

Princípios biológicos do tratamento endodôntico de dentes com polpa necrosada e lesão perirradicular

Biological principles of endodontic treatment of teeth with pulp necrosis and apical lesions

José Freitas Siqueira Jr.
Isabela N. Rôças
Hélio Pereira Lopes
Flávio R. F. Alves
Julio Cezar M. Oliveira
Luciana Armada
José C. Provenzano

Professores do Programa de Mestrado e Doutorado em Endodontia da Unesa

RESUMO

O profissional que pratica a Endodontia se depara rotineiramente com três condições básicas que requerem tratamento endodôntico: polpas vitais, polpas necrosadas e casos de retratamento. O sucesso do tratamento endodôntico depende do reconhecimento das idiosincrasias de cada uma destas três condições. Canais radiculares contendo polpa necrosada e lesão perirradicular representam um problema infeccioso e devem ser tratados de forma diferenciada dos dentes com polpa viva (sem infecção). O sucesso do tratamento endodôntico nestes casos vai depender do controle da infecção exercido pelo preparo químico-mecânico, medicação intracanal e obturação. Este artigo revisa os princípios biológicos do tratamento de dentes com polpa necrosada e infectada, visando fornecer ao clínico as condições para a melhora no resultado do tratamento endodôntico destes casos.

Palavras-chave: tratamento endodôntico; necrose pulpar; controle da infecção.

ABSTRACT

The clinician who practices endodontics routinely faces three conditions that require treatment: vital pulps, necrotic pulps and retreatment cases. The successful treatment of these three conditions depends on the recognition of their respective idiosyncrasies. Canals of necrotic teeth associated with apical periodontitis represent an infectious problem and should be treated differently from vital teeth (non-infected). The success of the endodontic treatment will depend on effective infection control promoted by chemomechanical preparation, intracanal medication and obturation. This paper reviews the biologic principles of the endodontic treatment of teeth with necrotic pulps and apical periodontitis, with the purpose to provide the clinician with better conditions to improve the treatment outcome.

Keywords: endodontic treatment; necrotic pulp; infection control.

Introdução

As três condições clínicas que o profissional lida no dia a dia da prática endodôntica e que requerem intervenção incluem dentes com pulpíte irreversível (biopulpectomia), com necrose e infecção pulpar (necropulpectomia) e casos de retratamento (26). O sucesso do tratamento endodôntico depende do reconhecimento das idiosincrasias de cada uma destas três condições. A diferença fundamental entre elas reside no fato de que os casos de polpa necrosada e de retratamento são caracterizados pela presença de infecção, enquanto os de polpas vitais são livres de infecção. Para que um elevado índice de sucesso de magnitude similar seja obtido para estas três condições, deve-se reconhecer que medidas terapêuticas diferenciadas devem ser instituídas. Em outras palavras, o tratamento para tais condições deve ser calcado em estratégias diferentes, se o mesmo índice de sucesso é esperado. Em outro artigo discutimos os princípios biológicos do tratamento endodôntico de dentes com polpa viva. O presente artigo discute os aspectos filosóficos relacionados ao tratamento endodôntico de dentes com polpa necrosada e lesão perirradicular associada.

Infecções Endodônticas

As lesões perirradiculares são doenças infecciosas causadas por micro-organismos infectando o sistema de canais radiculares (26) (Figura 1). Na necropulpectomia, o endodontista lida com a infecção primária do canal, enquanto que casos de retratamento estão relacionados a uma infecção persistente ou secundária do canal.

Mais de 400 espécies bacterianas diferentes têm sido detectadas em canais radiculares infectados, usualmente em combinações de 10 a 30 espécies na infecção primária, com grande prevalência de espécies anaeróbias estritas (26). Estudos empregando métodos de cultura para anaeróbios ou metodologia avançada de biologia molecular têm revelado que os gêneros de bactérias anaeróbias estritas mais prevalentes em infecções primárias são *Treponema*, *Tannerella*, *Fusobacterium*, *Dialister*, *Prevotella*, *Porphyromonas*, *Parvimonas*, *Peptostreptococcus*, *Pseudoramibacter*, *Eubacterium* e *Actinomyces* (36).

As infecções endodônticas são causadas por biofilmes bacterianos intraradiculares (17). Na infecção primária, muitas células bacterianas encontram-se em suspensão nos fluidos presentes na luz do canal principal, mas agregados bacterianos na forma de biofilmes são usualmente visualizados aderidos às paredes dentinárias do canal (17) (Figura 2). A infecção pode se propagar para túbulos dentinários e para ramificações apicais, canais laterais, istmos e túbulos dentinários (36).

Objetivos da Necropulpectomia

Conceitualmente, as doenças infecciosas (como as lesões perirradiculares) são tratadas através da eliminação dos micro-organismos causadores. É neste contexto que se insere o tratamento de dentes com polpa necrosada, ou seja, além da importância de se prevenir a introdução de novos micro-organismos no interior do sistema de canais radiculares, deve-se eliminar

a infecção endodôntica ou reduzi-la significativamente para que o tratamento logre êxito. Assim, prevenir ou tratar a infecção endodôntica é o principal objetivo do profissional que pratica a Endodontia.

Para efeito de tratamento, deve-se considerar todo dente contendo polpa necrosada como infectado, independentemente da detecção radiográfica de uma lesão perirradicular. Em alguns casos de dentes com polpa necrosada sem lesão perirradicular diagnosticada radiograficamente, o aparecimento da lesão é apenas uma questão de tempo. Em outros, a lesão pode estar presente, mas ainda não acarretou em destruição óssea suficiente para que fosse discernida radiograficamente (4). Assim, o tratamento destes casos de dentes com polpa necrosada sem lesão perirradicular aparente deverá ser o mesmo dos dentes onde a lesão é visível na radiografia.

Reconhecidas as diferenças essenciais de infecção entre as três condições clínicas citadas anteriormente, recomenda-se: a) sessão única para dentes com polpa viva; b) duas sessões com pasta de hidróxido de cálcio em veículo biologicamente ativo nos casos infectados (necrose pulpar e re-tratamento).

Controle da Infecção

A necessidade de se prevenir ou controlar a infecção endodôntica, visando ao reparo das estruturas perirradiculares e ao restabelecimento da função dentária normal e da saúde bucal, forma a base sólida na qual se fundamenta a Endodontia Contemporânea. O tratamento endodôntico apresenta três etapas principais de controle da infecção: o preparo químico-mecânico, a medicação intracanal e a obturação do sistema de canais radiculares (23).

Efeito do Preparo Químico-Mecânico

Durante o preparo químico-mecânico, instrumentos endodônticos promovem a remoção mecânica de micro-organismos, seus produtos e tecidos degenerados, auxiliadas por uma substância química que, além de maximizar a remoção de detritos através da ação mecânica do fluxo e refluxo, também pode exercer um efeito químico significativo, desde que possua ação antimicrobiana e solvente de matéria orgânica (27).

A ação mecânica da instrumentação e da irrigação é capaz de reduzir substancialmente a quantidade de micro-organismos e de tecido degenerado do interior do sistema de canais radiculares (32). Todavia, o emprego de soluções irrigadoras (substância química auxiliar) dotadas de atividade antibacteriana aumenta significativamente a eficácia do preparo em termos de controle da infecção (5, 44).

O NaOCl é a substância química auxiliar mais empregada no tratamento endodôntico de dentes com necrose pulpar, em concentração variando entre 0,5 a 6%. Estudos demonstram que não há diferença significativa entre as diferentes concentrações de NaOCl em termos de redução bacteriana intracanal (6, 37) e capacidade solvente de matéria orgânica (3). Assim, trocas regulares da solução no canal e

irrigações copiosas mantêm as propriedades das soluções no interior do canal, compensando os efeitos da concentração.

Calibre Apical de Instrumentação

Estudos têm revelado que o calibre apical do preparo pode exercer influência significativa no controle da infecção. SIQUEIRA *et al.* (32) revelaram que a cada troca sequencial de instrumentos para um maior calibre, a redução da população bacteriana foi significativamente maior quando comparada com a lima anterior. Tal achado indica que quanto mais amplo for o preparo do canal, maior também será a eliminação de bactérias do seu interior, o que foi corroborado por ROLLISON *et al.* (20).

Na prática clínica, o diâmetro final do preparo do canal dependerá do tipo de instrumento utilizado no preparo, do volume radicular e da presença de curvaturas. Instrumentos rotatórios e manuais confeccionados a partir de uma liga de NiTi podem alargar canais curvos a diâmetros dificilmente alcançados por instrumentos de aço inoxidável, com um risco muito menor de acidentes transoperatórios. Preparos suficientemente amplos podem incorporar irregularidades anatômicas e permitir uma remoção substancial de irritantes do interior do sistema de canais radiculares (24). Além disso, preparos amplos permitem uma melhor irrigação do terço apical dos canais (1).

Momento da Obturação

O tratamento endodôntico efetuado em sessão única apresenta algumas prováveis vantagens para o profissional e o paciente. Além de poupar tempo, previne a contaminação (dentes polpados) ou a recontaminação (dentes despolpados) que pode ocorrer entre as sessões de tratamento. Em casos de tratamento de dentes polpados (biopulpectomia), o tratamento em sessão única deve ser executado quando o fator tempo, a habilidade do operador, as condições anatômicas e o material disponível assim o permitirem. Por outro lado, a obturação imediata em casos de dentes com polpa necrosada, com uma infecção endodôntica estabelecida e lesão perirradicular associada ou não, representa ainda um motivo de controvérsias entre os autores.

Dois fatores são críticos quando se considera o tratamento em sessão única de dentes despolpados: a incidência de sintomatologia pós-operatória e o sucesso a longo prazo da terapia. Observando a incidência de sensibilidade pós-operatória após tratamentos endodônticos realizados em sessão única ou múltiplas, a maioria dos estudos atesta que não há diferenças significantes (8, 45). Entretanto, além da avaliação do desenvolvimento de sintomatologia após o tratamento de dentes despolpados em sessão única, outro fator de extrema relevância deve ser levado em consideração – o sucesso em longo prazo do tratamento, ou seja, a capacidade do tratamento de restabelecer a saúde dos tecidos perirradiculares por criar um ambiente propício para a reparação óssea da lesão perirradicular. Por ambiente propício entende-se aquele livre de micro-organismos e outros irritantes persistentes, similar ao ambiente observado em casos de dentes polpados

e capaz de levar ao sucesso em quase 100% dos casos. A busca por um protocolo de tratamento que permite restabelecer este ambiente favorável ao reparo perirradicular deve ser a máxima que norteia a Endodontia atual.

Na verdade, tanto em Medicina quanto na Odontologia, o sucesso em longo prazo é o parâmetro mais importante pelo qual modalidades de tratamento são comparadas. Poucos estudos bem controlados compararam o sucesso em longo prazo da terapia endodôntica em dentes portadores de necrose pulpar realizada em uma ou mais sessões. Baseado em alguns destes estudos, é possível inferir que o tratamento efetuado em uma ou mais sessões utilizando uma pasta de hidróxido de cálcio como medicamento oferece um índice de sucesso 10 a 20% maior do que o efetuado em sessão única (12, 42, 43, 46). Entretanto, outros estudos mostram praticamente ausência de diferença percentual (14) ou mesmo uma taxa de sucesso 10% maior com sessão única.

SATHORN *et al.* (21) tentaram realizar uma revisão sistemática da literatura lidando com este assunto e em 2005, ano de publicação do artigo, só conseguiram incluir três artigos que se qualificaram em seus critérios (15, 46, 49). Os dados para análise foram limitados e não permitiram maiores conclusões entre um método e outro, havendo a necessidade de muitos outros estudos com maior número de amostras para se alcançar uma posição definida.

Em decorrência disto, enquanto estudos bem realizados com elevado número de amostras não forem disponibilizados, o bom senso deve prevalecer no sentido de que se deve optar por protocolos que previsivelmente eliminem a causa das lesões perirradiculares. Em outras palavras, protocolos com comprovada eficácia antimicrobiana demonstrada por estudos clínicos devem ser utilizados para o tratamento de dentes com lesões perirradiculares.

Meta: Protocolo que Previsivelmente Proporcione Cultura Negativa

Estudos clínicos demonstram que bactérias sobrevivem aos efeitos do preparo químico-mecânico em cerca de 40 a 60% dos casos, independentemente da solução irrigadora ou da concentração empregada (39). Muitas das bactérias residuais estão destinadas a morrer, ou pela exposição a um material obturador dotado de atividade antibacteriana ou por serem confinadas ao interior do canal, ficando desprovidas de nutrientes (25). Contudo, em alguns casos, bactérias podem sobreviver mesmo a despeito de uma obturação adequada do canal radicular, obtendo nutrientes e sobrevivendo em número suficiente para perpetuar uma lesão perirradicular. Isto é claramente comprovado por estudos demonstrando que índice de sucesso de dentes com canais obturados na presença de níveis detectáveis de bactérias cultiváveis (cultura positiva) é significativamente menor do que em casos de cultura negativa (42, 47). Em outras palavras, *a presença de bactérias no canal no momento da obturação é um importante fator de risco para o fracasso da terapia.*

Uma vez que bactérias remanescentes em localidades

anatômicas inacessíveis aos instrumentos e à substância química auxiliar representam um potencial para o fracasso em longo prazo do tratamento endodôntico, medidas adicionais que envolvam o controle deste processo infeccioso devem ser empregadas durante a execução da terapia em dentes despolpados. No presente momento, apenas a medicação intracanal com determinadas substâncias químicas pode ser eficaz neste sentido. Assim, em casos de necrose pulpar, o canal deve ser obturado em uma segunda sessão, após a permanência de uma medicação intracanal antimicrobiana.

É imperioso salientar que a medicação intracanal, assim como qualquer outro procedimento, não irá esterilizar o canal. Embora este seja o ideal a ser alcançado, o objetivo viável a ser atingido na realidade clínica é a máxima redução das populações bacterianas a um nível (limiar) que seja compatível com o reparo perirradicular. Baseado em estudos clínicos, este limiar pode ser interpretado como o número de células bacterianas aquém daquele necessário para ser detectado pelo método de cultura (cultura negativa). Isto não significa que o clínico deva realizar a cultura no consultório, mas sim que deve se basear na literatura científica para utilizar protocolos clínicos que previsivelmente promovam um elevado índice de culturas negativas antes da obturação.

Efeito da Medicação Intracanal

Embora uma redução considerável no número de células bacterianas da luz do canal principal possa ser obtida pelos efeitos químico-mecânicos da instrumentação e da irrigação, bactérias podem permanecer viáveis em regiões inacessíveis a estas. Enquanto menores irregularidades anatômicas possam ser incorporadas no preparo, áreas como reentrâncias, istmos, ramificações laterais e apicais e túbulos dentinários podem abrigar bactérias que, uma vez não eliminadas, põem o resultado do tratamento em risco (18). Estas áreas não são comumente afetadas por instrumentos e a substância química auxiliar empregada na irrigação não terá tempo de ação intracanal suficiente para agir em profundidade (2, 7).

Por permanecer por tempo mais prolongado no interior do canal radicular, um medicamento intracanal dotado de ação antibacteriana tem maiores chances de atingir áreas não afetadas pela instrumentação do canal. Assim, exercendo sua ação antibacteriana, pode contribuir decisivamente para a máxima redução da microbiota endodôntica. Por potencializar esta redução, o emprego de curativos intracanal está diretamente relacionado a uma melhor reparação dos tecidos perirradiculares (11, 22).

Estudos clínicos demonstram que, em média, 20 a 30% dos canais ainda apresentam micro-organismos viáveis após medicação com hidróxido de cálcio em um veículo inerte (16, 31). Além dos efeitos da dentina, de matéria orgânica e de fluidos teciduais que podem tamponar o pH do hidróxido de cálcio e assim reduzir sua eficácia, alguns micro-or-

ganismos, como *Enterococcus faecalis* e *Candida albicans*, comumente associados ao fracasso endodôntico (19, 35), são resistentes ao efeito antimicrobiano pH-dependente do hidróxido de cálcio (28, 48). Para compensar as deficiências do hidróxido de cálcio em veículo inerte, tem sido preconizada a sua associação com outros agentes antimicrobianos, como o paramonoclorofenol canforado (PMCC) e a clorexidina.

Vários estudos utilizando diferentes metodologias demonstram que a pasta de hidróxido de cálcio com PMCC apresenta excelente atividade antibacteriana e antifúngica (28, 29, 38). Na verdade, a pasta de hidróxido de cálcio com PMCC (e também glicerina, ou HPG) apresenta um excelente raio de atuação, amplo espectro de atividade antibacteriana, rapidez na destruição de células bacterianas, retarda a reinfecção do canal quando da microinfiltração pelo selador temporário e é biocompatível, propriedades estas atestadas por vários trabalhos (9, 22, 28, 29, 33, 38).

Outros medicamentos, como a clorexidina, também apresentam um bom potencial para uso como medicação intracanal. Usada isoladamente ou associada ao hidróxido de cálcio, a clorexidina atende aos requisitos de atividade antimicrobiana satisfatória associada à baixa toxicidade (10, 41). Os bons resultados apresentados pela associação do hidróxido de cálcio com a clorexidina (HCx) em vários estudos clínicos recentes (34, 50) permitem considerar esta pasta como uma boa opção de medicação intracanal durante o tratamento de dentes despolpados.

Efeito da Obturação

Canais radiculares são usualmente obturados utilizando-se um material sólido (geralmente a gutta-percha e mais recentemente o Resilon) associado com um plástico (os cimentos endodônticos). Embora a gutta-percha apresente atividade antibacteriana, atribuída ao componente de óxido de zinco dos cones (13), tal atividade é discreta e pouco provável de ter algum valor no interior do sistema de canais radiculares. A maioria dos cimentos endodônticos apresenta atividade antimicrobiana antes de endurecer, mas a maioria perde esta propriedade após o endurecimento. Uma vez que a atividade antimicrobiana dos principais cimentos endodônticos não é pronunciada e é efêmera (30), é altamente improvável que colabore na eliminação de micro-organismos que sobreviveram aos efeitos do preparo químico-mecânico.

Na realidade, canais desinfetados devem ser obturados para eliminar o espaço vazio que teria o potencial de ser infectado ou reinfestado. Além disso, através de um selamento tridimensional abrangendo os aspectos apical, lateral e coronário do sistema de canais radiculares, a obturação pode confinar micro-organismos residuais ao interior do canal, impedindo seu egresso aos tecidos perirradiculares.

A eficácia de tal *sepultamento microbiano* vai depender do número de micro-organismos remanescentes no canal. Em geral, isto pode ser aquilatado pelos resultados da cultura. Casos com cultura negativa apresentam números muito baixos e não detectáveis de bactérias cultiváveis no canal, as

quais podem talvez ser sepultadas de forma eficaz pela obturação. Casos de cultura positiva apresentam maior índice de fracasso (42, 47), indicando que o sepultamento não funciona bem em casos com maior número de bactérias residuais. Isto reforça a necessidade de usar protocolos que previsivelmente forneçam culturas negativas antes da obturação.

O selamento tridimensional do sistema de canais radiculares também previne a recontaminação do canal por micro-organismos da saliva além de impedir a infiltração de fluidos teciduais para o interior do canal, negando substrato para micro-organismos sobreviventes.

Destarte, infere-se que *a função crítica primordial da obturação é essencialmente preencher o espaço vazio desinfetado, reduzindo os riscos de reinfecção e mantendo os níveis residuais de bactérias baixos e compatíveis com a reparação dos tecidos perirradiculares.*



Figura 1. Lesão perirradicular, associada ao ápice radicular de dente com necrose e infecção pulpar

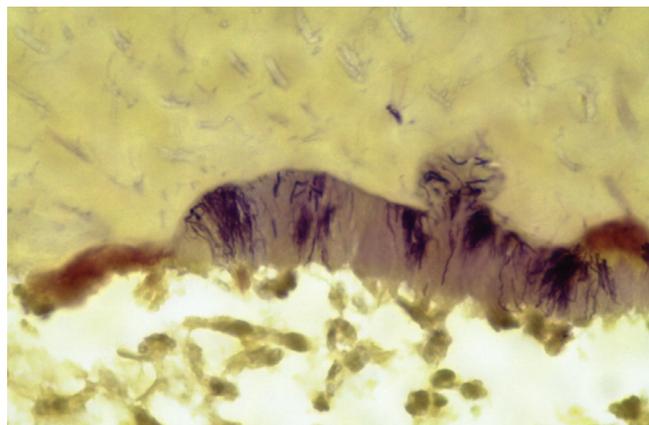


Figura 2. Biofilme colonizando a parede do canal radicular de dente com polpa necrosada



Figura 3. Caso clínico tratado por aluno de graduação, seguindo o protocolo descrito

Tabela 1. Procedimentos recomendados para o tratamento de dentes com polpa necrosada e lesão perirradicular

| Tratamento da Infecção Endodôntica | |
|------------------------------------|---|
| Prevenção | Assepsia Selamento coronário adequado |
| Controle | Preparo apical: no mínimo, até a lima # 35 Irrigação: NaOCl de 2 a 6% Remoção da smear layer Ativação ultra-sônica do NaOCl Medicação intracanal: Pasta HPG ou HCx Obturação: Guta-percha ou Resilon e cimento |

Protocolo Clínico Baseado em Estratégia Antimicrobiana

Uma estratégia antimicrobiana diligente deve ser focada no emprego de agentes antimicrobianos que exibam eficácia contra os micro-organismos mais prevalentes nas infecções endodônticas primária e persistente/secundária. Além de eliminar micro-organismos presentes na luz do canal principal, a terapia antimicrobiana deve abranger uma estratégia que possibilite a eliminação de micro-organismos alojados em áreas mais distantes do canal principal, incluindo túbulos dentinários, istmos, ramificações apicais, canais laterais e outras irregularidades (23).

O objetivo primordial do tratamento de dentes infectados é reduzir o número de micro-organismos o máximo possível, em níveis que sejam compatíveis com a reparação perirradicular e manter estes níveis baixos com a obturação. O protocolo para tratar rotineiramente canais infectados é baseado tanto em evidências científicas quanto na experiência clínica (Tabela 1). Um excelente índice de sucesso (95% de reparação) tem sido relatado para este protocolo (40), mesmo quando usado por mãos inexperientes de alunos de graduação (Figura 3). Segue o protocolo:

1. O dente a ser tratado deve estar limpo de placa bacteriana e de cálculo;
2. O preparo da cavidade de acesso pode ser iniciado sem isolamento absoluto. Isto facilita o procedimento e diminui riscos de acidentes, mormente em dentes com inclinação anormal. Todavia, após a trepanação do teto da câmara pulpar e da ampliação da área de exposição, o isolamento deve ser aplicado antes da conclusão das manobras de acesso;
3. Após a aplicação do isolamento absoluto, o campo operatório, incluindo dente, grampo e lençol de borracha, deve ser inicialmente limpo com solução de peróxido de hidrogênio a 3% (água oxigenada 10 volumes) e então descontaminado com solução de álcool iodado a 2%, clorexidina a 2% ou NaOCl a 2,5%;
4. Após a conclusão das manobras de acesso coronário, a câmara pulpar deve ser copiosamente irrigada com solução de NaOCl a 2,5%;
5. O preparo químico-mecânico deve ser realizado empregando-se uma técnica progressiva no sentido coroa-ápice, com instrumentos manuais e/ou acionados a motor de níquel-titânio associados à irrigação copiosa e frequente com NaOCl a 2,5% após cada uso de instrumento (no mínimo 1 a 2 ml de solução irrigadora a cada troca de instrumento). O canal deve ser ampliado na medida de 1 mm aquém do ápice radiográfico ou 1 mm aquém do forame, detectado por um localizador apical eletrônico. Preparos amplos potencializam a desinfecção, mas um meio termo tem que ser atingido para evitar o enfraquecimento demasiado da estrutura dentária, que poderia predispor à fratura quando o dente se submeter aos esforços mastigatórios. O segmento apical do canal que se estende do comprimento de trabalho até o forame apical deve ser idealmente limpo e mantido livre de detritos através do emprego das limas de patência de pequeno calibre;
6. Remoção da *smear layer*, pois a mesma pode conter bactérias, pode impedir ou retardar a ação em profundidade da medicação intracanal e interferir no selamento promovido pela futura obturação;
7. Em seguida, o canal deve ser inundado com NaOCl a 2,5%. Esta solução então será ativada por 1 minuto usando-se uma lima acoplada a um aparelho de ultrassom e que penetra livremente no canal até o comprimento de trabalho. Uma lima calibre 15 ou 20 pode ser usada em um canal preparado no comprimento de trabalho até uma lima 35 a 45;
8. O canal deve ser medicado com a pasta HPG. Opcionalmente, pode-se utilizar a pasta de hidróxido de cálcio em clorexidina de 0,12 a 2% (HCx). A aplicação da pasta com espirais de lentulo acoplada a um micromotor de baixa-rotação confere resultados melhores de preenchimento do canal;

9. Radiografa-se o dente para a verificação do preenchimento adequado do canal com a pasta HPG ou HCx. Limpa-se então a câmara pulpar e então aplica-se o selamento coronário com um cimento temporário;
10. Na segunda sessão, no mínimo 5 a 7 dias depois, remove-se a pasta utilizando a lima de memória associada à irrigação copiosa com NaOCl a 2,5 % e procede-se a obturação do canal.

Referências Bibliográficas

1. ALBRECHT, L. J. *et al.* Evaluation of apical debris removal using various sizes and tapers of ProFile GT files. *J. Endod.* 2004; 30 (6): 425-8.
2. BARBIZAM, J. V. *et al.* Effectiveness of manual and rotary instrumentation techniques for cleaning flattened root canals. *J. Endod.* 2002; 28 (5): 365-6.
3. BAUMGARTNER, J. C., CUENIN, P. R. Efficacy of several concentrations of sodium hypochlorite for root canal irrigation. *J. Endod.* 1992; 18 (12): 605-12.
4. BENDER, I. B., SELTZER, S. Roentgenographic and direct observation of experimental lesions in bone. *Journal of the American Dental Association.* 1961; 62: 152-60.
5. BYSTRÖM, A., SUNDQVIST, G. Bacteriologic evaluation of the effect of 0.5 percent sodium hypochlorite in endodontic therapy. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.* 1983; 55 (3): 307-12.
6. BYSTRÖM, A., SUNDQVIST, G. The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. *Int. Endod. J.* 1985; 18 (1): 35-40.
7. DE-DEUS, G. *et al.* The self-adjusting file optimizes debridement quality in oval-shaped root canals. *J. Endod.* 2011; 37 (5): 701-5.
8. FAVA, L. R. G. A comparison of one versus two appointment endodontic therapy in teeth with non-vital pulps. *Int. Endod. J.* 1989; 22: 179-83.
9. GAHYVA, S. M., SIQUEIRA, J. F., JR. Direct genotoxicity and mutagenicity of endodontic substances and materials as evaluated by two prokaryotic test systems. *Journal of Applied Oral Science.* 2005; 13: 387-92.
10. GOMES, B. P. *et al.* In vitro evaluation of the antimicrobial activity of calcium hydroxide combined with chlorhexidine gel used as intracanal medicament. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.* 2006; 102 (4): 544-50.
11. LEONARDO, M. R. *et al.* Radiographic and microbiologic evaluation of posttreatment apical and periapical repair of root canals of dogs' teeth with experimentally induced chronic lesion. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.* 1994; 78 (2): 232-8.
12. MOLANDER, A. *et al.* Clinical and radiographic evaluation of one- and two-visit endodontic treatment of asymptomatic necrotic teeth with apical periodontitis: a randomized clinical trial. *J. Endod.* 2007; 33 (10): 1145-48.
13. MOORER, W. R., GENET, J. M. Antibacterial activity of gutta-percha cones attributed to the zinc oxide component. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.* 1982; 53 (5): 508-17.
14. PENESIS, V. A. *et al.* Outcome of one-visit and two-visit endodontic treatment of necrotic teeth with apical periodontitis: a randomized controlled trial with one-year evaluation. *J. Endod.* 2008; 34 (3): 251-7.
15. PETERS, L. B., WESSELINK, P. R. Periapical healing of endodontically treated teeth in one and two visits obturated in the presence or absence of detectable microorganisms. *Int. Endod. J.* 2002; 35 (8): 660-7.
16. REIT, C., DAHLEN, G. Decision making analysis of endodontic treatment strategies in teeth with apical periodontitis. *Int. Endod. J.* 1988; 21 (5): 291-9.
17. RICUCCI, D., SIQUEIRA, J. F., JR. Biofilms and apical periodontitis: study of prevalence and association with clinical and histopathologic findings. *J. Endod.* 2010; 36 (8): 1277-88.
18. RICUCCI, D. *et al.* Histologic investigation of root canal-treated teeth with apical periodontitis: a retrospective study from twenty-four patients. *J. Endod.* 2009; 35 (4): 493-502.
19. RÔÇAS, I. N. *et al.* Polymerase chain reaction identification of microorganisms in previously root-filled teeth in a South Korean population. *J. Endod.* 2004; 30 (7): 504-8.
20. ROLLISON, S. *et al.* Efficacy of bacterial removal from instrumented root canals in vitro related to instrumentation technique and size. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.* 2002; 94 (3): 366-71.
21. SATHORN, C. *et al.* Effectiveness of single- versus multiple-visit endodontic treatment of teeth with apical periodontitis: a systematic review and meta-analysis. *Int. Endod. J.* 2005; 38 (6): 347-55.
22. SILVEIRA, A. M. *et al.* Periradicular repair after two-visit endodontic treatment using two different intracanal medications compared to single-visit endodontic treatment. *Braz. Dent. J.* 2007; 18 (4): 299-304.
23. SIQUEIRA, J. F., JR. Strategies to treat infected root canals. *J. Calif. Dent. Assoc.* 2001; 29 (12): 825-37.
24. SIQUEIRA, J. F., JR. Reaction of periradicular tissues to root canal treatment: benefits and drawbacks. *Endod. Topics.* 2005; 10 (1): 123-47.
25. SIQUEIRA, J. F., JR. Microbiology of apical periodontitis. In: Ørstavik, D. Pitt Ford, T. (Ed.). *Essential endodontology.* UK: Microbiology of apical periodontitis. Blackwell Munksgaard Ltda.: 2008; 135-96.
26. SIQUEIRA, J. F., JR. *Treatment of endodontic infections.* London: Quintessence Publishing, 2011.
27. SIQUEIRA, J. F., JR. *et al.* Histological evaluation of the effectiveness of five instrumentation techniques for cleaning the apical third of root canals. *J. Endod.* 1997; 23 (8): 499-502.
28. SIQUEIRA, J. F., JR., DE UZEDA, M. Disinfection by calcium hydroxide pastes of dentinal tubules infected with two obligate and one facultative anaerobic bacteria. *J. Endod.* 1996; 22 (12): 674-6.
29. SIQUEIRA, J. F., JR., DE UZEDA, M. Influence of different vehicles on the antibacterial effects of calcium hydroxide. *J. Endod.* 1998; 24 (10): 663-5.
30. SIQUEIRA, J. F., JR. *et al.* Antimicrobial activity and flow rate of newer and established root canal sealers. *J. Endod.* 2000; 26 (5): 274-7.
31. SIQUEIRA, J. F., JR. *et al.* Effects of chemomechanical preparation with 2.5% sodium hypochlorite and intracanal medication with calcium hydroxide on cultivable bacteria in infected root canals. *J. Endod.* 2007; 33: 800-5.
32. SIQUEIRA, J. F., JR. *et al.* Mechanical reduction of the bacterial population in the root canal by three instrumentation techniques. *J. Endod.* 1999; 25 (5): 332-5.
33. SIQUEIRA, J. F., JR. *et al.* Bacterial reduction in infected root canals treated with 2.5% NaOCl as an irrigant and calcium hydroxide/camphorated paramonochlorophenol paste as an intracanal dressing. *J. Endod.* 2007; 33: 667-72.
34. SIQUEIRA, J. F., JR. *et al.* Reduction in the cultivable bacterial populations in infected root canals by a chlorhexidine-based antimicrobial protocol. *J. Endod.* 2007; 33 (5): 541-7.
35. SIQUEIRA, J. F., JR., RÔÇAS, I. N. Polymerase chain reaction-based analysis of microorganisms associated with failed endodontic treatment. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.* 2004; 97 (1): 85-94.
36. SIQUEIRA, J. F., JR., RÔÇAS, I. N. Microbiology and treatment of endodontic infections. In: Hargreaves, K. M. Cohen, S. (Ed.). *Cohen's pathways of the pulp.* St. Louis: Mosby/Elsevier, 2010; 559-600.
37. SIQUEIRA, J. F., JR. *et al.* Chemomechanical reduction of the bacterial population in the root canal after instrumentation and irrigation with 1%,

- 2.5% and 5.25% sodium hypochlorite. *J. Endod.* 2000; 26 (6): 331-4.
38. SIQUEIRA, J. F., JR. *et al.* Antifungal effects of endodontic medications. *Aust. Endod. J.* 2001; 27 (3): 112-4.
39. SIQUEIRA, J. F., JR., RÔÇAS, I. N. Clinical implications and microbiology of bacterial persistence after treatment procedures. *J. Endod.* 2008; 34 (11): 1291-301.
40. SIQUEIRA, J. F., JR. *et al.* Clinical outcome of the endodontic treatment of teeth with apical periodontitis using an antimicrobial protocol. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.* 2008; 106 (5): 757-62.
41. SIREN, E. K. *et al.* In vitro antibacterial effect of calcium hydroxide combined with chlorhexidine or iodine potassium iodide on *Enterococcus faecalis*. *Eur. J. Oral Sci.* 2004; 112 (4): 326-31.
42. SJÖGREN, U. *et al.* Influence of infection at the time of root filling on the outcome of endodontic treatment of teeth with apical periodontitis. *Int. Endod. J.* 1997; 30 (5): 297-306.
43. SJÖGREN, U. *et al.* Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. *J. Endod.* 1990; 16 (10): 498-504.
44. SOUZA, L. C. *et al.* Photodynamic therapy with two different photosensitizers as a supplement to instrumentation/irrigation procedures in promoting intracanal reduction of *Enterococcus faecalis*. *J. Endod.* 2010; 36 (2): 292-6.
45. TROPE, M. Flare-up rate of single-visit endodontics. *Int. Endod. J.* 1991; 24 (1): 24-6.
46. TROPE, M. *et al.* Endodontic treatment of teeth with apical periodontitis: single vs. multivisit treatment. *J. Endod.* 1999; 25 (5): 345-50.
47. WALTIMO, T. *et al.* Clinical efficacy of treatment procedures in endodontic infection control and one year follow-up of periapical healing. *J. Endod.* 2005; 31 (12): 863-6.
48. WALTIMO, T. M. *et al.* In vitro susceptibility of *Candida albicans* to four disinfectants and their combinations. *Int. Endod. J.* 1999; 32 (6): 421-9.
49. WEIGER, R. *et al.* Influence of calcium hydroxide intracanal dressings on the prognosis of teeth with endodontically induced periapical lesions. *Int. Endod. J.* 2000; 33 (3): 219-26.
50. ZERELLA, J. A. *et al.* Effectiveness of a calcium hydroxide and chlorhexidine digluconate mixture as disinfectant during retreatment of failed endodontic cases. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.* 2005; 100 (6): 756-61.

Recebido em: 26/05/2011 / Aprovado em: 10/06/2011

José Freitas Siqueira Jr.

Universidade Estácio de Sá - Faculdade de Odontologia

Av. Alfredo Baltazar da Silveira, 580/cobertura, Recreio

Rio de Janeiro/RJ, Brasil - CEP: 22790-710

E-mail: siqueira@estacio.br