

# AVALIAÇÃO *IN VITRO* DA ALTERAÇÃO DE TEMPERATURA NA SUPERFÍCIE RADICULAR EXTERNA DURANTE A OBTURAÇÃO DO SISTEMA DE CANAIS RADICULARES PELA TÉCNICA HÍBRIDA DE TAGGER E ONDA CONTÍNUA DE CONDENSAÇÃO<sup>1</sup>

*IN VITRO EVALUATION OF TEMPERATURE RISE ON THE EXTERNAL RADICULAR SURFACE DURING ROOT CANAL OBTURATION USING BOTH TAGGER HYBRID AND CONTINUOUS WAVE OF CONDENSATION TECHNIQUES*

Rodrigo Sanches Cunha\*  
Manoel Eduardo de Lima Machado\*\*  
Carlos Eduardo da Silveira Bueno\*\*\*  
Luiz Valdrighi\*\*\*\*

Cunha RS, Machado ME de L, Bueno CE da S, Valdrighi L. Avaliação *in vitro* da alteração de temperatura na superfície radicular externa durante a obturação do sistema de canais radiculares pela técnica Híbrida de Tagger e Onda Contínua de Condensação. J Bras Endod 2004; 5(18):201-6.

O presente trabalho teve por objetivo analisar *in vitro* o aumento de temperatura desenvolvida na superfície radicular externa, em nível médio e apical, durante a fase de obturação do sistema de canais radiculares pelas técnicas Híbrida de Tagger e da Onda Contínua de Condensação, para o que foram utilizadas 20 raízes disto-vestibulares de molares superiores. Na medição, foram utilizados termopares acoplados a um termômetro digital e os resultados obtidos indicaram que o calor gerado na superfície radicular externa foi estatisticamente maior durante a técnica da Onda Contínua de Condensação, quando comparada com a técnica Híbrida de Tagger. Quando da análise dos terços, as duas técnicas apresentaram um desenvolvimento de calor estatisticamente maior no terço médio, quando comparado ao apical. Ambas as técnicas apresentaram um aumento de temperatura na superfície externa da raiz inferior a 10°C, consideradas, então, seguras para a utilização diária na clínica.

**PALAVRAS-CHAVE:** Calor; Obturação do canal radicular; Tratamento do canal radicular; Guta-percha; Molar.

## INTRODUÇÃO

O processo de obturação endodôntica consiste no preenchimento, por meio de um material biocompatível e com propriedades físicas e químicas adequadas, de forma hermética e tridimensional, de todo o sistema de canais radiculares, desde o seu início até o seu término apical, anteriormente ocupado pelo tecido pulpar.

<sup>1</sup> Dissertação apresentada ao Centro de Pesquisas Odontológicas São Leopoldo Mandic – Centro de Pós-Graduação, para obtenção do grau de Mestre em Endodontia.

\* Especialista e Mestre em Endodontia; Professor de Endodontia da PUC-Campinas e CPO-São Leopoldo Mandic; Rua Dona Rosa de Gusmão, 719, Guanabara – CEP 13073-120, Campinas, SP; e-mail: rscunha@dginet.com.br

\*\* Especialista, Mestre, Doutor e Livre Docente em Endodontia; Professor de Endodontia da USP-São Paulo

\*\*\* Especialista, Mestre e Doutor em Endodontia; Professor de Endodontia da PUC-Campinas e CPO-São Leopoldo Mandic

\*\*\*\* Especialista, Mestre, Doutor e Livre Docente em Endodontia; Professor de Endodontia do CPO-São Leopoldo Mandic

O selamento correto do sistema de canais radiculares é condição necessária para manter-se a desinfecção obtida após o preparo químico-cirúrgico, o qual favorece o processo de reparo dos tecidos periapicais. Considera-se que a principal causa de insucesso nas terapias endodônticas, em aproximadamente 60% dos casos, ocorre exatamente nas falhas no processo de obturação dos sistemas de canais radiculares (Grossman *et al.* 1964; Ingle, 1965; Holland *et al.*, 1971; Valera *et al.*, 1999).

Em meados do século XIX, Bowmann (1867) *apud* Soler, Shocron (1957) introduziu na Endodontia a guta-percha, uma substância vegetal extraída sob a forma de látex de árvores da família das sapotáceas (*Mimusops balata* e *Mimusops hiberi*), a qual tem sido aceita como o melhor material para a obturação do sistema de canais radiculares. Este material encontra-se disponível para o uso odontológico em associação a outros componentes, numa proporção aproximada de 20% de guta-percha, 60 a 75% de óxido de zinco e os demais elementos em proporções menores (1,5 a 15%, aproximadamente). A guta-percha apresenta-se sob duas formas cristalinas distintas:  $\alpha$  (alfa-cristalina) e  $\beta$  (beta-cristalina). A guta-percha na forma alfa-cristalina é quebradiça à temperatura ambiente, tornando-se, quando aquecida, pegajosa, aderente e com maior escoamento. Sua temperatura de fusão é de 65°C. Já a forma beta-cristalina, disponível comercialmente na maioria dos casos, é estável e flexível à temperatura ambiente. Quando aquecida, não passa a apresentar adesividade e tem menor escoamento do que a forma alfa. Sua temperatura de fusão é de 56°C (Goodman *et al.*, 1974; Lopes, Siqueira Jr, 1999).

As técnicas termoplastificadas surgiram tendo em vista promover uma melhor adaptação do material obturador, atingindo, desta maneira, uma obturação tridimensional do canal radicular, o que evitaria a permanência de espaços vazios. Inúmeras técnicas termoplastificadas foram surgindo ao longo dos anos, com peculiaridades que propiciariam um selamento mais hermético do sistema de canais radiculares, quando comparada às técnicas que utilizam a guta-percha fria (Schilder, 1967; Brayton *et al.* 1973; Wong *et al.*, 1981; Budd *et al.* 1991; Clinton, Himel 2001). Os efeitos destes procedimentos sobre os tecidos de suporte, porém, não foram inicialmente avaliados.

Somente no último quarto do século passado surgiu a preocupação com manobras geradoras de calor sobre o endodonto, o que determinou o aparecimento de trabalhos com a proposição de analisar a variação da temperatura externa da raiz em diferentes situações operatórias (Hand *et al.*, 1976; Goodman *et al.*, 1981; Fors *et al.*, 1985; Hardie, 1986; Hardie, 1987; Gutmann *et al.*, 1987; Molyvdas *et al.*, 1989; Barkhordar *et al.*, 1990; Weller, Koch, 1995; Blum *et al.*, 1997; Lee *et al.*, 1998; Floren *et al.*, 1999; Romero *et al.*, 2000; Sweatman *et al.*, 2001; Behnia, McDonald, 2001).

Durante a obturação com técnicas termoplastificadas, existe a preocupação com a liberação de calor, em razão do atrito dos instrumentos com a guta-percha, ou introdução

de instrumentos aquecidos nos canais radiculares, que poderão entrar em contato com as paredes dentinárias. As conseqüências reais da exposição ao calor de tecidos dentários e estruturas periodontais ainda não estão totalmente esclarecidas. Pouco se sabe a respeito da temperatura exata na qual o osso sofre uma injúria reversível ou irreversível. Estudos realizados por Matthews, Hirsch (1972) demonstraram que 46°C era um nível crítico, pois ocorria a desnaturação da fosfatase alcalina e conseqüente dano aos tecidos de suporte. Aceita-se que uma temperatura acima de 10°C da temperatura corporal, por um minuto, poderá causar danos aos tecidos de suporte do elemento dental (Eriksson *et al.*, 1982; Eriksson, Albrektsson, 1983).

É de extrema importância, portanto, verificar o grau de aquecimento gerado por tais técnicas na superfície radicular externa para que se estabeleça o parâmetro de controle do aumento excessivo de temperatura e, conseqüentemente, evitem-se injúrias do ligamento periodontal e do osso alveolar.

O presente trabalho propõe-se a investigar, em dentes humanos extraídos, mediante o auxílio de termômetro digital e de termopares, a possível alteração de temperatura no terço médio e apical da superfície radicular externa durante a obturação do sistema de canais radiculares pela técnica Híbrida de Tagger e da Onda Contínua de Condensação.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para o presente estudo, foi adotada a metodologia empregada por Britto Machado (1997), a qual consiste nos passos seguintes:

### Seleção dos Dentes

Para o presente estudo, foram utilizados 20 molares superiores humanos íntegros com formação radicular completa, fornecidos pelo Banco de Dentes da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo. Os elementos em estudo foram hidratados em soro fisiológico por período mínimo de 72 horas, até o momento do uso. O canal utilizado foi o disto-vestibular, pois a espessura de dentina neste canal é pequena, e o efeito do calor poderá ser mais significativo (Behnia, McDonald, 2001).

### Cirurgia de Acesso

A cirurgia de acesso foi realizada utilizando-se uma broca carbide 1557 FG (KG Sorensen – Barueri, SP) em alta rotação. Inicialmente, inclinou-se a broca ligeiramente em direção ao canal palatino e penetrou-se até atingir a câmara pulpar. Em seguida, removeu-se todo o teto da câmara pulpar em direção aos canais méso-vestibular e disto-vestibular. Utilizou-se a broca Endo Z (Maillefer Ballaigues, Swiss) para dar a conformação final ao acesso, de maneira que este fosse semelhante a um triângulo, com base voltada para a vestibular.

### Preparo Químico-cirúrgico

O canal disto-vestibular foi preparado de acordo com Machado (1993). A odontometria foi realizada visualmente, com uma lima K n°10 (Maillefer Ballaigues, Swiss), da qual se subtraiu 1mm após ultrapassá-la pelo forame apical. O preparo do canal radicular foi realizado utilizando-se o hipoclorito de sódio a 2,5% (Biodinâmica – Química e Farmacêutica Ltda – Ibiporã, PR) como substância química auxiliar, secado ao final com pontas de papel absorvente n° 30 (Tanarian Industrial Ltda. – Manacapuru, Amazonas).

### Posicionamento dos Dentes

Os dentes foram posicionados em caixas de acrílico e fixados com auxílio de resina de poliéster (Resapol T-208 – Outline Fiberglass – São Vicente, SP), aguardando-se a presa por 36 horas. Uma pequena porção de cera utilidade foi posicionada vedando o forame apical, visando impedir que a resina penetrasse no interior do canal radicular. Uma vez polimerizados, foram realizados orifícios em nível dos terços médio e apical do conjunto com uma broca esférica n°3 (KG Sorensen – Barueri, SP) em alta rotação na face distal, chegando à dentina. A confecção dos orifícios foi realizada com a utilização de um microscópio óptico operatório (DF Vasconcelos – São Paulo, SP), para que não houvesse um desgaste da porção dentinária. Para que os termopares permanecessem fixos durante a medição de calor, estes foram fixados com cianoacrilato à altura dos orifícios.

### Grupos Experimentais

Foram utilizados dois grupos, cada qual composto por 10 dentes selecionados ao acaso.

### Grupo 1 – TÉCNICA HÍBRIDA DE TAGGER

Selecionou-se um cone FM (Analytic Endodontics – Orange – Califórnia, USA) e, com uma régua calibradora de cones (Maillefer Ballaigues, Swiss), seccionou-se sua ponta com uma gilete afiada, para que esta tivesse um diâmetro compatível com a K n°30. Introduziu-se o cone FM, envolto em cimento obturador Endo-fill (Dentsply Ind e Com. Ltda – Petrópolis, RJ), até que este atingisse o comprimento real de trabalho. Um cone acessório FM, também envolto em cimento obturador, foi introduzido, após abrir-se espaço com espaçadores digitais (Maillefer Ballaigues, Swiss), obturando-se a porção apical pela técnica da condensação lateral ativa. A porção média e cervical foi obturada por meio do compactador de McSpadden n°40 (Maillefer Ballaigues, Swiss) de aço inoxidável de 25mm, introduzido, então, no canal disto-vestibular até atingir 5mm aquém do comprimento real de trabalho, e acionado por 10 segundos a 18.000rpm no sentido horário, e removido do canal ainda acionado.

### Grupo 2 – TÉCNICA DA ONDA CONTÍNUA DE CONDENSAÇÃO

Esta técnica utilizou-se do aparelho System B Heat Source (Analytic Endodontics – West Collins Avenue – Orange – Califórnia, USA) para fornecer calor contínuo à ponta de condensadores pré-selecionados. Os condensadores de Buchanan (Analytic Endodontics – West Collins Avenue – Orange – Califórnia, USA) podem ser de quatro diâmetros diferentes: fino (F); fino/médio (FM); médio (M) e médio/grosso (ML). Selecionou-se um cone FM e, com uma régua calibradora de cones, seccionamos sua ponta com uma gilete afiada, para que esta tivesse um diâmetro compatível com a K n°30. Selecionou-se também um condensador de Buchanan de conicidade F (fino), por ser o que melhor se adaptou às paredes do canal radicular.

Introduziu-se o cone FM, envolto em cimento obturador, até este atingir 1mm aquém do comprimento real de trabalho. Ajustou-se o aparelho para o modo *use and touch*, com temperatura de 250°C. Em seqüência, o aparelho foi acionado no *holder* e o condensador, pré-aquecido fora do canal por 3 segundos, foi direcionado pelo cone de guta-percha, exercendo-se uma pressão em direção apical até 3 a 4mm aquém do ponto de referência (5mm aquém do comprimento real de trabalho), quando então se liberou o *holder* e o condensador penetrou a frio até que o *stop* de borracha atingisse o ponto de referência. Neste ponto, foi mantida uma compressão apical da guta-percha por 10 segundos. Em seguida, acionou-se novamente o dispositivo para aquecer o condensador, removendo-o, então, do canal.

### Mensuração das Alterações Térmicas

Os modelos foram mantidos em posição por meio de uma morsa, para facilitar o procedimento de obtenção.

Para verificar a temperatura desenvolvida durante os procedimentos de obtenção, foram posicionados dois termopares fixados com cianoacrilato, um dos quais foi disposto na região do terço médio e o outro no terço apical, em orifícios previamente determinados para tal.

No instante da obtenção, os termopares foram ligados ao termômetro digital MT-520 (Minipa Indústria Eletrônica Ltda. – SP) por meio dos conectores correspondentes, tendo em vista registrar o calor liberado em cada região, podendo-se captar, desta maneira, a temperatura máxima alcançada.

A seqüência de registro das temperaturas obtidas pelos termopares em cada terço foi a seguinte:

T1 – Temperatura do terço médio antes da obtenção;

T2 – Temperatura do terço apical antes da obtenção;

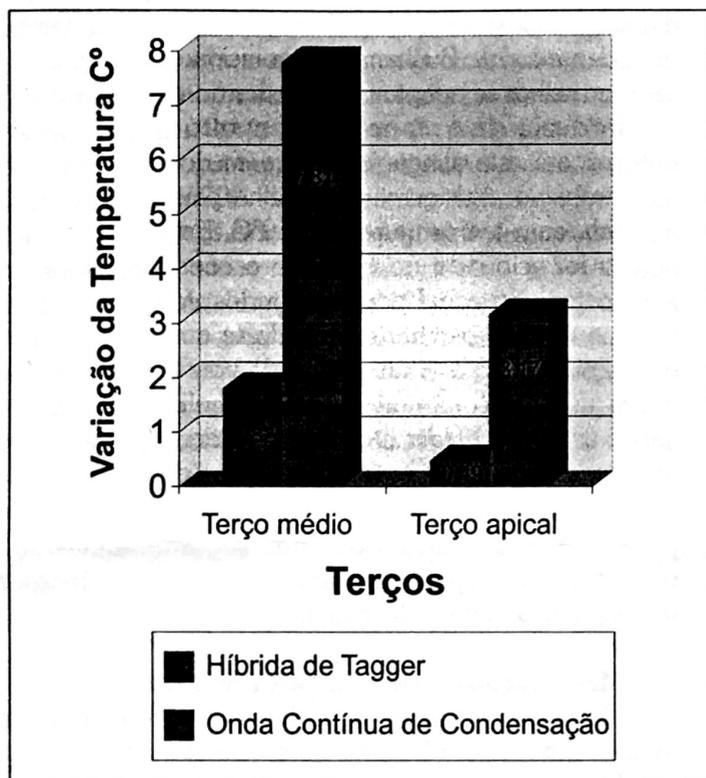
T1' – Temperatura máxima obtida durante a obtenção pelas técnicas Híbrida de Tagger e Onda Contínua de Condensação no terço médio;

T2' – Temperatura máxima obtida durante a obtenção pelas técnicas Híbrida de Tagger e Onda Contínua de Condensação no terço apical.

A temperatura da sala onde se realizou o experimento foi mantida constante, mediante o uso de ar condicionado e ambiente fechado. A realização dos procedimentos experimentais contou com a participação de um operador e um auxiliar.

## RESULTADOS

As variações de temperatura para ambas as técnicas analisadas em cada terço encontram-se no gráfico a seguir (Gráfico 1):



**GRÁFICO 1:** Comparações das médias da variação de temperatura (°C) observada nos terços apical e médio dos dentes submetidos às duas técnicas de obtenção.

Ao se avaliar o terço médio, observou-se que a média de aumento da temperatura na técnica de Onda Contínua de Condensação (7,81°C) é significativamente maior que o aumento de temperatura observada na da técnica Híbrida de Tagger (1,82°C). Em relação ao terço apical, observou-se que a média de aumento da temperatura na técnica de Onda Contínua de Condensação (3,17°C) é significativamente maior que o aumento de temperatura da técnica Híbrida de Tagger (0,49°C).

## DISCUSSÃO

O problema do calor gerado pelas técnicas termoplastificadas na superfície radicular externa e a transmissão

desse calor para as estruturas vizinhas, como ligamento periodontal e osso alveolar, tem sido posto em questão. Os trabalhos voltados à temática em questão indicam que, se uma temperatura for superior a 10°C acima da temperatura corporal normal, e esta permanecer por um minuto sob o osso alveolar, poderá haver lise óssea (Eriksson *et al.*, 1982; Eriksson, Albrektsson, 1983). A desnaturação da fosfatase alcalina é o principal motivo desta injúria (Matthews, Hirsch, 1972).

No presente estudo, foram utilizados dentes humanos extraídos para se conseguir uma reprodução mais fiel da situação clínica. Pesquisas utilizando blocos de acrílico simulando o canal radicular tendem a apresentar como resultados temperaturas muito superiores, quando comparadas às que utilizam dentes naturais (Figdor *et al.*, 1983). A raiz disto-vestibular foi escolhida pelo fato de possuir uma espessura de dentina pequena. O efeito do calor, logo, poderá ser mais significativo, já que é tanto maior quanto mais delgada a parede de dentina remanescente após a instrumentação (Hand *et al.*, 1976; Fors *et al.*, 1985; Floren *et al.*, 1999). Estes dados foram questionados por Hardie (1986; 1987); Barkhordar *et al.* (1990) e Lee *et al.* (1998), os quais não obtiveram diferenças significativas de aumento de temperatura na presença de espessuras de dentina diferentes.

A inclusão dos dentes na presente pesquisa foi realizada em caixas de acrílico preenchidas com resina e presas por uma morsa, cuja finalidade é impedir a transmissão do calor das mãos do operador à raiz durante a obtenção, evitando-se também a influência da temperatura ambiente (Britto Machado, 1997). A apreensão dos dentes pelos dedos do operador é dificultada pela transmissão do calor para a superfície radicular, aumentando, desta maneira, a temperatura externa. Esta situação foi relatada por Harris *et al.* (1982).

Para captação e registro das temperaturas na superfície radicular externa, foi utilizado um termômetro digital e dois termopares, graças à sua facilidade e precisão na obtenção de resultados (Hardie, 1986; Barkhordar *et al.*, 1990; Weller, Koch, 1995; Britto Machado, 1997; Lee *et al.*, 1998; Sweatman *et al.*, 2001). Os termopares foram fixados nas regiões de terço médio e apical. A escolha destes deve-se ao fato de o terço médio ser mais atingido pelo calor, durante a obtenção, pelas técnicas Híbrida de Tagger e Onda Contínua de Condensação. O terço apical é certamente o que mais se agride durante o preparo químico-cirúrgico dos canais radiculares. O objetivo da escolha deste terço foi, portanto, verificar se, além do trauma gerado durante a instrumentação, existe, de igual modo, um aquecimento excessivo.

Procurou-se simular as condições clínicas utilizando cimento obturador em ambas as técnicas. Acredita-se que o cimento obturador atue como um isolante térmico e possa reduzir o aumento de temperatura radicular externa em

1°C ou 2°C, como mostra o trabalho de Barkhordar *et al.* (1990). No entanto, Hardie (1986) não verificou diferença estatisticamente significativa quando realizou obturações em canais com o cimento obturador ou sem este componente.

Para facilitar a leitura, os resultados foram inicialmente discutidos separadamente, seguidos de uma comparação estabelecida entre as duas técnicas analisadas.

A técnica da Onda Contínua de Condensação foi realizada utilizando-se o aparelho System B, com o qual, apesar de a temperatura preconizada ser de 200°C, encontrou-se dificuldade em atingir o ponto de referência (5mm aquém do comprimento real de trabalho) nesta temperatura. Na presente pesquisa, tomou-se como base a obra de Floren *et al.* (1999) e elevou-se a temperatura para 250°C.

Durante a obturação, houve uma variação da temperatura da superfície radicular externa em ambos os terços analisados. Esse aumento de temperatura (7,81°C no terço médio e 3,14°C no terço apical) foi inferior aos 10°C críticos registrados por Eriksson *et al.* (1982), estando concordantes com aqueles detectados e apresentados por Leè *et al.* (1998); Floren *et al.* (1999); Sweatman *et al.* (2001). Temperaturas inferiores foram encontradas por Romero *et al.* (2000), as quais seriam explicadas, talvez, pela utilização de alginato simulando o ligamento periodontal.

O terço médio apresentou um aumento significativamente maior. Tal resultado deve-se ao fato de que o condensador de Buchanan, quando atinge aproximadamente 3 a 4mm do ponto de referência (5mm aquém do comprimento real de trabalho), cessa o aquecimento. Ao atingir a região apical, a temperatura estará, portanto, bem menor.

Para a técnica Híbrida de Tagger, houve também um aumento de temperatura em ambos os terços analisados (1,82°C no terço médio e 0,49°C no terço apical). Este aumento de temperatura origina-se do atrito do compactador com a guta-percha e com as paredes internas do canal radicular (Hardie, 1986; Hardie, 1987; Lee *et al.*, 1998). As elevações de temperatura registradas, porém, foram aquém dos 10°C críticos relatados por Eriksson *et al.* (1982). As baixas condutividades térmicas da dentina, dissipando o calor e prevenindo a sua passagem para a superfície radicular externa, podem ter sido decisivas para a ocorrência de tal resultado (Soyenkof, Okun, 1958; Jarby, 1958). Temperaturas mais elevadas

foram observadas por Fors *et al.* (1985), talvez pelo uso de uma pasta termocondutora colocada entre a superfície radicular e os termopares, aumentando a quantidade de calor captado. Hardie, em 1986, observou valores mais elevados em ambos os terços analisados, sendo que os compactadores foram utilizados com um único cone de guta-percha, sem associar com a condensação lateral. Presume-se que, com uma menor quantidade de guta-percha, o calor gerado tenha sido maior.

Analisando-se as duas técnicas referidas, a técnica da Onda Contínua de Condensação apresentou um aumento médio de temperatura maior que técnica Híbrida de Tagger, tanto no terço médio quanto no terço apical. A maior quantidade de guta-percha envolta por cimento obturador utilizada na técnica Híbrida de Tagger pode ter sido decisiva para o resultado final.

Para se obterem resultados com significados clínicos, procurou-se relatar a variação de temperatura na superfície radicular e não as temperaturas máximas atingidas (Floren *et al.*, 1999).

É de suma importância salientar que não basta apenas a temperatura atingir os 10°C críticos, e sim permanecer durante um minuto para provocar injúrias nos tecidos circunvizinhos do elemento dental (Eriksson, Albrektsson, 1983).

O aumento de temperatura *in vivo* poderá ser ainda menor do que os trabalhos *in vitro* têm apresentado, em razão da presença de fluidos dentro dos túbulos dentinários e do ligamento periodontal. Uma vascularização intacta nessa área e a condutividade térmica da membrana periodontal e osso alveolar podem ajudar a dissipar rapidamente o aumento de temperatura na superfície radicular (Gutmann *et al.*, 1987; Behnia, McDonald, 2001).

## CONCLUSÃO

Em face dos resultados obtidos e dentro dos limites em que este experimento foi desenvolvido, pode-se concluir que:

- A técnica da Onda Contínua de Condensação gerou um calor estatisticamente maior que a Híbrida de Tagger nos dois terços analisados;
- Ambas as técnicas apresentaram elevação média de temperatura, nos dois terços analisados, inferior a 10°C, apresentando-se, portanto, seguras para o uso clínico.

---

Cunha RS, Machado ME de L, Bueno CE da S, Valdrighi L. *In vitro* evaluation of temperature rise on the external radicular surface during root canal obturation using both Tagger hybrid and continuous wave of condensation techniques. J Bras Endod 2004; 5(18):201-6.

The aim of the present work is to *in vitro* assess the temperature outline bestowed to the external radicular surface, in both medium and apical thirds, during the obturation of root canal systems under both Tagger Hybrid and Continuous Wave of Condensation techniques. Twenty distobuccal roots of maxillary molars were utilized and thermocouples were

connected to digital thermometers, which were employed for the measurements. The results obtained showed that the heat generated by the Continuous Wave of Condensation process upon the external radicular surface was statistically higher than that generated by Tagger Hybrid Technique. As for the thirds analysis, both techniques presented a heat development that was statistically higher at the medium third than that at the the apical third. The two techniques granted a lower than 10°C increase in temperature on the external surface of the root, being both considered safe for daily clinical procedures.

**KEYWORDS:** Heat; Root canal filling; Endodontic therapy; Gutta-percha; Molar.

## REFERÊNCIAS

- Barkhordar RA *et al.* Evaluation of temperature rise on the outer surface of teeth during root canal obturation techniques. *Quintessence Int* 1990; 21(7):585-8.
- Behnia A, McDonald NJ. *In vitro* infrared thermographic assessment of root surface temperatures generated by the thermafill plus system. *J Endod* 2001; 27(3):203-5.
- Blum JY, Parahy E, Machtou P. Warm vertical compaction sequences in relation to gutta-percha temperature. *J Endod* 1997; 25(5):307-11.
- Brayton SM, Davis SR, Goldman M. Gutta-percha root canal fillings. An *in vitro* analysis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1973; 35(2):226-31.
- Britto Machado MLB. Avaliação *in vitro* da temperatura desenvolvida pelas brocas Gates-Glidden, Largo e Largo modificada durante o preparo químico-cirúrgico de canais radiculares [Dissertação – Mestrado em Endodontia]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 1997. 95p.
- Buchanan LS. The continuous wave of condensation technique: a convergence of conceptual and procedural advances in obturation. *Dent Today* 1994; 13(10):80-5.
- Buchanan LS. The continuous wave of obturation technique: 'centered' condensation of warm gutta-percha in 12 seconds. *Dent Today* 1996; 15(1):60-7.
- Budd CS, Weller RN, Kulild JC. A comparison of thermoplasticized injectable gutta-percha obturation techniques. *J Endod* 1991; 17(6):260-4.
- Clinton K, Himel VT. Comparison of a warm gutta-percha obturation technique and lateral condensation. *J Endod* 2001; 27(11):692-5.
- Dollard WJ, Sabala CL, Pelleu GB. Root canal temperature during obturation with the McSpadden compactor technique. *J Dent Res* 1983; 62:216 (Abstract 425).
- Du Lac KA *et al.* Comparison of the obturation of lateral canals by six techniques. *J Endod* 1999; 25(5):376-80.
- Eriksson A *et al.* Thermal injury to bone. A vital-microscopic description of heat effects. *Int J Oral Surg* 1982; 11(2):115-21.
- Eriksson AR, Albrektsson T. Temperature threshold levels for heat-induced bone tissue injury: a vital-microscopic study in the rabbit. *J Prosthet Dent* 1983; 50(1):101-7.
- Figdor D *et al.* Factors affecting heat generation in the McSpadden compaction technique. *J Dent Res* 1983; 62(5):644.
- Floren JW *et al.* Changes in root surface temperatures with *in vitro* use of the system B heat source. *J Endod* 1999; 25(9):593-5.
- Fors U *et al.* Measurements of the root surface temperature during thermo-mechanical root canal filling *in vitro*. *Int Endod J* 1985; 18(3):199-202.
- Goodman A, Schilder H, Aldrich W. The thermomechanical properties of gutta-percha. Part IV. A thermal profile of the warm gutta-percha packing procedure. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1981; 51(5):544-51.
- Goodman A, Schilder H, Aldrich W. The thermomechanical properties of gutta-percha. Part II. The history and molecular chemistry of gutta-percha. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1974; 37(6):954-61.
- Grossman LI, Shepard LI, Pearson LA. Roentgenologic and clinical evaluation of endodontically treated teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1964; 17(3):368-73.
- Gutmann JL *et al.* Evaluation of heat transfer during root canal obturation with thermoplasticized gutta-percha. Part II. *In vivo* response to heat levels generated. *J Endod* 1987; 13(9):441-8.
- Hand RE, Hugel EF, Tosakinis PJ. Effects of warm gutta-percha technique on the lateral periodontium. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1976; 42(3):395-401.
- Hardie EM. Heat transmission to the outer surface of the tooth during the thermo-mechanical compaction technique of the root canal obturation. *Int Endod J* 1986; 19(2):73-7.
- Hardie EM. Further studies on heat generation during obturation techniques involving thermally softened gutta-percha. *Int Endod J* 1987; 20(3):122-7.
- Harris GZ *et al.* Apical seal: McSpadden vs lateral condensation. *J Endod* 1982; 8(6):273-6.
- Holland R, Hizatugo R, Scarparo L. Avaliação radiográfica dos resultados obtidos com o tratamento endodôntico radical. *Rev Farm Odont* 1971; 37(3):173-4.
- Ingle JI. Root canal obturation. *J Am Dent Assoc* 1965; 53(1):47-55.
- Lee FS, Van Cura JE, Begole E. A comparison of root surface temperatures using different obturation heat sources. *J Endod* 1998; 24(9):617-20.
- Lopes HP, Siqueira Jr JF. *Endodontia: biologia e técnica*. Rio de Janeiro: Medsi; 1999. Cap.20, p.427-50.
- Machado MEL. Análise morfométrica comparativa, à luz da computadorização em canais artificiais, de duas técnicas propostas para o preparo de canais radiculares curvos [Tese – Doutorado em Endodontia]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 1993. 127p.
- Marlin J, Schilder H. Physical properties of gutta-percha when subjected to heat and vertical condensation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1973; 36(6):872-9.
- Matthews LS, Hirsch C. Temperature measured in human cortical bone when drilling. *J Bone Joint Surg Am* 1972; 54(2):297-308.
- McSpadden JTR. McSpadden. Self-study course for the thermatic condensation of gutta-percha. Toledo: Ransom e Randolph/Dentsply; 1980. p.18.
- Michanowicz A, Czonstkowsky M. Sealing properties of an injection-thermoplasticized low temperature (70 degrees C) gutta-percha: a preliminary study. *J Endod* 1984; 10(12):563-6.
- Molyvdas I *et al.* Periodontal tissue reactions following root canal obturation with an injection-thermoplasticized gutta-percha technique. *Endod Dent Traumatol* 1989; 5(1):32-7.
- Romero AD, Green DB, Wucherpennig AL. Heat transfer to the periodontal ligament during root obturation procedures using an *in vitro* model. *J Endod* 2000; 26(2):85-7.
- Schilder H. Filling root canals in three dimensions. *Dent Clin North Am* 1967; 11:723-44.
- Soler RM, Shocron ML. *Endodoncia*. Rosário: Editorial La Médica; 1957. p.305.
- Soyenkov BC, Okun JH. Thermal conductivity measurements of dental tissues with the aids of thermistors. *J Am Dent Assoc* 1958; 57:23-30.
- Sweatman TL, Baumgartner JC, Sakaguchi RL. Radicular temperatures associated with thermoplasticized gutta-percha. *J Endod* 2001; 27(8):512-5.
- Tagger M *et al.* Evaluation of the apical seal produced by a hibrid root canal filling method, combining lateral condensation and thermatic compaction. *J Endod* 1984; 10(7):229-303.
- Tavano O *et al.* Estudo radiográfico de 1023 dentes portadores de tratamento endodôntico. *Arq Cent Estud Fac Odontol Univ Fed Minas Gerais* 1971; 8(2):141-51.
- Valera MC *et al.* Avaliação da frequência e qualidade radiográfica de tratamentos endodônticos em pacientes que procuram atendimento na faculdade de odontologia de São José dos Campos – UNESP. *J Bras Clin Estet Odont* 1999; 3(14):66-9.
- Weller RN, Koch KA. *In vitro* radicular temperatures produced by injectable thermoplasticized gutta-percha. *Int Endod J* 1995; 28(2):86-90.
- Wong M, Deters DD, Lorton L. Comparison of gutta-percha filling techniques: compaction (mechanical), vertical (warm), and lateral condensation techniques, part 1. *J Endod* 1981; 7(12):551-8.

Recebido para publicação em: 10/08/04  
Enviado para análise em: 31/08/04  
Aceito para publicação em: 25/10/04