

Aspectos técnicos envolvidos na remoção da medicação intracanal de hidróxido de cálcio

• **Luciana Jorge Moraes Silva** Graduate Program, Department of Biomaterials and Oral Biology, School of Dentistry, University of São Paulo, São Paulo, SP, Brazil • **Roberto Ruggiero Braga** Department of Biomaterials and Oral Biology, School of Dentistry, University of São Paulo, São Paulo, SP, Brazil • **Oscar Faciola Pessoa** School of Dentistry, Federal University of Pará, Belém, PA, Brazil

RESUMO | A busca por alternativas de controle microbiano tem sido uma preocupação constante na endodontia. O objetivo dessa revisão de literatura é discutir os aspectos técnicos relacionados à remoção da medicação intracanal de hidróxido de cálcio. Como auxiliar da sanificação e do controle microbiano, a medicação intracanal de hidróxido de cálcio [Ca(OH)₂] é a mais indicada nos casos de polpas necróticas e lesões periapicais crônicas. Entretanto, essa medicação não é facilmente removida do canal radicular, e os seus resíduos podem afetar a qualidade da interface da obturação endodôntica, em especial quando um cimento obturador resinoso é utilizado. A eficácia de remoção da medicação intracanal de Ca(OH)₂ tem sido investigada usando vários produtos e técnicas, tais como a utilização de substâncias químicas auxiliares, a recapitulação com instrumento memória e a ativação ultrassônica passiva. A literatura é unânime em reconhecer a permanência de resíduos em todos os métodos relatados, principalmente no terço apical, sendo que a ativação ultrassônica tem demonstrado os melhores resultados na remoção da medicação intracanal de Ca(OH)₂.

DESCRITORES | Hidróxido de Cálcio; Irrigantes do Canal Radicular; Quelantes; Ultrassom.

ABSTRACT | **Technical aspects involved in the removal of calcium hydroxide intracanal medication** • The search for an effective method of microbial control has been a constant concern in endodontics. The aim of this literature review was to discuss the technical aspects related to the removal of intracanal calcium hydroxide. As an adjunct to sanification and microbial control, calcium hydroxide [Ca(OH)₂] intracanal medication is more suitable in cases of pulp necrosis and chronic periapical lesions. However, it is not easily removed from the root canal, and its residue can affect the interface quality of the endodontic filling, especially when a resin sealer is used. The removal efficacy of Ca(OH)₂ medication has been investigated using several products and techniques, such as auxiliary chemicals, recapitulation with memory instrument and passive ultrasonic activation. The literature unanimously recognizes the persistence of residues with all the reported methods, particularly in the apical third, and ultrasonic activation has shown the best results in the removal of Ca(OH)₂ medication.

DESCRIPTORS | Calcium Hydroxide; Root Canal Irrigants; Chelating Agents; Ultrasonics.

CORRESPONDING AUTHOR

• **Luciana Jorge Moraes Silva** Av. Centenário, n. 2000 • Condomínio Água Cristal Alameda Curimatã, casa 1 Belém, PA, Brazil • 66635-894 E-mail: luma100@hotmail.com

• **Received** Jun 24, 2013 • **Accepted** Jan 28, 2014
• **DOI** <http://dx.doi.org/10.11606/issn.2357-8041.v20i2p96-105>

INTRODUÇÃO

A técnica endodôntica tem avançado com a evolução na metalurgia dos instrumentos endodônticos e com o advento das técnicas rotatórias de preparo químico-cirúrgico. No entanto, as bases biológicas do tratamento endodôntico persistem. Para o reparo dos tecidos periapicais, é necessário o controle da infecção microbiana, especialmente bactérias e seus subprodutos, e das fontes de nutrientes do sistema de canais radiculares.^{1,2} No entanto, a completa eliminação dos microrganismos somente pelo preparo químico-cirúrgico é improvável. Por esse motivo, preconiza-se a associação do preparo químico-cirúrgico com uma medicação intracanal antimicrobiana entre as consultas, por um período de tempo variável antes da obturação, com o objetivo de eliminar as bactérias remanescentes no canal radicular em casos de periodontite apical.^{3,4}

Há consenso na literatura de que, idealmente, a medicação intracanal de hidróxido de cálcio [Ca(OH)₂] deve ser totalmente removida antes da obturação do canal radicular com o intuito de se obter uma interface entre o cimento obturador e a dentina radicular sem descontinuidades,^{5,6} haja vista que a completa impermeabilização dos canais radiculares é um dos fatores fundamentais para o sucesso da terapia endodôntica,⁷ e a permanência intracanal de resíduos de substâncias tais como o hidróxido de cálcio pode interferir na qualidade do selamento radicular.^{8,9}

A remoção do hidróxido de cálcio tem sido investigada usando vários produtos e técnicas, tais como irrigação com hipoclorito de sódio associado a agentes desmineralizantes, recapitulação com a lima memória, utilização de instrumentos rotatórios de níquel-titânio, uso de irrigação sônica, ultrassônica ou de dispositivos como EndoActivator e EndoVac.^{6,10-15} A utilização de irrigação ultrassônica passiva em conjunto com instrumentos rotatórios de níquel-titânio¹⁰ tem logrado remover o hidróxido

de cálcio mais eficazmente do que técnicas que utilizam somente irrigantes.¹⁶

Considerando a importância da eficácia de remoção da medicação intracanal antes da obturação endodôntica, o objetivo deste artigo foi revisar a literatura sobre aspectos técnicos relevantes no que se refere à remoção da medicação intracanal de hidróxido de cálcio.

O HIDRÓXIDO DE CÁLCIO NO TRATAMENTO ENDODÔNTICO

Desde a introdução do Ca(OH)₂ na Endodontia por Hermann em 1920, essa substância química é reconhecida como um dos curativos antimicrobianos mais eficazes na terapia endodôntica. O Ca(OH)₂ tem sido a medicação intracanal mais indicada nos casos de polpas necróticas e lesões periapicais crônicas por apresentar atividade antimicrobiana muito bem documentada na literatura.¹⁷⁻¹⁹ A preferência por essa medicação também é verificada em dentes permanentes imaturos com necrose pulpar e periodontite apical, e nos casos de apicificação e revascularização.^{20,21}

O hidróxido de cálcio é uma substância que se apresenta para o uso endodôntico em forma de um pó branco inodoro, quimicamente classificado como uma base forte, possuindo pH entre 12,5 e 12,8. Quando em solução aquosa, dissocia-se em íons cálcio e íons hidroxila, exercendo assim ação antimicrobiana e indutora da deposição de tecidos mineralizados.²² Além disso, sua biocompatibilidade é atribuída à baixa solubilidade em água e difusão limitada, atuando como uma barreira física ao preencher o espaço do canal. Dessa forma, impede a entrada de bactérias no sistema de canais radiculares, aprisiona os microrganismos remanescentes sem acesso a substratos para seu crescimento e limita o espaço para sua multiplicação.²³

O principal mecanismo de ação antimicrobiana do Ca(OH)₂ está relacionado ao aumento do pH verificado em virtude da alta concentração de íons

hidroxila quando em ambiente aquoso.⁴ Íons hidroxila apresentam reatividade extrema com várias moléculas, resultando em um efeito letal às células bacterianas, provavelmente devido aos seguintes fatores:

1. danos à membrana citoplasmática,
2. danos ao DNA, e
3. desnaturação das proteínas.^{4,24}

A interação dos íons hidroxila com bactérias gram-negativas, muito frequentes em lesões persistentes, é capaz de quebrar os ácidos graxos da parede celular e hidrolisar o lipopolissacarídeo (LPS) bacteriano.^{2,25} Quanto à ação mineralizadora do Ca(OH)_2 , sabe-se que essa propriedade é diretamente influenciada pelo alto pH. Um meio alcalino não somente neutraliza o ácido láctico dos osteoclastos, como também pode ativar a fosfatase alcalina, a qual tem um importante papel na formação dos tecidos mineralizados.²²

O tipo de veículo utilizado em associação ao pó de Ca(OH)_2 influencia diretamente o processo, determinando a velocidade de dissociação iônica e promovendo diferentes taxas de absorção, tanto pelos tecidos periapicais como no interior do canal radicular, repercutindo assim nas propriedades físicas e químicas do composto e nas suas aplicações clínicas.²³ Comparado com os agentes aquosos, os veículos viscosos e oleosos prolongam a ação do hidróxido de cálcio, pois quanto mais baixa for a viscosidade do veículo, mais rápida será a dissociação iônica. Um veículo com peso molecular elevado minimiza a dispersão do Ca(OH)_2 para os tecidos, mantendo a pasta na área desejada por períodos de tempo mais prolongados. Além disso, a difusão dos íons hidroxila na dentina radicular também depende do período em que o Ca(OH)_2 permanece no interior do canal, do diâmetro dos túbulos dentinários e das características da *smear layer* resultante do preparo químico-cirúrgico.²²

O tempo necessário para o hidróxido de cálcio

atuar como medicação intracanal no sistema de canais radiculares está relacionado à presença ou não de exsudação radicular, ao tipo de microrganismo envolvido, à localização do microrganismo no sistema de canais radiculares e à *smear layer* remanescente, podendo variar de 7 a 30 dias.^{4,24} A medicação intracanal de Ca(OH)_2 deve permanecer no interior do canal por um período de tempo que permita a difusão dos íons hidroxila através da dentina. De modo geral, o Ca(OH)_2 leva cerca de 28 dias para ser detectado na superfície externa da dentina.²⁶ Especificamente no terço apical, foi verificado que íons hidroxila atingem a superfície externa do cimento após 21 dias.²⁷ Quando a medicação de Ca(OH)_2 foi mantida por sete dias, a permanência de microrganismos no interior do canal foi observada em 34,8% dos casos,²⁸ sugerindo que o Ca(OH)_2 deve permanecer no canal radicular por período mais prolongado para que se difunda para o interior da dentina e desempenhe sua ação bactericida. O tempo mínimo necessário para que o Ca(OH)_2 eleve o pH na dentina radicular externa apical é em torno de 15 a 21 dias.²⁷ Estudos mais recentes mostraram maior redução da microbiota anaeróbia e aeróbia quando da aplicação do Ca(OH)_2 por um período de 15 dias.²⁹

A maioria dos estudos que avaliaram resíduos de Ca(OH)_2 utilizaram tempos de permanência da medicação relativamente curtos, de 7 dias^{8,13,16,30-38} ou menos.^{9,10,12,39} Porém, são encontrados estudos nos quais a medicação foi removida após 10⁴⁰ ou 21 dias.⁴¹

REMOÇÃO DO HIDRÓXIDO DE CÁLCIO INTRACANAL

Usualmente, o Ca(OH)_2 utilizado como medicação intracanal é removido por meio de uma combinação de irrigação e ação de instrumentos.³⁹ Os métodos descritos na literatura incluem:

1. método convencional de irrigação apenas com o hipoclorito de sódio ou associado a agentes

- desmineralizantes;
2. recapitulação com a lima memória, utilizada manualmente ou mecanicamente;
 3. uso de irrigação sônica, ultrassônica ou de dispositivos como EndoActivator e Endo-Vac.^{6,10-15}

No entanto, tem sido demonstrado que a pasta de hidróxido de cálcio não é facilmente removida do canal radicular.³⁹ Estudos demonstraram a permanência de resíduos nas paredes do canal^{5,39,42,43} e a influência negativa destes na adaptação do material obturador, na penetração do cimento endodôntico nos túbulos dentinários^{6,8} e no prognóstico do tratamento.^{6,8,44} Isso provavelmente está relacionado a um aumento da microinfiltração pós-obturação.⁸

Resíduos de Ca(OH)_2 também podem reduzir o escoamento e o tempo de trabalho do cimento obturador.⁴⁵ Os resíduos de Ca(OH)_2 apresentam afinidade com o eugenol dos cimentos à base de óxido de zinco e eugenol, tornando-os granuloso e mecanicamente mais fracos, o que favorece a infiltração apical. Isso não ocorre quando nenhuma ou outras medicações diferentes do Ca(OH)_2 são utilizadas.^{8,43} A obturação de canais laterais também é prejudicada pela presença de resíduos de Ca(OH)_2 , visto que, nos casos em que a medicação intracanal não é utilizada, observou-se uma maior quantidade de canais laterais obturados.⁴⁶

Na presença de resíduos de Ca(OH)_2 , os valores de resistência de união à dentina obtidos com um sistema obturador endodôntico resinoso (Epiphany Resilon, Pentron; Wallingford, CT, EUA) foram estatisticamente mais baixos nos dois grupos experimentais que utilizaram o Ca(OH)_2 antes da obturação: nos grupos G1 [Ca(OH)_2 + solução salina] e G2 [Ca(OH)_2 + digluconato de clorexidina gel a 2%], houve uma redução de cerca de 25% nos valores de resistência de união, quando comparados com o grupo controle, no qual a medicação não foi usada, sugerindo que os resíduos de Ca(OH)_2 interferem

na adesão dos cimentos resinosos à parede do canal radicular, embora esses valores estejam dentro das médias consideradas aceitáveis na literatura.⁹

A quantidade de medicação remanescente parece ser pouco afetada pelo veículo ao qual o Ca(OH)_2 está associado. Diferentes veículos, tais como propilenoglicol, clorexidina a 2%, água destilada ou pasta antibiótica, utilizados em associações de Ca(OH)_2 , não interferiram na quantidade de Ca(OH)_2 residual, pois este foi encontrado em todos os tipos de associações independentemente da substância química irrigante utilizada. Dessa forma, a escolha do veículo irá depender do tempo de ação desejado para a medicação e da necessidade ou não de ação antimicrobiana adicional.³³

Clinicamente, não é possível observar se todo o Ca(OH)_2 foi removido das paredes do canal. Da mesma forma, radiograficamente também não pode ser identificada claramente a presença de resíduos de Ca(OH)_2 , uma vez que estes apresentam radiopacidade semelhante à da dentina. Assim sendo, o protocolo adotado na remoção da medicação deve assegurar a máxima remoção de resíduos, uma vez que a instabilidade dimensional do Ca(OH)_2 e sua alta solubilidade em meio aquoso podem aumentar o risco de microinfiltração das obturações endodônticas no longo prazo e possibilitar o surgimento de vazios na obturação.⁴⁴

AGENTES IRRIGANTES

O hipoclorito de sódio (NaOCl) é um irrigante endodôntico universalmente utilizado durante os procedimentos de preparo químico-cirúrgico e remoção da medicação intra-canal.³⁷ Possui efeito antibacteriano e capacidade de dissolver a matéria orgânica vital e necrótica, atuando em conjunto com o alargamento mecânico dos canais radiculares. A concentração do NaOCl usado na endodontia é uma questão muito controversa, variando entre 0,5% e 5%.⁴⁷

O hipoclorito de sódio, porém, não atua sobre

a porção inorgânica da dentina e da medicação,⁴⁸ e, com o intuito de remover esses componentes, agentes descalcificantes têm sido recomendados como coadjuvantes na terapia endodôntica. O ácido etileno diamino tetracético (EDTA) é o agente desmineralizante mais utilizado, especialmente na concentração de 17%, embora o ácido cítrico, em concentrações semelhantes, demonstre eficácia ligeiramente superior em remover a *smear layer*.⁴⁷ O EDTA tem a capacidade de quelar o íon cálcio dos resíduos de Ca(OH)_2 , tornando-os mais fáceis de serem removidos pela irrigação.⁴³ Assim, é utilizado para alargar canais, remover a *smear layer* e aumentar a permeabilidade das paredes dentinárias, preparando-as para a adesão a materiais de obturação.⁶ O tempo de permanência do EDTA não deve exceder um minuto, uma vez que períodos superiores de aplicação podem ocasionar erosão dentinária.⁴⁹ Assim, para uma efetiva remoção de ambos os componentes, orgânico e inorgânico, recomenda-se o uso do NaOCl seguido do EDTA.

Comparada com a utilização de agentes descalcificantes, a irrigação com hipoclorito de sódio é pouco eficaz na remoção do hidróxido de cálcio. Agentes desmineralizantes tais como o ácido cítrico a 10% ou o EDTA a 17% são mais eficazes em remover o Ca(OH)_2 intracanal do que somente o NaOCl a 1% ou a água destilada. Já a combinação de NaOCl a 1% aos agentes desmineralizantes não resulta em melhora significativa dos resultados em relação à remoção do hidróxido de cálcio intracanal quando comparado aos métodos que utilizam somente EDTA a 17% ou o ácido cítrico a 10%.³¹

Outros fatores a serem considerados são o diâmetro e a conicidade do preparo, o tipo de agulha utilizada e a distância em que esta é posicionada em relação ao comprimento de trabalho. Um bom alargamento desde a cervical, removendo obstáculos, e um preparo apical mínimo permitem que a solução flua mais facilmente para todas as regiões do canal. Além disso, a distribuição da solução

pode ser afetada pelo uso de agulhas com grande calibre, pela distância entre a ponta da agulha e o término da raiz e pelo pouco alargamento do conduto.⁵⁰ Assim, o diâmetro da agulha deve permitir que sua ponta alcance um milímetro aquém do comprimento de trabalho, de forma a melhorar a eficácia da irrigação na região apical.⁵¹ Muito embora o uso de agulhas de baixo calibre pareça óbvio para alcançar uma maior penetração nos canais, deve-se ressaltar que agulhas mais finas causam uma maior pressão do êmbolo, podendo resultar em extravasamento da solução.⁵²

A eficácia da irrigação na remoção de resíduos está diretamente relacionada ao volume de solução que é levado para o interior dos canais radiculares. Quanto maior o volume de solução levada aos canais, maior é o fluxo produzido, o que certamente favorece a limpeza. Além disso, um grande volume de solução também permite que haja renovação do conteúdo que está nos canais, com maior potencial para as reações químicas que promovem a eliminação de resíduos e microrganismos.⁵³

Dispositivos para irrigação (EndoVac, SybronEndo; Orange, CA, EUA) parecem otimizar a ação das substâncias químicas utilizadas para a remoção da medicação intracanal do espaço endodôntico. O sistema de irrigação EndoVac apresenta-se como uma nova forma de irrigação endodôntica única, que, ao contrário dos sistemas de pressão positiva que usam cânulas ou agulhas com saída lateral, é um sistema de pressão apical negativa que remove o fluido apical por meio da sucção. Soluções de irrigação são aspiradas ainda longe do forame apical, praticamente eliminando o risco de extravasamento das soluções irrigadoras. Em relação à limpeza do canal e remoção do Ca(OH)_2 intracanal, esse sistema tem mostrado desempenho superior em relação aos demais métodos de irrigação.¹⁵

No sistema EndoVac, uma ponta de liberação/evacuação é ligada a uma seringa de irrigação e à pressão da bomba de sucção da cadeira odontológi-

ca. A ponta de liberação/evacuação libera a solução irrigadora ao mesmo tempo em que o excesso é aspirado por uma macro ou microcânula. A macrocânula apresenta diâmetro 55 (ISO) e conicidade .02. A microcânula tem 12 pequenos orifícios laterais, sendo fechada na ponta e com diâmetro final 32 (ISO). À medida que essas cânulas entram no canal, uma pressão negativa joga a solução até a ponta e a remove por sucção. A microcânula pode ser usada até o comprimento de trabalho em um canal preparado até o instrumento calibre 35 ou mais,⁵⁴ o que, apesar da eficácia de remoção de cerca de 99%, limita sua utilização a canais alargados em calibre igual ou superior ao calibre 35 (ISO).¹⁵

INSTRUMENTO MEMÓRIA

Em canais retos, a associação entre 15 mL de EDTA-T a 17%, recapitulação com lima memória, creme de Endo-PTC e 15 mL de hipoclorito de sódio a 0,5% foi a técnica que demonstrou melhor resultado na remoção do Ca(OH)_2 36 horas após a sua inserção em todos os terços, quando comparada somente ao uso da irrigação com substâncias químicas, sem a recapitulação. Essa diferença se deveu ao resultado observado no terço apical, sendo que os grupos testados apresentaram-se estatisticamente semelhantes nos demais terços.¹²

Em dentes unirradiculares com raízes retas, a eficácia da utilização do instrumento memória na remoção de vários tipos de pastas de Ca(OH)_2 utilizadas como medicação intracanal foi avaliada por meio de imagens obtidas em cortes longitudinais por terços (apical, médio e cervical). A remoção das pastas foi realizada 10 dias após a inserção, utilizando a recapitulação com a lima memória e irrigação com 5 mL de NaOCl a 1%, seguidas de irrigação com 5 mL de EDTA a 17% e lavagem final com 5 mL de NaOCl a 1%. Após essa etapa, as amostras foram divididas em dois subgrupos, com e sem a patência (manutenção do forame apical livre de detritos) obtida com uma lima tipo K n. 10. Nenhuma das téc-

nicas utilizadas foi totalmente eficaz em remover a medicação intracanal. O uso da lima de patência facilitou a remoção da medicação intracanal, especialmente na região apical.⁴⁰

As técnicas de remoção do Ca(OH)_2 normalmente são eficazes nos terços cervical e médio e deficientes no terço apical.^{40,43} Dessa forma, parece existir um consenso entre os autores de que a remoção do Ca(OH)_2 do terço apical do canal é difícil de ser obtida somente com a utilização de substâncias químicas e lima memória, podendo permanecer resíduos nas paredes dentinárias, nas irregularidades e nas extensões do canal.⁴³

ULTRASSOM

A agitação mecânica do irrigante, seja por meio de lima endodôntica, de espiral de lentulo ou de vibração ultrassônica,³⁴ melhora a efetividade da limpeza do canal, favorecendo a limpeza de áreas que não foram limpas mecanicamente, principalmente nas regiões do canal anatomicamente difíceis de serem alcançadas.⁵⁵

A irrigação ultrassônica passiva (IUP) foi primeiramente descrita por Weller *et al.* (1980),⁵⁶ sendo denominada passiva pelo fato de o instrumento não ser propositadamente levado contra a parede do canal para promover ação de corte, agindo somente através da vibração. Nesse método, a energia é transmitida da lima, ou de uma ponta ultrassônica oscilando em frequências entre 25 e 30 kHz posicionada no centro do canal radicular previamente modelado, para o irrigante por meio de ondas ultrassônicas que induzem dois fenômenos físicos na solução irrigante:

- fluxo acústico e
- cavitação.¹¹

O fluxo acústico pode ser definido como um movimento rápido e intenso em forma circular ou em turbilhão, em torno do instrumento vibrante. Já a cavitação, no contexto da mecânica dos fluidos, é

a criação de bolhas de vapor ou a expansão, contração e/ou distorção de bolhas pré-existentes no líquido.^{11,34,55}

O fluxo acústico produzido com a vibração ultrassônica é capaz de deslocar resíduos orgânicos e inorgânicos das paredes do canal.¹¹ Uma possível explicação desse efeito é o aumento da velocidade e do volume do fluxo irrigante criado no canal durante a irrigação ultrassônica.⁵⁷ Para tal, faz-se necessário que a solução irrigante possua boa capacidade de molhamento, alcançando assim todo o sistema de canais. Dessa forma, os resíduos orgânicos e inorgânicos de tecido pulpar e/ou a *smear layer* tornam-se completamente inundados pela solução e susceptíveis à agitação ultrassônica.⁵⁵

A agitação mecânica promovida pela vibração ultrassônica, ou lima rotatória em conjunto com a irrigação, pode melhorar a remoção do hidróxido de cálcio. Ao utilizar métodos mecânicos para remover o Ca(OH)_2 intracanal em molares inferiores, resultados estatisticamente superiores em relação à quantidade de resíduos de Ca(OH)_2 intracanal foram encontrados quando a irrigação ultrassônica (3,2%) ou uso de instrumentos rotatórios (4,3%) foram associados às substâncias químicas irrigantes, em comparação aos métodos que utilizaram somente o hipoclorito de sódio (19,4%) ou hipoclorito de sódio em combinação com EDTA (19,0%).¹⁰

Há evidências na literatura acerca da eficácia superior da remoção de resíduos de Ca(OH)_2 com o hipoclorito de sódio quando a irrigação é associada ao uso do ultrassom, em comparação à irrigação convencional. Por exemplo, o método que utiliza irrigação ultrassônica por 3 minutos associada ao hipoclorito de sódio a 2% demonstrou maior percentual de remoção da pasta de Ca(OH)_2 da região apical de raízes retas (63,3%) do que o ultrassom utilizado em associação com água (6,7%), bem como em relação a irrigação somente com hipoclorito de sódio a 2% (16,7%), utilizado de acordo com o método de irrigação convencional.¹⁶

Em outro estudo utilizando cortes longitudinais de raízes, foi observado que o uso do dispositivo Canal Brush (Coltène, Whaledent; Altstätten, Suíça) ou da irrigação ultrassônica passiva por 30 segundos para agitar o NaOCl deixou quantidades estatisticamente menores de resíduos, com valores de 24% e 26%, respectivamente, em relação aos grupos que utilizaram somente o NaOCl (51,0%) ou o NaOCl associado ao EDTA sem nenhuma agitação mecânica (42,0%).³²

A efetividade do ultrassom em remover resíduos do canal também é influenciada pelas características anatômicas do canal. Nesse sentido, é mais eficiente na remoção de resíduos em canais com diâmetros maiores, pois a oscilação do instrumento ocorre livremente no canal. Já em canais estreitos e curvos, o instrumento pode ter o movimento vibratório restringido ao tocar na parede, diminuindo a eficiência da limpeza.¹¹ A dificuldade do irrigante em alcançar o terço apical do canal e o menor calibre nessa região fazem com que esta seja menos influenciada pela irrigação ativada mecanicamente,⁵⁵ uma vez que a oscilação da ponta do instrumento ultrassônico é restringida pelo espaço reduzido.⁵⁸ Um tempo de ativação ultrassônica de trinta segundos a um minuto é o recomendado para proporcionar canais mais limpos. O uso por período de tempo superior dificulta a manutenção do instrumento centralizado no canal e, conseqüentemente, aumenta a possibilidade de toque nas paredes dentinárias.¹¹

A irrigação sônica, por sua vez, é diferente da irrigação ultrassônica, pois trabalha em baixa frequência, variando de 1.000 a 6.000 Hz, e, conseqüentemente, a velocidade de fluxo transmitida ao irrigante é menor.¹¹ Aparelhos de ativação sônica foram introduzidos no mercado (Endo Activator, Dentsply International; York, PA, EUA) com o intuito de melhorar a fase de irrigação. No entanto, ao se comparar o uso do Endo Activator com a irrigação ultrassônica passiva na remoção do Ca(OH)_2 intracanal em molares inferiores por meio de mi-

crotomografias computadorizadas, foi constatado que a IUP removeu significativamente mais Ca(OH)_2 (69,5%) em comparação com a ativação sônica (48,6%).³⁴ Não obstante, ambas se mostraram superiores ao uso da lima ProTaper® (Dentsply Maillefer; Ballaigues, Suíça) e irrigação convencional, em todas as regiões do canal.³⁸

Uma variedade de técnicas e substâncias químicas auxiliares tem sido investigada na remoção dos resíduos de hidróxido de cálcio intracanal. A irrigação com EDTA e a recapitulação com a lima memória,^{12,31} assim como a utilização de instrumentos rotatórios ou pontas de ultrassom em conjunto com a irrigação, são os métodos que tem sido mais recomendados.^{10,12,13,31} Entretanto, constata-se que os protocolos descritos na literatura não são totalmente eficazes em remover os resíduos de hidróxido de cálcio,^{10,16} justificando novas pesquisas que avaliem a remoção dessa substância por meio de novas téc-

nicas, como a instrumentação com instrumento adicional ao instrumento memória, com o objetivo de remover dentina radicular e assim melhorar a remoção de resíduos de Ca(OH)_2 , e que avaliem um tempo superior de permanência da medicação no sistema de canais, mais próximo daquele efetivamente adotado na realidade clínica.

CONCLUSÕES

A literatura mostra que, após a remoção da medicação intracanal de Ca(OH)_2 , todas as técnicas deixam resíduos, principalmente na região apical do canal radicular. As técnicas mais utilizadas são o uso de irrigantes descalcificantes e a recapitulação com o instrumento memória manual ou rotatório, associados ou não à agitação ultrassônica passiva, a qual melhora a remoção do hidróxido de cálcio, sendo considerada atualmente o método mais eficaz de remoção de medicação.

REFERÊNCIAS

1. Nair PN. On the causes of persistent apical periodontitis: a review. *Int Endod J.* 2006 Apr;39(4):249-81.
2. Kawashima N, Wadachi R, Suda H, Yeng T, Parashos P. Root canal medicaments. *Int Dent J.* 2009 Feb;59(1):5-11.
3. Sjogren U, Figdor D, Persson S, Sundqvist G. Influence of infection at the time of root filling on the outcome of endodontic treatment of teeth with apical periodontitis. *Int Endod J.* 1997 Sep;30(5):297-306.
4. Siqueira JF, Jr., Lopes HP. Mechanisms of antimicrobial activity of calcium hydroxide: a critical review. *Int Endod J.* 1999 Sep;32(5):361-9.
5. Pashley DH, Kalathoor S, Burnham D. The effects of calcium hydroxide on dentin permeability. *J Dent Res.* 1986 Mar;65(3):417-20.
6. Çalt S, Serper A. Dentinal tubule penetration of root canal sealers after root canal dressing with calcium hydroxide. *J Endod.* 1999 Jun;25(6):431-3.
7. Schilder H. Filling root canals in three dimensions. 1967. *J Endod.* 2006 Apr;32(4):281-90.
8. Kim SK, Kim YO. Influence of calcium hydroxide intracanal medication on apical seal. *Int Endod J.* 2002 Jul;35(7):623-8.
9. Barbizam JV, Trope M, Teixeira EC, Tanomaru-Filho M, Teixeira FB. Effect of calcium hydroxide intracanal dressing on the bond strength of a resin-based endodontic sealer. *Braz Dent J.* 2008 Sep;19(3):224-7.
10. Kenee DM, Allemang JD, Johnson JD, Hellstein J, Nichol BK. A quantitative assessment of efficacy of various calcium hydroxide removal techniques. *J Endod.* 2006 Jun;32(6):563-5.
11. van der Sluis LW, Versluis M, Wu MK, Wesselink PR. Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. *Int Endod J.* 2007 Jun;40(6):415-26.
12. Salgado RJ, Moura-Netto C, Yamazaki AK, Cardoso LN, de Moura AA, Prokopowitsch I. Comparison of different irrigants on calcium hydroxide medication removal: microscopic cleanliness evaluation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009 Apr;107(4):580-4.
13. Balvedi RP, Versiani MA, Manna FF, Biffi JC. A comparison of two techniques for the removal of calcium hydroxide from root canals. *Int Endod J.* 2010 Sep;43(9):763-8.
14. Rödiger T, Hausdörfer T, Konietschke F, Dullin C, Hahn W, Hülsmann M. Efficacy of D-RaCe and ProTaper Universal Retreatment NiTi instruments and hand files in removing

- gutta-percha from curved root canals – a micro-computed tomography study. *International Endodontic Journal*. 2012.
15. Goode N, Khan S, Eid AA, Niu LN, Gosier J, Susin LF, et al. Wall shear stress effects of different endodontic irrigation techniques and systems. *J Dent*. 2013 Apr 19.
 16. van der Sluis LW, Wu MK, Wesselink PR. The evaluation of removal of calcium hydroxide paste from an artificial standardized groove in the apical root canal using different irrigation methodologies. *Int Endod J*. 2007 Jan;40(1):52-7.
 17. Law A, Messer H. An evidence-based analysis of the antibacterial effectiveness of intracanal medicaments. *J Endod*. 2004 Oct;30(10):689-94.
 18. Leonardo MR, Hernandez ME, Silva LA, Tanomaru-Filho M. Effect of a calcium hydroxide-based root canal dressing on periapical repair in dogs: a histological study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2006 Nov;102(5):680-5.
 19. Siqueira JF, Jr., Magalhaes KM, Rocas IN. 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 Jun;33(6):667-72.
 20. Rafter M. Apexification: a review. *Dent Traumatol*. [Review]. 2005 Feb;21(1):1-8.
 21. Wigler R, Kaufman AY, Lin S, Steinbock N, Hazan-Molina H, Torneck CD. Revascularization: a treatment for permanent teeth with necrotic pulp and incomplete root development. *J Endod*. 2013 Mar;39(3):319-26.
 22. Mohammadi Z, Dummer PMH. Properties and applications of calcium hydroxide in endodontics and dental traumatology. Blackwell Publishing Ltd; 2011.
 23. Athanassiadis B, Abbott PV, Walsh LJ. The use of calcium hydroxide, antibiotics and biocides as antimicrobial medicaments in endodontics. *Aust Dent J*. 2007 Mar;52(1 Suppl):S64-82.
 24. Gomes BPFA, Ferraz CCR, Garrido FD, Rosalen PL, Zaia AA, Teixeira FB, et al. Microbial Susceptibility to calcium hydroxide pastes and their vehicles. *J Endod*. 2002 Nov;28(11):758-61.
 25. Baik JE, Jang KS, Kang SS, Yun CH, Lee K, Kim BG, et al. Calcium hydroxide inactivates lipoteichoic acid from *Enterococcus faecalis* through deacylation of the lipid moiety. *J Endod*. 2011 Feb;37(2):191-6.
 26. Tronstad L, Andreasen JO, Hasselgren G, Kristerson L, Riis I. pH changes in dental tissues after root canal filling with calcium hydroxide. *J Endod*. 1981 Jan;7(1):17-21.
 27. Nerwich A, Figdor D, Messer HH. pH changes in root dentin over a 4-week period following root canal dressing with calcium hydroxide. *J Endod*. 1993 Jun;19(6):302-6.
 28. Orstavik D, Kerekes K, Molven O. Effects of extensive apical reaming and calcium hydroxide dressing on bacterial infection during treatment of apical periodontitis: a pilot study. *Int Endod J*. 1991 Jan;24(1):1-7.
 29. Soares JA, Leonardo MR, Tanomaru Filho M, Silva LA, Ito IY. Residual antibacterial activity of chlorhexidine digluconate and camphorated p-monochlorophenol in calcium hydroxide-based root canal dressings. *Braz Dent J*. 2007 Jul;18(1):8-15.
 30. Nandini S, Velmurugan N, Kandaswamy D. Removal efficiency of calcium hydroxide intracanal medicament with two calcium chelators: volumetric analysis using spiral CT, an in vitro study. *J Endod*. 2006 Nov;32(11):1097-101.
 31. Rodig T, Vogel S, Zapf A, Hulsmann M. Efficacy of different irrigants in the removal of calcium hydroxide from root canals. *Int Endod J*. 2010 Jun;43(6):519-27.
 32. Tasdemir T, Celik D, Er K, Yildirim T, Ceyhanli KT, Yesilyurt C. Efficacy of several techniques for the removal of calcium hydroxide medicament from root canals. *Int Endod J*. 2011 Jun;44(6):505-9.
 33. Silva JMd, Silveira A, Santos E, Prado L, Pessoa OF. Efficacy of sodium hypochlorite, ethylenediaminetetraacetic acid, citric acid and phosphoric acid in calcium hydroxide removal from the root canal: a microscopic cleanliness evaluation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2011 Dec;112(6):820-4.
 34. Wiseman A, Cox TC, Paranjpe A, Flake NM, Cohenca N, Johnson JD. Efficacy of sonic and ultrasonic activation for removal of calcium hydroxide from mesial canals of mandibular molars: a microtomographic study. *J Endod*. 2011 Feb;37(2):235-8.
 35. Arslan H, Topcuoglu HS, Karatas E, Barutcgil C, Aladag H, Topcu KM. Effect of the smear layer in the removal of calcium hydroxide from root canal walls. *J Conserv Dent*. 2012 Apr;15(2):113-7.
 36. Ballal NV, Kumar SR, Laxmikanth HK, Saraswathi MV. Comparative evaluation of different chelators in removal of calcium hydroxide preparations from root canals. *Aust Dent J*. 2012 Sep;57(3):344-8.
 37. Bodrumlu E, Avsar A, Hazar Bodrumlu E, Cicek E. The effects of calcium hydroxide removal methods on bond strength of Epiphany SE with two irrigation protocols. *Acta Odontol Scand*. 2013 May-Jul;71(3-4):989-93.

38. Khaleel HY, Al-Ashaw AJ, Yang Y, Pang AH, Ma JZ. Quantitative comparison of calcium hydroxide removal by Endo-Activator, ultrasonic and ProTaper file agitation techniques: an in vitro study. *J Huazhong Univ Sci Technolog Med Sci.* 2013 Feb;33(1):142-5.
39. Lambrianidis T, Margelos J, Beltes P. Removal efficiency of calcium hydroxide dressing from the root canal. *J Endod.* 1999 Feb;25(2):85-8.
40. Lambrianidis T, Kosti E, Boutsioukis C, Mazinis M. Removal efficacy of various calcium hydroxide/chlorhexidine medications from the root canal. *Int Endod J.* 2006 Jan;39(1):55-61.
41. Silva JMd, Andrade Junior CV, Zaia AA, Pessoa OF. Microscopic cleanliness evaluation of the apical root canal after using calcium hydroxide mixed with chlorhexidine, propylene glycol, or antibiotic paste. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2011 Feb;111(2):260-4.
42. Pashley DH, Michelich V, Kehl T. Dentin permeability: effects of smear layer removal. *J Prosthet Dent.* 1981 Nov;46(5):531-7.
43. Margelos J, Eliades G, Verdelis C, Palaghias G. Interaction of calcium hydroxide with zinc oxide-eugenol type sealers: a potential clinical problem. *J Endod.* 1997 Jan;23(1):43-8.
44. Ricucci D, Langeland K. Incomplete calcium hydroxide removal from the root canal: a case report. *Int Endod J.* 1997 Nov;30(6):418-21.
45. Hosoya N, Kurayama H, Iino F, Arai T. Effects of calcium hydroxide on physical and sealing properties of canal sealers. *Int Endod J.* 2004 Mar;37(3):178-84.
46. Goldberg F, Artaza LP, De S. Influence of calcium hydroxide dressing on the obturation of simulated lateral canals. *J Endod.* 2002 Feb;28(2):99-101.
47. Zehnder M. Root canal irrigants. *J Endod.* 2006 May;32(5):389-98.
48. Violich DR, Chandler NP. The smear layer in endodontics - a review. *Int Endod J.* 2010 Jan;43(1):2-15.
49. Çalt S, Serper A. Time-dependent effects of EDTA on dentin structures. *J Endod.* 2002 Jan;28(1):17-9.
50. Hsieh YD, Gau CH, Kung Wu SF, Shen EC, Hsu PW, Fu E. Dynamic recording of irrigating fluid distribution in root canals using thermal image analysis. *Int Endod J.* 2007 Jan;40(1):11-7.
51. Falk KW, Sedgley CM. The influence of preparation size on the mechanical efficacy of root canal irrigation in vitro. *J Endod.* 2005 Oct;31(10):742-5.
52. Boutsioukis C, Lambrianidis T, Kastrinakis E, Bekiaroglou P. Measurement of pressure and flow rates during irrigation of a root canal ex vivo with three endodontic needles. *Int Endod J.* 2007 Jul;40(7):504-13.
53. Huang TY, Gulabivala K, Ng YL. A bio-molecular film ex-vivo model to evaluate the influence of canal dimensions and irrigation variables on the efficacy of irrigation. *Int Endod J.* 2008 Jan;41(1):60-71.
54. Nielsen BA, Craig Baumgartner J. Comparison of the EndoVac system to needle irrigation of root canals. *J Endod.* 2007 May;33(5):611-5.
55. Plotino G, Pameijer CH, Grande NM, Somma F. Ultrasonics in endodontics: a review of the literature. *J Endod.* 2007 Feb;33(2):81-95.
56. Weller RN, Brady JM, Bernier WE. Efficacy of ultrasonic cleaning. *J Endod.* 1980 Sep;6(9):740-3.
57. Lee SJ, Wu MK, Wesselink PR. The efficacy of ultrasonic irrigation to remove artificially placed dentine debris from different-sized simulated plastic root canals. *Int Endod J.* 2004 Sep;37(9):607-12.
58. Mayer BE, Peters OA, Barbakow F. Effects of rotary instruments and ultrasonic irrigation on debris and smear layer scores: a scanning electron microscopic study. *Int Endod J.* 2002 Jul;35(7):582-9.