentinal defects after root canal preparation: reciprocating versus rotary instrumentation. *J Endod.* 2013; 39 (4): 501-4.
- LIU et al. Incidence of Apical Root Cracks and Apical Dentinal Detachments after Canal Preparation with Hand and Rotary Files at Different Instrumentation Lengths. *JOE.* 2013; 49 (1): 129-132.
- USTUN Y; ASLAN T; SAGSEN B; KESIM B. The effects of different nickel-titanium instruments on dentinal microcrack formations during root canal preparation. *Eur Dent J.* 2015; 9 (1): 41-46.