



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA



CURSO DE GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

Monografia de Final de Curso

Aluno(a): Marina Trevelin Souza

Orientador(a): Prof. Dr. Caio Cezar Randi Ferraz

Ano de Conclusão do Curso: 2008

TCC 489

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA
BIBLIOTECA

A handwritten signature in black ink, appearing to be "Caio Cezar Randi Ferraz", written over a horizontal line.

Assinatura do(a) Orientador(a)

Marina Trevelin Souza

Avaliação *in vitro* da microinfiltração coronária utilizando-se diferentes sistemas selamento endodôntico e protocolos de secagem.

Monografia apresentada ao Curso de
Odontologia da Faculdade de
Odontologia de Piracicaba –
UNICAMP, para a obtenção do
Diploma de Cirurgião Dentista

Orientador: Prof. Dr. Caio Cezar Randi Ferraz.

Piracicaba
2008

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA**

Bibliotecária: Marilene Girello – CRB-8ª / 6159

So89a Souza, Marina Trevelin.
Avaliação *in vitro* da microinfiltração coronária utilizando-se diferentes sistemas selamento endodôntico e protocolos de secagem. / Marina Trevelin Souza. -- Piracicaba, SP: [s.n.], 2008.
53f.

Orientador: Caio Cezar Randi Ferraz.
Monografia (Graduação) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Endodontia. 2. Obturações (Odontologia). 3. Infiltração dentária. I. Ferraz, Caio Cezar Randi. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

(mg/fop)

Dedico este trabalho a.....

*Aos meus pais **Elisabete** e **Jouber**, pessoas a quem amo muito, pelo amor e carinho, pela compreensão aos meus ideais, pelo apoio oferecido e dedicação a mim em cada etapa da vida.*

*Ao **Caio Cesar**, pelo amor, carinho, compreensão, companheirismo e inspiração.*

*Aos meus irmãos **Érico** e **Ana Paula** por todos os momentos já vividos.*

A toda minha família, pelo incentivo e por dividirem comigo mais esta vitória.

A todos os meus amigos, pelos momentos de alegria e cumplicidade durante todo esse período.

AGRADECIMENTOS

A Deus...

...pela constante presença em minha vida, por iluminar meus passos e compreender meus anseios dando-me força e coragem para alcançá-los.

Ao Prof. Dr. Caio Cezar Randi Ferraz...

...Pela orientação deste trabalho, pela confiança depositada, pelos conhecimentos repassados e pela amizade.

SUMÁRIO

Sumário

• RESUMO.....	12
• ABSTRACT.....	14
• REVISÃO DA LITERATURA.....	16
• PROPOSIÇÃO.....	29
• MATERIAL E MÉTODOS.....	31
Materiais utilizados.....	31
Métodos.....	31
• RESULTADOS	39
• DISCUSSÃO.....	43
• CONCLUSÕES.....	48
• REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA
BIBLIOTECA

15

16

RESUMO

Resumo

O presente estudo *in vitro* teve como objetivo analisar a infiltração coronária, através da filtração de fluidos, de dentes obturados endodonticamente utilizando-se diferentes sistemas de obturação (Guta-percha + Endomethasone ou Resilon+ Epiphany) e diferentes protocolos de secagem dos canais radiculares antes do selamento. Foram utilizados quarenta pré-molares inferiores humanos unirradiculares padronizando-se o comprimento das raízes em 14 mm. Os canais radiculares foram instrumentados através da técnica do *Step-back*, e então, divididos em quatro grupos (n=10) de acordo com o sistema de obturação utilizado e, com o método de secagem do canal. Após a instrumentação, 20 dentes foram secos convencionalmente com pontas de papel absorvente e obturados pela técnica de condensação lateral com Guta-percha + Endomethasone (Grupo 1, n=10) ou com Resilon + Epiphany (Grupo2, n=10). Os 20 dentes restantes foram irrigados com álcool absoluto previamente à secagem com pontas de papel absorvente e, obturados da pelas mesmas técnicas (Grupo 3 - Guta-percha + Endomethasone e, Grupo 4 – Resilon + Epiphany). Para cada grupo experimental foi realizado um grupo controle positivo e um negativo (n=2). Após a obturação, os espécimes obturados com Guta-percha + Endomethasone foram mantidos por 24 horas e, os obturados com Resilon + Epiphany, por 7 dias, em estufa a 37°C e 100% de umidade. O método da filtração de fluido foi utilizado para a avaliação quantitativa da infiltração coronária. As medições para cada espécime foram realizadas em triplicata, com intervalos de 2 minutos. Os dados foram tabulados analisados estatisticamente pelos testes de ANOVA e Tukey. A filtração de fluidos observadas nos grupos foram as seguintes (média \pm desvio padrão), em microlitros/minuto: Grupo 1= 0,038 \pm 0,013; Grupo 2= 0,080 \pm 0,023; Grupo 3= 0,019 \pm 0,007; Grupo 4= 0,058 \pm 0,012. As amostras obturadas com Guta-percha + Endomethasone (Grupos 1 e 3) obtiveram melhor selamento em relação às obturadas com Resilon + Epiphany (Grupos 2 e 4) (p<0,05). Já, a secagem com álcool absoluto reduziu significativamente (p<0,05) a infiltração coronária nos espécimes obturados com Resilon+ Epiphany (Grupo 4).

ABSTRACT

Abstract

The goal of this *in vitro* study was to assess the coronal microleakage in endodontic treated teeth filled by different systems (Guta-percha+Endomethasone or Resilon+Epiphany) and using different protocols to dry the root canals before the obturation. Forty single-rooted human mandibular premolars were used. The length of all specimens was standardized in 14 mm. The root canals were instrumented by the Step-back technique and separated in four groups (n=10) depending on the filling system used and, the method used to dry the canals. Twenty teeth were dried conventionally with absorbent paper points and filled by the lateral condensation technique with Guta-percha+Endomethasone (Group 1) or with Resilon+Epiphany (Group 2). The remaining 20 teeth were irrigated with absolute alcohol before to the drying with absorbent paper points and filled using the same techniques (Group 3 - Guta-percha+Endomethasone and, Group 4 – Resilon+Epiphany). After the sealers' complete set, the fluid filtration method was used to evaluate quantitatively the coronal microleakage. The measurements for each specimen were carried out in triplicate. The data were statistically analyzed using the ANOVA and Tukey tests. The mean fluid filtration ($\mu\text{l}/\text{min} \pm$ standard deviation) for each group was: Group 1= 0.038 ± 0.013 ; Group 2= 0.080 ± 0.023 ; Group 3= 0.019 ± 0.007 ; Group 4= 0.058 ± 0.012 . The teeth filled with Guta-percha+Endomethasone (Groups 1 and 3) obtained better coronal sealing than those filled using Resilon+Epiphany (Groups 2 and 4) ($p < 0.05$). Regarding the dry protocols, the use of absolute alcohol reduced significantly ($p < 0.05$) the coronal microleakage in the specimens filled with Resilon+Epiphany (1 group 4).

REVISÃO DE LITERATURA

Revisão de Literatura

A obturação do canal radicular finaliza os procedimentos técnicos do tratamento endodôntico, cujo objetivo primordial constitui no selamento dos canais radiculares. A ação conjunta dos cones, cimentos endodônticos e a competente restauração dental, por vedarem a cavidade pulpar, vão dificultar a infecção ou reinfecção dentro do sistema de canais radiculares (Carrascoza, 2000).

A necessidade de um selamento coronário para o êxito do tratamento endodôntico foi confirmado por vários autores como Leonard et. al. (1996), Magura et. al. (1991), Saunders & Saunders (1993), Souza et. al. (2005) e Uçtash & Tinaz (2000) alertando a comunidade científica para a microinfiltração coronária.

Segundo Pasinato & Atta (2004), a microinfiltração é um fenômeno dinâmico que permite a passagem de fluídos orais e produtos bacterianos através da interface dente / restauração tendo-se como resultado efetivo, as patologias periapicais. A microinfiltração relacionada à Endodontia, diz respeito à movimentação de fluídos e microrganismos através da interface parede dentinária / material obturador.

Os insucessos clínicos relacionados à microinfiltração poderiam ser reduzidos se houvesse materiais restauradores que selassem eficazmente a dentina, entretanto os materiais de uso odontológico não são inteiramente eficazes a este requisito, permitindo diferentes graus de infiltração.

Dentre alguns fatores que podem influenciar na ocorrência da microinfiltração coronária, têm-se:

- a) preparo e a limpeza dos canais radiculares;
- b) a técnica usada para obturar os canais radiculares;
- c) o tipo do cimento obturador;
- d) viscosidade e solubilidade do cimento obturador;
- e) o tempo para que ocorra a percolação total da obturação dos canais.
- f) Método de secagem dos canais radiculares.

Preparo e a Limpeza dos Canais Radiculares

O preparo químico-mecânico dos canais radiculares tem por objetivo promover a limpeza e modelagem por meio do emprego de instrumentos endodônticos, de substâncias ou soluções químicas auxiliares e da irrigação-aspiração. A limpeza do sistema de canais radiculares visa à eliminação de irritantes como microorganismos, seus produtos e tecido pulpar vivo ou necrosado, criando um ambiente propício para reparação dos tecidos perirradiculares.

Para o sucesso do saneamento dos canais radiculares é necessária a associação de três fatores: ação mecânica dos instrumentos endodônticos, a ação química (solvente e antimicrobiana) das substâncias químicas auxiliares e a ação física da movimentação hidráulica de um líquido circulante – irrigação-aspiração.

A modelagem dos canais por meio da ação dos instrumentos endodônticos visa à obtenção de um canal radicular de formato cônico contínuo, com menor diâmetro apical e maior diâmetro coronário que facilitará a obturação.

Para instrumentação dos canais radiculares os instrumentos endodônticos de menor calibre e maior flexibilidade devem ser usados em todo comprimento de trabalho e os de maior calibre e menor flexibilidade empregada em ordem crescente de diâmetro e com comprimentos inferiores ao de trabalho, aumentando, progressivamente, o diâmetro dos mesmos em direção coronária.

As substâncias químicas auxiliares são empregadas no interior do canal com a finalidade de promover: a) dissolução de tecidos orgânicos vivos ou necrosados, para que eles não sirvam de substrato à proliferação microbiana; b) eliminação ou máxima redução possível de microorganismos; c) lubrificação; d) suspensão de detritos oriundos da instrumentação e; após a instrumentação, e) quelação de íons cálcio para remoção da *smear layer*.

No tratamento endodôntico, a irrigação é representada por uma corrente líquida no interior da cavidade pulpar. A aspiração é a ação de atrair, por sucção, fluidos e partículas sólidas de uma cavidade. Em associação a irrigação e a

aspiração têm como objetivos a remoção de detritos e redução do número de microorganismos.

Obturação dos Canais Radiculares

A obturação de um canal radicular o preenche com material inerte ou anti-séptico, selando hermeticamente o mesmo, não interferindo, e, de preferência, estimulando o processo de reparo apical e periapical.

Um dos objetivos de se obturar o canal radicular é manter a desinfecção conseguida após o preparo químico-mecânico e realizar o selamento apical de modo a impedir a penetração de fluidos periapicais e o aparecimento de novas lesões.

Técnicas mais modernas de obturação procuram lançar mão da maior quantidade de guta-percha e menor película de cimento, pois este representa a parte mais frágil da obturação. Ainda sim, os cimentos endodônticos representam um importante papel no controle da percolação apical, escoando para as ramificações e melhorando a adaptação da obturação nas irregularidades da interface dentina/material obturador (Kokkas et al., 2004).

Sabe-se também, que para o sucesso da terapia endodôntica é necessário uma obturação hermética tridimensional do sistema de canais radiculares (Schilder, 1974). E que uma obturação inadequada pode resultar no ingresso de microorganismos ou fluidos no mesmo e causar reações inflamatórias na região periapical (Cohen *et al.*, 1994).

Sistema Obturador

Cimentos endodônticos devem ser materiais que ocupem os túbulos dentinários, unam-se intimamente as fases orgânicas e inorgânicas da dentina, destruam ou neutralizem microorganismos e seus subprodutos, induzam a neoformação cementária e fortaleçam o sistema de canais radiculares. Nessa

perspectiva, todos os cimentos utilizados atualmente podem ser considerados inadequados. (De Deus, *et. al.*, 2002)

Os sistemas obturadores utilizados para esta pesquisa foram: Endomethasone com o cone de guta-percha e Epiphany com o cone Resilon. Discutiremos abaixo brevemente sobre as características destes sistemas.

Cone de Guta-Percha

Guta-percha: polímero de metilbutadieno ou isopreno (1,4 poliisopreno), sendo assim um isômero da borracha, porém, mais dura, mais quebradiça e menos elástica do que esta. Enquanto a borracha natural é um *cis*-poliisopreno, possuindo grupamento CH₂ do mesmo lado da ligação dupla, a guta-percha é um *trans*-poliisopreno, o qual apresenta seus grupamentos CH₂ em lados opostos da ligação dupla.

A guta-percha é o material sólido mais utilizado na obturação do sistema de canais radiculares, sendo mais encontrada comercialmente na forma de cones. Há dois tipos de cones: os padronizados que apresentam diâmetros e conicidades determinados, estes são inseridos até o comprimento de trabalho; e os auxiliares que possuem conicidades variáveis e pontas mais afiladas, e, embora sejam usados como cones acessórios durante a técnica de condensação lateral, podem ser utilizados como principais em algumas situações clínicas, como em canais curvos.

Os cones de guta-percha apresentam composição básica de guta-percha (19% a 20%), óxido de zinco (60% a 75%), radiopacificadores, como o sulfato de bário (1,5% a 17%) e outras substâncias como resinas, ceras e corantes (1% a 4%). A presença de óxido de zinco confere rigidez e atividade antibacteriana aos cones de guta-percha. O escoamento dos cones é inversamente proporcional à quantidade de óxido de zinco presente em sua composição.

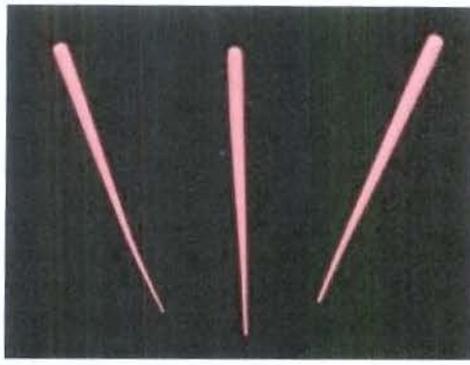


Figura 01 – Cones de Guta-percha.

Vantagens dos cones de guta-percha:

- Adaptam-se facilmente às irregularidades do canal quando utilizados em várias técnicas de obturação.
- São bem tolerados pelos tecidos perirradiculares.
- São radiopacos.
- Podem ser facilmente plastificados por meios físicos e químicos, de acordo com variações de técnica.
- Possuem estabilidade dimensional nas condições de uso.
- Não alteram a cor da coroa do dente quando usados no limite coronário adequado da obturação do canal.
- Podem ser facilmente removidos do canal radicular.

Desvantagens dos cones de guta-percha:

- Tem pequena resistência mecânica à flexocompressão (rigidez), o que dificulta o seu uso em canais curvos e atresiadados.
- Tem pouca adesividade, o que exige a complementação da obturação com cimentos endodônticos.
- Podem ser deslocados pela pressão, provocando sobre-obturação durante os processos de compactação.

Os cimentos endodônticos são utilizados para reduzir a interface entre a guta-percha e as paredes do canal. Além disso, quando do emprego da técnica da condensação lateral, o cimento atua reduzindo a interface entre os cones de guta-

percha, tornando a obturação mais homogênea. São classificados em: cimento à base de óxido de zinco e eugenol (OZE), cimentos contendo hidróxido de cálcio, cimentos resinosos, cimentos de ionômero de vidro e cimento à base de silicone.

Embora a guta-percha associada a cimentos endodônticos convencionais seja considerada o *gold standard* da obturação endodôntica, tais materiais não são previsivelmente eficazes quanto à prevenção da microinfiltração coronária. Ademais, apesar de vários trabalhos de pesquisa apontarem a guta-percha como material bem tolerado pelos tecidos (Holland *et al.* 1975), é importante salientar que o mesmo deve-se localizar no interior do canal radicular, visto que quando extravasada para os tecidos periapicais não sofre reabsorção. Nestes casos, geralmente é observado que esse material se deixa depositar por uma cápsula fibrosa ao redor do mesmo.

Endomethasone

O Endomethasone é um cimento tipo *Grossman* à base de óxido de zinco e eugenol. Este cimento foi idealizado primeiramente por Grossman em 1958, criando um cimento que não manchava as estruturas dentais e que preenchia a maioria das propriedades esperadas de um cimento obturador do canal radicular. A fórmula do cimento é a seguinte:

Pó: Óxido de zinco - 40 partes, Resina Staybelite - 30 partes,
Subcarbonato de Bismuto - 15 partes, Sulfato de Bário - 15
partes

Líquido: Eugenol - 5 partes, Óleo de Amêndoas Doces 1 - parte.

Esse cimento possui suavidade, plasticidade, adesividade e radiopacidade. A resina Staybelite confere adesividade ao cimento. O subcarbonato de bismuto dá suavidade à mistura. O sulfato de bário proporciona maior radiopacidade ao material. O óleo de amêndoas doces retarda o endurecimento, de modo que o cimento demora 20 minutos, após o início da sua inserção no interior do canal, para que ocorra o seu endurecimento inicial. O eugenol deve ser novo e transparente. Quando ele está escurecido, encontra-se oxidado, absorveu umidade do ar e tende

a acelerar o endurecimento do cimento. Quando misturado corretamente, o cimento tem aspecto cremoso, suave e sem grânulos.



Figura 02 – Frasco do cimento Endomethasone

Resilon™

O Resilon™ comercializado com denominação de *Real Seal*, foi desenvolvido para substituir a guta-percha e os cimentos tradicionais na obturação de canais. Os componentes deste sistema incluem: *Epiphany primer* e o *Epiphany sealer*.

Os cones de Resilon são à base de um polímero sintético termoplástico (poliéster) que contém vidro bioativo, oxiclreto de bismuto e sulfato de bário. O conteúdo de *fillers* é de aproximadamente 65% por peso.

Epiphany primer™

É um *primer* autocondicionador, que contém ácido sulfônico, HEMA, água e um iniciador de polimerização.

Epiphany sealer

Ele é um cimento compósito à base de resina com polimerização dual. A matriz da resina compreende de BisGMA etoxilado, UDMA, e metacrilatos

disfuncionais hidrofílicos. Contém como “fillers” hidróxido de cálcio, sulfato de bário e sílica. O conteúdo total de *fillers* é de aproximadamente 70% por peso.



Figura 03 – Cones de Resilon e o kit do cimento Epiphany

A aplicação do conceito de procedimentos adesivos à dentina no tratamento endodôntico foi previamente investigado, tendo sido demonstrado que materiais resinosos adesivos têm o potencial de reduzir os níveis de microinfiltração apical e coronária com canais radiculares. A remoção da *smear layer* com EDTA faz-se necessária antes do emprego de materiais obturadores à base de resina. Quando a *smear layer* é removida, há um decréscimo da infiltração coronária e forças maiores de adesão são obtidas.

A interferência da *smear layer* no sucesso da terapia endodôntica não está completamente esclarecida. Em estudo sobre penetração intratubular de cimentos endodônticos, De Deus *et al.* (2002) concluíram que a lama dentinária influenciou negativamente na capacidade de penetração intradentinária dos cimentos.

Microinfiltração

Em obturações de canais radiculares a infiltração marginal tem sido definida como a passagem de bactérias, fluidos e substâncias químicas entre o dente e o material obturador do canal radicular. O resultado dessa infiltração é a presença de um espaço preenchido por fluido na interface do material obturador e a parede do canal radicular. Esse espaço pode ser decorrente da deficiência de adaptação dos

materiais obturadores às paredes dos canais radiculares ou à contração durante o período de endurecimento dos cimentos.

Observando um conceito de tridimensionalidade, devemos também ressaltar, a importância do selamento coronário para manutenção do sucesso do tratamento endodôntico (Ray & Trope, 1995). Alguns autores tais como Madison & Swanson (1987), têm citado a infiltração coronária como outra grande causa dos insucessos endodônticos. Falhas no vedamento coronário permitem a contaminação por fluidos, material orgânico e microorganismos provenientes da cavidade bucal.

Derkson et al., em 1986 descreveram um sistema utilizado para avaliar, *in vitro*, a eficiência do selamento de materiais restauradores, por meio da quantificação da permeabilidade dentinária. Esta permeabilidade era expressa pela mensuração da quantidade de fluido que penetrava na área estudada por unidade de tempo. Esse método, que foi introduzido e desenvolvido pelo grupo de pesquisadores do Professor Pashley, tem sido extensivamente utilizado por 20 anos, como proposta de pesquisa para entender a fisiologia da dentina. Em 1993, Wu et al., adaptaram essa metodologia para utilização em pesquisas endodônticas.

Um método aceito universalmente para avaliação da infiltração não existe (Wu et al., 1994). Várias metodologias podem ser utilizadas, dentre elas a infiltração linear de corantes a utilização da transparência dentária (diafanização), a utilização de radioisótopos, o método eletroquímico, a penetração bacteriana, a utilização de espectrofotometria, e o método que utiliza a glicose para quantificar a infiltração.

Essa falta de standardização e a incomparabilidade dessas pesquisas conduziram Wu et al.(1994) a questionar a relevância dos estudos de infiltração e a recomendar a utilização de um modelo de filtração de fluido, com objetivo de aumentar a confiabilidade dos resultados. Assim, achamos oportuno analisar, por meio do método de transporte de fluido, a capacidade de selamento proporcionada por cimentos endodônticos resinosos de uso já consagrado, bem como, de novos cimentos.

Segundo Wu & Wesselink (1995), a técnica de filtração de fluido é uma das melhores técnicas para mensuração da quantidade de microinfiltração.

Derkson et al. (1986) descreveram uma metodologia para medição de infiltração, modificando uma anteriormente existente, substituindo o ar comprimido que era usado, por líquido pressurizado para a detecção de microinfiltração ao redor dos materiais restauradores. Portanto, manteve as vantagens da quantificação e não destruição dos espécimes usando líquido ao invés de ar. Esse sistema de medição permitiu a medição seqüencial quantitativa da permeabilidade dentinária e microinfiltração.

Os testes de infiltração são normalmente, baseados na verificação da penetração de marcador ao longo da obturação. Esses testes não são facilmente reproduzíveis e nem adequados para serem padronizados. A seleção de propriedades necessárias para a capacidade seladora e o teste das mesmas separadamente poderia ser uma maneira de encontrar uma variedade de testes que poderiam, individualmente, ser adequados para um programa de testes padronizados, os quais, em conjunto, dariam informações sobre a capacidade seladora dos materiais testados.

Se um cimento é impermeável, insolúvel aos fluídos tissulares, tem estabilidade dimensional e se adere à dentina e guta-percha, conceitualmente tal cimento em a capacidade de selar o canal, se usado em combinação com uma técnica de obturação adequada. O teste de infiltração em endodontia poderia, então, ser substituído por testes de impermeabilidade, solubilidade, alterações dimensionais e adesão à dentina e gutapercha.

Método de secagem dos canais radiculares

O sucesso na terapia endodôntica exige uma obturação hermética tridimensional do sistema de canais radiculares e do selamento apical. Sabe-se que a inadequada obturação poderia resultar no ingresso de microorganismos ou fluidos no interior dos canais e a indução de uma reação inflamatória periapical.

A infiltração apical é considerada uma justificativa comum para o insucesso clínico da terapia endodôntica. Do mesmo modo, a infiltração coronária é também citada como um motivo importante para o insucesso. Paralela à preocupação científica com o perfeito selamento endodôntico e com o objetivo de resguardá-lo frente a possíveis reinfecções, a atenção no presente momento direciona-se, também, ao selamento coronário, como quesito adicional e relevante ao sucesso pleno do tratamento executado. Vários estudos verificaram a efetividade do selamento coronário, buscando explorar os diferentes fatores que pudessem influenciar no sucesso da obturação endodôntica (Ray & Trope, 1995; Saunders, Saunders, 1993; e Torabinejad et al., 1990)

Em 1984, White et al. concluiu que a penetração dos cimentos obturadores nos túbulos dentinários poderiam reduzir a microinfiltração. Doze anos mais tarde, Sen et. al. (1996), encontraram uma relação entre a redução da microinfiltração tubular com o aumento da penetração do cimento.

Os líquidos e a umidade dentro dos sistemas de canais radiculares podem afetar negativamente a capacidade de selamento do material obturador. Em alguns casos, as técnicas atuais não têm a capacidade de secar o canal radicular completamente antes obturação, isso ocorre devido a circulação de fluidos do forame apical após a secagem, ou pela incapacidade de secagem da extensão apical do canal radicular com pontas de papel.

Os resultados do estudo de Zmener *et. al.* (2008), demonstraram que a condição de umidade nos canais radiculares no momento da obturação e o tipo de cimento que está sendo utilizado têm um efeito significativo sobre a microinfiltração.

Segundo Roggendorf *et. al.* (2007), a umidade pode inibir, prorrogar, ou acelerar o processo de presa dos cimentos obturadores, o que pode levar a ocorrência de uma maior microinfiltração.

Em 1993, um estudo de penetração por corantes, realizado por Kuhre Kessler demonstrou que a contaminação por umidade no interior dos canais radiculares não afetariam significativamente a quantidade de infiltração pelo corante no canal.

Porém em 1995, Wilcox e Wiemman observou que uma irrigação final com álcool tendia a permitir um melhor selamento dos canais do que quando comparado a secar os mesmos com unicamente com pontas papel.

Stevens et. al., em 2006, também demonstraram em seu estudo que os materiais seladores ficaram melhores aderidos à superfície dentinária, e com uma uniformidade superior nas amostras que receberam uma irrigação final com álcool 95% em comparação com a superfície porosa no grupo que não recebeu este.

Peters *et.al.* (1986), demonstraram que a presença de umidade no interior dos canais radiculares durante a obturação com cimentos tipo Grossman (cimentos à base de óxido de zinco e eugenol) afeta sua capacidade seladora, principalmente quando esta umidade é alta. Porém a ausência desta, com uma irrigação final com álcool, resultou em menos microinfiltração. O mesmo foi demonstrado por Kuhre e Kessler em 1993 e por Hosoyda *et. al.* em 2000, reforçando que um bom selamento com o cimento tipo Grossman era obtido quando a obturação era realizada em canais secos.

PROPOSIÇÃO

Proposição

Avaliar, quantitativamente *in vitro*, a infiltração via coronária permitida por obturações realizadas com diferentes sistemas de obturação endodôntica (Guta-percha + Endomethasone e Resilon + Epiphany), utilizando diferentes protocolos de secagem pré-obturação.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA
BIBLIOTECA

MATERIAIS E MÉTODOS

Materiais e Métodos

1) Materiais Utilizados

- Cimento Endomethasone® - Proporcionado segundo a indicação do fabricante.
- Resilon Epiphany sealer™ - Proporcionado segundo a indicação do fabricante.
- Limas tipo K 1° e 2° série (Maillefer, Baillanges, Suíça).
- Brocas de Gates-Glidden n° 2 a 5;
- Clorexidina Gel 2% ;
- EDTA 17%;
- Disco diamantado dupla face;
- Esmalte para unhas vermelho;
- Cones de papel absorvente;
- Cones principais de guta-percha;
- Câmara de Pressão;
- Sistema Capilar de Polietileno;
- Capilar de vidro;
- Micro-Seringa com êmbolo de pressão;
- Agulha descartável 20 X 40 gauge 18 (BD Indústrias Cirúrgicas Ltda., Curitiba, Brasil);
- Adesivo instantâneo Super Bonder Gel;
- Adesivo Epóxi Araldite;
- Placas de acrílico transparente (2,0cm X 2,0cm X 3 mm);

Métodos

O presente estudo *in vitro* teve como objetivo analisar a infiltração coronária, através da filtração de fluidos, de dentes obturados endodonticamente utilizando-se diferentes sistemas de obturação (Guta-percha + Endomethasone ou Resilon+ Epiphany) e diferentes protocolos de secagem dos canais radiculares antes do selamento, utilizando 40 dentes humanos, pré-molares inferiores, unirradiculares.

Os dentes foram armazenados imersos em um frasco contendo timol a 0,2%. Os tecidos moles e cálculos aderidos à raiz foram eliminados com auxílio de curetas periodontais.

As coroas dentais foram removidas utilizando-se um disco diamantado dupla face em baixa rotação, padronizando o comprimento das raízes em 14mm. O canal radicular foi localizado por meio de uma lima K n°10 e, então, determinou-se o comprimento real da raiz.

Após o preparo dos elementos, foi-se efetuado o preparo químico-mecânico através da instrumentação manual pela técnica *Step-back*. A padronização do forame foi realizada dilatando-se o canal até a lima tipo K n°35.

Durante as manobras de instrumentação, foi efetuada a conformação radicular com as brocas Gates Glidden de #5 a #2, em ordem decrescente, com constante irrigação utilizando Clorexidina gel 2% e soro fisiológico, cerca de 2 ml a cada troca de instrumento e ao final EDTA 17% por 3 minutos e em seguida uma irrigação final com solução fisiológica.

Após a instrumentação dos canais radiculares as amostras foram divididas em quatro grupos de dez elementos.

No Grupo 1, os elementos foram instrumentados normalmente pela técnica *Step-back*, porém antes da obturação, fez-se uma irrigação com álcool absoluto e, em seguida, a secagem com cones de papel absorvente calibrados e assim, obturados com a técnica de condensação lateral utilizando-se Guta-percha e Endomethasone.

No Grupo 2, depois de preparados, foram irrigados com álcool absoluto, secados com cones de papel absorvente calibrados obturados pela técnica de condensação lateral utilizando-se o Resilon e Epiphany como material obturador.

O Grupo 3, os elementos foram, após a instrumentação e irrigação, secos com cones de papel absorvente calibrados e obturados utilizando-se Guta-percha o cimento Endomethasone pela mesma técnica de obturação dos grupos citados acima.

No Grupo 4, após a instrumentação, irrigação e secagem cones de papel absorvente calibrados, as amostras foram obturadas pela técnica de condensação lateral, utilizando-se Resilon e Epiphany como material obturador.

Segue abaixo uma tabela da relação dos grupos presentes na pesquisa de acordo com o cimento obturador e método de secagem:

Grupo	Cimento Obturador	Número de amostras
01	Endomethasone® + Álcool absoluto	10
02	Epiphany®+ Álcool absoluto	10
03	Endomethasone®	10
04	Epiphany®	10

Tabela 1 – Divisão das amostras por grupo de acordo com o cimento obturador

Para cada material obturador foi realizado um controle positivo, onde a amostra era obturada unicamente com o cone de guta-percha calibrado, e um controle negativo, onde a amostra tinha sua abertura coronária fechado com uma camada de adesivo Epóxi Araldite.

Sistema de Medição da Filtração de fluido

O dispositivo utilizado para a realização das medições de filtração ou transporte de fluido consiste de um aparato complexo, formado por várias partes que se interligam formando um único sistema (Figura.1).

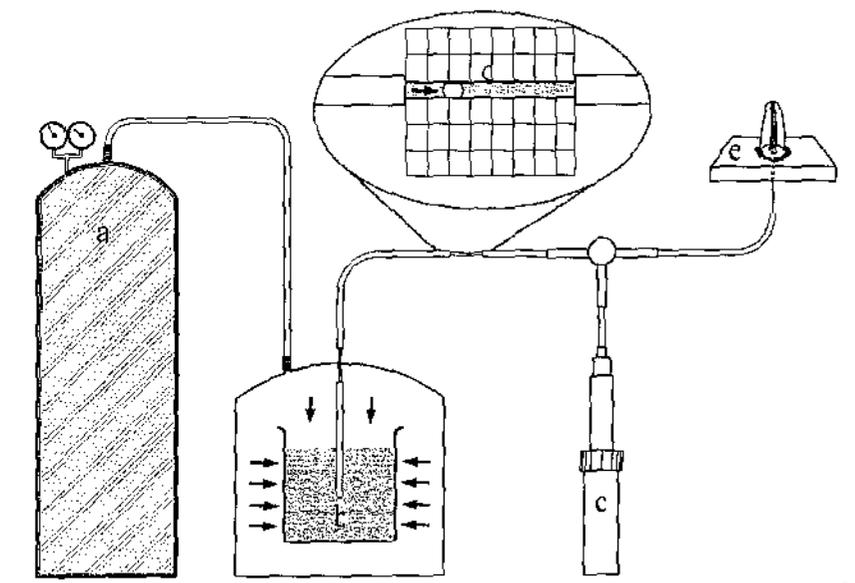


Figura 04 – Esquema do sistema para medição do transporte de fluido, com seus componentes: (a) cilindro de oxigênio, (b) câmara de pressão, (c) micro-seringa, (d) capilar de vidro com bolha de ar e (e) dispositivo para adaptação dos espécimes.

O oxigênio utilizado para pressurização do sistema é acondicionado em um cilindro de metal, que possui uma válvula para liberação do oxigênio e dois manômetros: um para monitorar a pressão interna do cilindro e outro para determinar a pressão de trabalho, utilizada para forçar o líquido através de todo o circuito. O sistema começa a funcionar quando a válvula é aberta e libera o oxigênio do cilindro. A partir daí, o manômetro é regulado para determinar a pressão de trabalho em 10 psi ou 703,1 cm/H₂O, ou 68,94 Kpa ou ainda 0,68 atm.

Sistema Capilar de Polietileno e Componentes para Leitura

O sistema de capilares funciona como elo entre a câmara de pressão e o aparato para adaptação dos espécimes, sendo que neste percurso, encontram-se os componentes responsáveis pela leitura da infiltração por transporte de fluido: o capilar de vidro (micropipeta), que possui 60 mm de comprimento e capacidade de 25µl, este ficava sobre uma folha de papel milimetrado onde eram realizadas marcações conforme a velocidade de transporte do fluido nas obturações dos canais radiculares e após os ensaios essas marcações eram medidas com auxílio de um paquímetro.

O movimento da água destilada era monitorado pelo deslocamento de uma bolha de ar, produzido pela micro-seringa, sobre um papel milimetrado. A micro-seringa, acoplada a uma extensão do tubo capilar de polietileno situada entre o capilar de vidro e a câmara de filtração, é composta por um reservatório com água destilada e um cursor. Tem as funções de formar a bolha de ar e posicioná-la adequadamente no capilar, ajustando-a na escala (papel) milimetrada, injetando ou retirando a quantidade apropriada de água.

O deslocamento linear da bolha de ar representava o deslocamento volumétrico de líquido por minuto (µl/min), através da obturação do canal radicular. As medições para cada espécime foram realizadas em triplicata, com duração de dois minutos e intervalos de 1 minuto para cada marcação, então, as médias para cada espécime foram calculadas.

Câmara de Pressão

A câmara de pressão é ligada ao cilindro por meio de um tubo de polietileno para receber o oxigênio pressurizado. Possui em seu interior um reservatório para armazenar a água destilada. Do interior do reservatório projeta-se um capilar de polietileno que, através de um dispositivo de acoplamento, comunica-se com o sistema capilar externo, destinado a conduzir a água destilada sob a pressão do oxigênio. O volume de água destilada era repostado periodicamente durante o procedimento de filtração. Na parte superior da câmara de pressão, existe uma válvula de segurança que permite a descompressão quando necessária. A câmara de pressão, sendo hermeticamente fechada, possibilitava uma pressão constante de 10 psi através de todo o sistema capilar abastecido com água destilada.

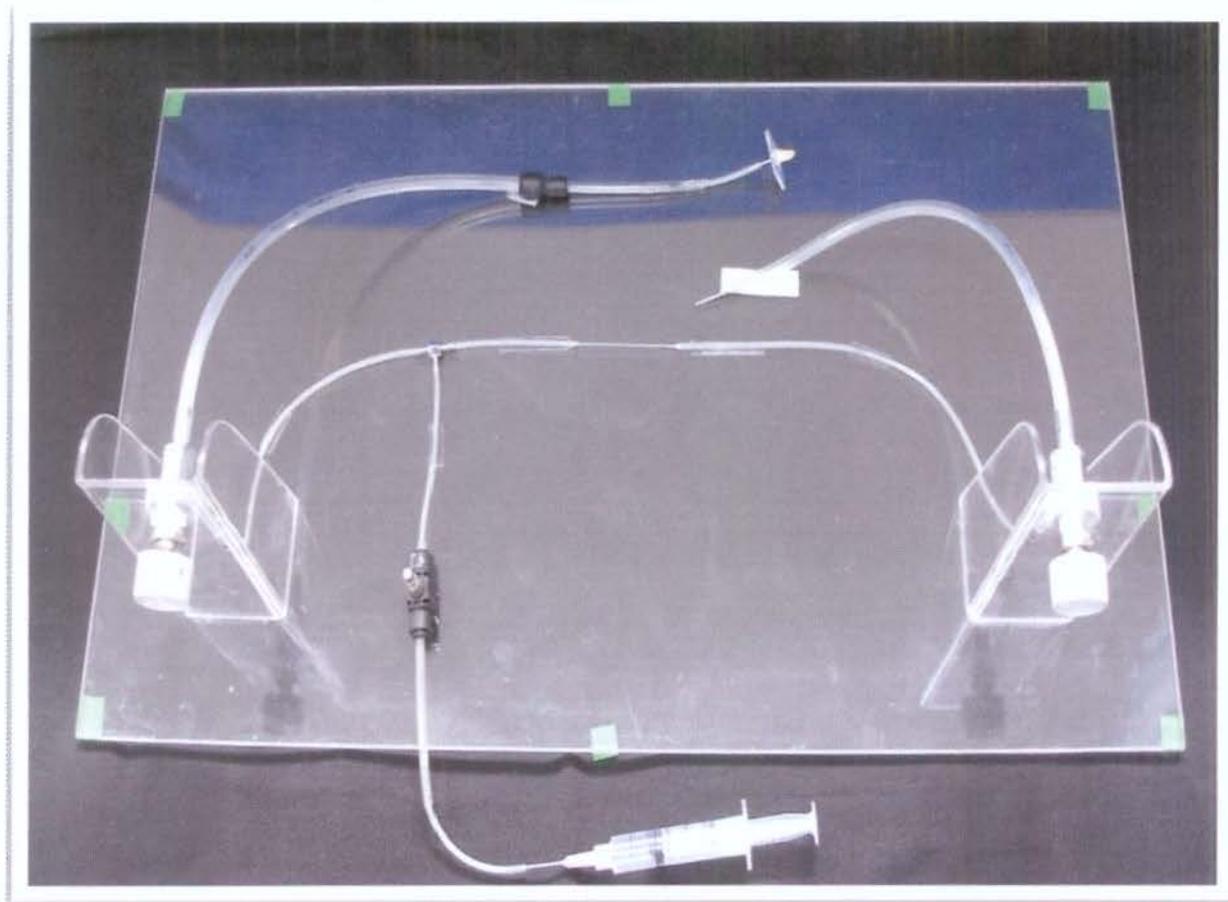


Figura 05 – Aparato utilizado para os ensaios de microinfiltração de fluidos.

Adaptação dos espécimes

O dispositivo utilizado para adaptação dos espécimes representa a porção final do sistema de medição e fica conectado à câmara de pressão por meio dos capilares de polietileno. É formado por uma plataforma de acrílico transparente de dimensões de 2 cm X 2 cm X 3 mm, na qual foi confeccionado um orifício central de diâmetro compatível com o de uma agulha Gauge 18 de aço inoxidável. Após a remoção do bisel, esta agulha foi justaposta ao orifício e fixada com cola adesiva Super Bonder Gel.

A porção coronária dos segmentos radiculares, centralizados com a abertura do tubo de aço inoxidável, foi fixada nas plataformas de acrílico com auxílio de uma camada da cola tipo Epóxi (Araldite), observando-se para que esta não penetrasse na região cervical da obturação, ou na luz do tubo de aço inoxidável, obstruindo uma possível leitura do espécime. Para garantir um melhor vedamento e melhor adaptação do espécime, este foi primeiramente aderido a placa de acrílico com uma fina camada de cera na porção coronária, evitando assim, que o Araldite penetrasse na região da obturação.

Externamente os espécimes recebiam duas camadas de esmalte em toda sua extensão para que houvesse uma melhor vedação, a fim de evitar qualquer comunicação de líquidos do sistema com o meio externo. Caso houvesse essa comunicação, haveria uma falsa leitura da filtração de fluido.

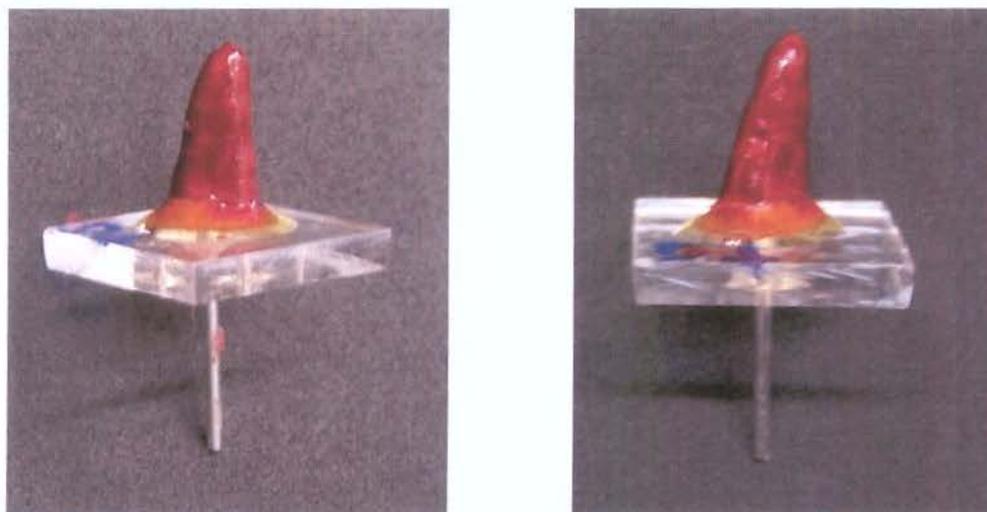


Figura 06 – Espécimes finalizados, prontos para o ensaio.

Durante a realização do experimento, os espécimes foram mantidos em meio úmido, em um recipiente fechado com espuma e água destilada. para prevenir a evaporação da água através da dentina radicular e a conseqüente absorção de água causada pelo ressecamento da dentina.

A pressão constante de 10 psi forçou a água destilada a penetrar nas falhas da obturação dos canais radiculares, no sentido coroa-ápice, promovendo a leitura do índice de filtração de fluido.

Cálculo do índice de filtração de fluido

O deslocamento da bolha de ar foi diretamente proporcional à quantidade de filtração de fluido e foi medida em milímetros. Com as medições da distância percorrida pela bolha e do tempo gasto para tal, foram feitos os cálculos da filtração de fluido. Como o capilar utilizado para medir o índice de filtração (Q) tem o diâmetro constante, dividindo o volume do capilar (25µl) pelo seu comprimento (65 mm), obtém-se uma proporcionalidade constante, que relacionada com a distância percorrida pela bolha (x mm) e o tempo gasto para tal (y minutos), converte o deslocamento linear em volume deslocado. O índice de filtração de fluido na obturação é expresso em µl/min.

Isto é,

$$Q = \frac{25\mu\text{l} \cdot (x)\text{mm}}{65\text{mm} \cdot (y)\text{min}}$$

RESULTADOS

Resultados

Os valores globais (média e desvio padrão) do índice de filtração de fluido, expressos em $\mu\text{l}/\text{min}$, segundo os diferentes cimentos e os diferentes métodos de secagem, encontram-se descritos na Tabela 2, nesta consta-se também a análise utilizando-se o teste de normalidade - Shapiro-Wilk ou teste W.

	Endomethasone	Epiphany	End+Álcool	Epiphany+Álcool
Tamanho da amostra	10	10	10	10
Média $\mu\text{l}/\text{min}$	0.0384	0.08	0.0189	0.0576
Desvio padrão	0.0134	0.0226	0.0068	0.0124
p	0.5996	0.3837	0.353	0.8596

Tabela 2 – Estatísticas descritivas da variável filtração de fluido, em $\mu\text{l}/\text{min}$, segundo os diferentes cimentos e métodos de secagem.

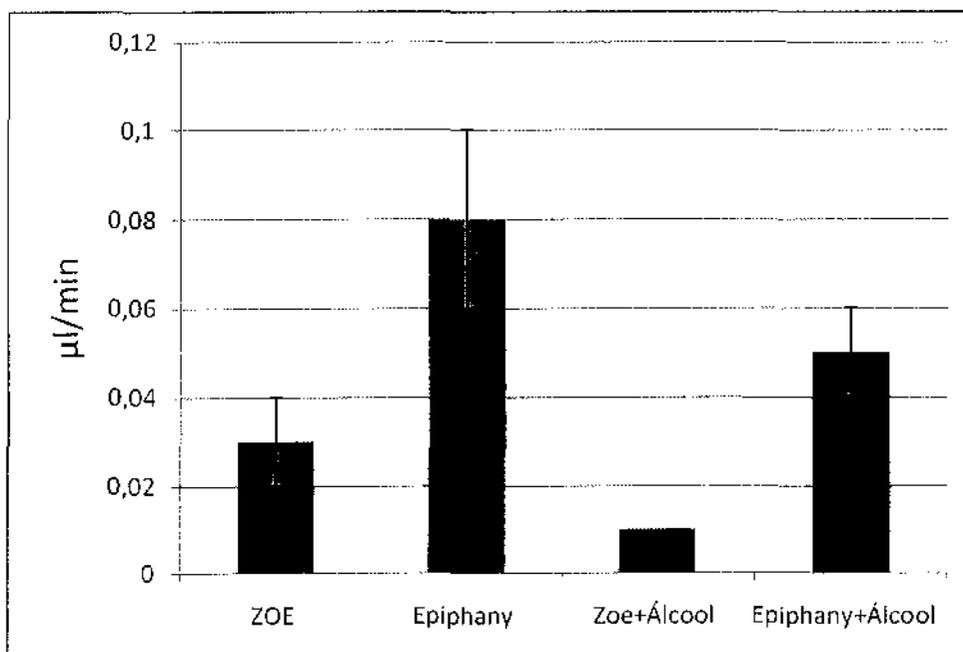


Figura 07 - Média de microinfiltração nos grupos.

Avaliando a interação gráfica entre os grupos sem a irrigação final com álcool absoluto, observa-se que o cimento à base de óxido de zinco e eugenol (Endomethasone) produziu a menor média de microinfiltração de fluido, apresentando uma média de 0.0384 contra 0.08 do Epiphany. Em relação aos grupos que obtiveram esta irrigação final, observa-se que o Endomethasone também obteve um melhor resultado se comparado ao Epiphany, com a redução da microinfiltração (0.0189 para o Endomethasone e 0.0576 para o Epiphany). Em relação a todos os cimentos e protocolos de secagem, o Endomethasone com o irrigação final com álcool foi superior aos outros em relação ao selamento e portanto, obteve menor média de microinfiltração.

Visando comparar se existia diferença estatística significativa entre os valores médios de filtração segundo diferentes cimentos e métodos de secagem, utilizou-se a análise de variância. Para aplicação de ANOVA. Para comparações múltiplas entre os grupos utilizou-se o teste de Tukey HSD.

A análise da variância pelo teste de ANOVA -1 critério, e com resultado de $p=0.0000020$, pudemos concluir a presença de diferença estatística entre os grupos. Então aplicamos o teste de Tukey HDS para comparação entre os grupos. Segue abaixo, na Tabela 3 a relação entre eles e o valor de Q, que representa o valor da microinfiltração em $\mu\text{l}/\text{min}$.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA
BIBLIOTECA

Grupos Comparados	Diferença	Q	(p)	Resultado
End. a Epiphany	0.0416	8.5093	< 0.01	End. infiltrou menos que Epiphany
End. a End.+Álcool	0.0195	3.6277	ns	End. com ou sem álcool não apresentou diferença
End. a Epiphany +Álcool	0.0192	3.9274	< 0.05	End. infiltrou menos que Epiphany+álcool
Epiphany a End.+Álcool	0.0611	11.3498	< 0.01	End.+álcool infiltrou menos que Epiphany
Epiphany a Epiphany+Álcool	0.0224	4.5819	< 0.05	Epiphany+álcool infiltrou menos que Epiphany
End.+Álcool a Epiphany+Álcool	0.0387	7.1917	< 0.01	End.+álcool infiltrou menos que Epiphany+álcool

Tabela 3 – Teste Tukey HDS.

Com relação aos diferentes métodos de secagem, o teste de Tukey HSD não acusou diferença estatisticamente significativa para os grupos obturados com Endomethasone, contudo, os grupos obturados com Epiphany apresentaram uma redução estatisticamente significativa para os grupos que tiveram a toillet final com álcool absoluto.

Comparando-se os grupos com relação aos diferentes tipos de sistema obturador, observamos que houve menos infiltração entre os grupos obturados com cimentos tipo Grossman (Endomethasone) do que nos grupos com cimento resinoso (Epiphany), demonstrado pela diferença estatisticamente significativa.

DISCUSSÃO

Discussão

A variedade de cimentos disponíveis no mercado para a obturação dos canais radiculares é muito grande, mas a procura pelo material ideal sempre foi e continua sendo muito intensa. O mesmo deve apresentar boas propriedades físico-químicas sem deixar de lado a importância das propriedades biológicas. A cada propriedade melhorada de um material parece surgir uma nova propriedade ou dúvidas a respeito de uma já existente. Essa procura interminável é que motiva e mantém vivo o espírito pesquisador.

Avanços na tecnologia adesiva alimentam o desejo de reduzir a infiltração apical e coronária por meio da união do material obturador às paredes dos canais radiculares (Tay *et. al.*, 2005). Recentemente, um cimento resinoso de metacrilato foi desenvolvido, juntamente com um *primer* autocondicionador, para cumprir este objetivo (Epiphany). O cimento Epiphany é utilizado com o cone Resilon e juntos, formam um monobloco que se adere às paredes da dentina (Shipper *et al.*, 2004), talvez assim, diminuindo a infiltração.

A preocupação em testar a capacidade seladora de materiais obturadores, fez com que muitas metodologias fossem desenvolvidas. Entretanto, segundo Wu; Wesselink, (1995), um método aceito universalmente para avaliação da infiltração não existe.

Os elevados números de variáveis relatados nos resultados de estudos semi-quantitativos, como os de penetração de corantes e bactérias, conduziram alguns autores como Wu *et al.* (1993), Wu, De Gee & Wesselink (1994), Economides *et al.* (2004), Kont Çobankara *et al.* (2002), Pommel *et al.* (2003), Camps e Pashley (2003), a utilizarem metodologias quantitativas na e da infiltração em obturações de canais radiculares.

Conforme afirmação de Wu e Wesselink (1995), seria mais relevante conhecer o volume de fluido que penetra através de uma obturação de canal radicular, que medir o comprimento de um espaço em um canal obturado.

Como o objetivo deste trabalho foi estudar o comportamento de diferentes cimentos e diferentes protocolos de secagem, optamos pela avaliação da microinfiltração sob apenas um método, sendo utilizado o método de filtração ou transporte de fluido, visto que atualmente, este método, além de preservar os espécimes e ser altamente reproduzível, tem tido maior aceitação perante a comunidade científica. A metodologia empregada no presente trabalho foi baseada nos estudos realizados por Anderson; Powell; Pashley (1990); Bobotis et al. (1989); Kont Çobankara et al.; Adanir; Belli (2004); e Silva Neto (2005).

Esta pesquisa procurou avaliar por meio do método de filtração de fluido, proposto pelo Professor Pashley, a infiltração coronária em obturações de canais radiculares realizadas com diferentes cimentos endodônticos resinosos. Este método provou ser não somente mais sensível que a penetração de corantes, mas também, altamente reproduzível.

Conforme escreveram Wu; Wesselink (1995), o cimento é o ponto fraco da obturação dos canais radiculares e sua quantidade deve ser diminuída. Por este motivo, várias técnicas de condensação da guta-percha têm sido desenvolvidas com a intenção de deixar somente uma fina camada de cimento. Wu *et al.* (1993), afirmaram que durante o endurecimento do cimento, o estresse de polimerização pode conduzir à formação de espaços no interior do cimento (falha coesiva), entre o cimento e a dentina ou entre o cimento e a guta-percha (falha adesiva). De acordo com a lei de Poiseuille, o movimento do fluido ao longo dos materiais obturadores deve ocorrer como prova da existência desses espaços.

Estudos têm avaliado o potencial adesivo para materiais obturadores do canal radicular. Segundo os resultados, todos os agentes adesivos e resinas que foram investigados como obturadores endodônticos tiveram problemas relacionados às propriedades e radiopacidade quando utilizados para fins endodôntico.

Segundo Tay *et al.* (2005), o fator de configuração cavitária (Fator C) e a tensão de contração (Fator S) nos canais radiculares, são outros obstáculos para se ter um selamento livre de "gaps" com os sistemas adesivos. A força de contração durante a polimerização pode exercer as forças das ligações do cimento/dentina,

permitindo a desunião deste sistema para alívio da tensão, o que aumenta a microinfiltração.

Em 2006, Versiani *et. al.*, afirmaram que o cimento resinoso Epiphany apresenta maior solubilidade (3,41%) e alteração dimensional (expansão 8.1%) do que os valores considerados aceitáveis pela ADA.

Williamson *et. al.* (2005), afirma que a solubilidade e a estabilidade dimensional são propriedades físico-químicas essenciais para um material obturador. Alta solubilidade de cimentos obturadores pode resultar em perda da estrutura e na criação de espaços, alterando a integridade da obturação. A contração é uma mudança dimensional, apresentada por cimentos endodônticos, que pode levar a formação de "gaps" ao longo da interface cimento/dentina ou cimento/guta-percha. Estes espaços podem ser considerados caminhos para os microrganismos e suas toxinas para os tecidos periapicais, danificando-os, e levando ao insucesso endodôntico.

Segundo Schäfer & Zandbiglari, 2003, a alteração dimensional dos cimentos tipo Grossman podem ser relacionados com sua solubilidade, porém este tipo de cimento tem baixa contração e, portanto, estabilidade dimensional. Já para os cimentos resinosos, a alta expansão pode ser explicada devida sua absorção de água pela resina epóxi, o que é seguido por uma contração do cimento após a polimerização, portanto este tipo de cimento tem alta instabilidade dimensional, o que facilitaria a formação de falhas ao longo da obturação aumentando assim, a microinfiltração.

Os resultados encontrados no estudo para o cimento Endomethasone (Grupo 01 e 03) podem então, serem atribuídos, em parte, ao fato do material não apresentar alteração dimensional, tipo contração;

Já para o Grupo 3, os valores encontrados, que demonstraram menor microinfiltração neste grupo, apesar se não serem estatisticamente significantes quando comparados ao Grupo 1, provavelmente deve-se a alta solubilidade dos cimentos à base de óxido de zinco e eugenol.

Peters *et al.*, em 1986, afirmam que os cimentos endodônticos à base de óxido de zinco e eugenol demonstram uma significativa queda em suas propriedades físicas quando contaminados com umidade, devido sua alta solubilidade, principalmente nos estágios iniciais das reações de presa.

Os grupos obturados com o cimento resinoso, Epiphany, quando comparados, vemos uma significativa redução da microinfiltração no Grupo 2, que obteve a irrigação final com álcool absoluto. Este resultado pode ser atribuído as propriedades de hidrofobicidade deste tipo de cimento obturador. A presença de umidade inibe algumas reações durante o processo de polimerização e degrada alguns dos componentes resinosos.

Quando comparamos a quantidade de microinfiltração entre os tipos de cimentos estudados, observamos a nítida presença de maior microinfiltração nos grupos obturados com o sistema Resilon+Epiphany, o que é explicado devido sua instabilidade dimensional e as forças criadas durante a polimerização geradas a partir do fator de configuração cavitária (Fator C) e a tensão de contração (Fator S).

Segundo Fielzer *et al.*, 1987, a tensão gerada durante a polimerização de um compósito dependerá do fator de configuração cavitária (Fator C), onde se preconiza que para o sucesso da adesão C deverá ser menor ou igual a um, porém para porção radicular este fator varia de 20 a 100 dependendo do diâmetro e comprimento do canal radicular.

Este fator de configuração cavitária é um dos maiores responsáveis pela deficiência das obturações realizadas com cimentos resinosos, levando assim a um maior número de falhas e maior quantidade de microinfiltração.

CONCLUSÕES

Conclusões

Considerando as condições experimentais e de acordo com a metodologia utilizada e os resultados observados, podemos concluir que:

- ❖ Amostras obturadas com Guta-percha+Endomethasone obtiveram melhor selamento em relação às obturadas com Resilon+Epiphany
- ❖ A irrigação com álcool absoluto, como método de secagem, melhorou o selamento dos dentes obturados com Epiphany+ Resilon.
- ❖ Apesar da diferença numérica, a irrigação com álcool melhorou significativamente o selamento coronário para os elementos obturados com Guta-percha + Endomethasone.

Tendo em vista a importância de um cimento que faça a união entre os cones obturadores e as paredes dentinárias é que novos materiais são idealizados, no afã de se conseguir um material que cumpra senão todos os requisitos de um material obturador, pelo menos a maior parte deles.

REFERÊNCIAS

Referências

01. Ahlberg KMF, Tay WM. A methacrylate-based cement used as a root canal sealer. **Int Endod J** 31:15–21; 1998.
02. Anderson, R.W.; Powell, B.J.; Pashley D.H. Microleakage of IRM used to restore endodontic access preparations. **Endod. dent. Traumat.** v.6, n.4, p.137-41, Aug. 1990.
03. Bobotis, H.G. et al. A microleakage study of temporary restorative materials used in endodontics. **J. Endod.**, v.15, n.12, p.569-72, Dec.1989.
04. Camps, J.; Pashley, D. H. Reliability of the dye penetration studies. **J. Endod.** v.29, n.9, p.592-4, Sept. 2003.
05. Carrascoza, A. Efeito antimicrobiano de alguns cimentos endodônticos. 2000 78 f. Tese (Doutorado em Odontologia) - Faculdade de Odontologia , Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.
06. Cohen S, Burns R. Pathways of the pulp, 6th ed. **St. Louis: C. V. Mosby Co.**, 219–20; 1994.
07. De Deus, G. et. al. Penetração intratubular de cimentos endodônticos. **Pesqui. Odontol. Bras.**, São Paulo, v. 16, n. 4, p. 332-336, Dez. 2002.
08. Derkson, G.D.; Pashley. D.H.; Derkson, M.E. Microleakage measurements of selected restorative materials: A new in vitro method. **J. prosth. Dent.**, v.56, n.4, p.435-40, Oct. 1986.
09. Economides, N. et al. Comparative study of apical sealing ability of a new resin-based root canal sealer. **J. Endod.**, v.30, n.6, p.403-5, Jun. 2004.
10. Economides, N. et al. Long-term evaluation of the influence of *smear layer* removal on the sealing ability of different sealers. **J. Endod.**, v.25, n.2, p.123-5, Feb. 1999.
11. Fielzer et. al. Setting stress in composite resin in relation to configuration of the restoration. **J Dent Res** 66(11):1636-1639, Nov. 1987.
12. Grossman, L. I. An improved root canal cement. **J. Amer. Dent. Assoc.**, v. 56, n. 3, p. 381-5, Mar, 1958.
13. HOLLAND, R. et al. Infiltração marginal dos cimentos endodônticos. **RGO**, v.39, n.6, p.413-6, Nov./Dez. 1991.
14. Horning TG, Kessler JR. A comparison of three different root canal sealers when used to obturate a moisture-contaminated root canal system. **J. Endod**,

21:354–7; 1995.

15. Hosoya N, Nomura M, Yoshikubo A, Arai T, Nakamura J, Cox CF. Effect of canal drying methods on the apical seal. **J. Endod** 26:292–4; 2000.
16. Kokkas AB, Boutsoukis A, Vassiliadis L, et al. The influence of *smear layer* on dentinal tubule penetration depth by three different root canal sealers: an in vitro study. **J. Endod** 30:100–2; 2004.
17. Kont Çobankara, F. et al. A quantitative evaluation of apical leakage of four root-canal sealers. **Int. Endod. J.**, v.35, n.12, p.979-84, Dec. 2002.
18. Kont Çobankara, F.; Adanir, N.; Belli, S. Evaluation of the influence of *smear layer* on the apical and coronal sealing ability of two sealers. **J. Endod.**, v.30, n.6, p.406-9, Jun. 2004.
19. Kuhre AN, Kessler JR. Effect of moisture on the apical seal of laterally condensed gutta percha. **J Endod** 19:277–80; 1993.
20. Leonard JE, Gukman JL, Guo iY. Apical and coronal seal of roots obturated with a dentin bonding agent and resin. **Int Endod J.** 29:76-83; 1996.
21. Madison, S.; Swanson, K.; Chiles, S.A. An evaluation of coronal microleakage in endodontically treated teeth. Part II. Sealer types. **J. Endod.**, v.13, n.3, p.109-12, Mar. 1987.
22. Magura ME, Kafrawy AM, Brown CEJ, Newton CW. Human saliva coronal microleakage in obturated root canals: an in vitro study. **J Endod.** 1;17(7): 324-30; Jul. 1991.
23. Negm MM. The effect of human blood on the sealing ability of root canal sealers: an in vitro study. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol** 67:449–52; 1989.
24. Neto MD. A comparative study of physicochemical properties of AH Plus and Epiphany root canal sealants. **Int Endod J** 39:464–71; 2006
25. Pasinato FB, Atta Mt. Estudos de microinfiltração: análise crítica da metodologia. **Rev JBD.** 2(8):207-15; 2003.
26. Peters DD. Two-year in vitro solubility evaluation of four gutta-percha sealer obturation techniques. **J Endod** 12:139–45; 1986.
27. Pommel, L. et al. Apical leakage of four endodontic sealers. **J. Endod.** v.29, n.3, p.208-10, Mar. 2003.
28. Ray, H.A.; Trope, M. Periapical status of endodontically treated teeth in relation to the technical quality of the root filling and coronal restoration. **Int. Endod. J.**, v.28, n.1, p.12-8, Jan. 1995.

29. Roggendorf et. al. Influence of moisture on the apical seal of root canal fillings with five different types of sealer. **J. Endod** v. 33, n. 1, p. 31-33, Jan 2007.
30. Saunders EM, Saunders HP. Coronal leakage as a cause of failure in root canal therapy: a review. **Endod Dent traumatol.** 10:105-8; 1993.
31. Schäfer E, Zandbiglari T. Solubility of root-canal sealers in water and artificial saliva. **Int Endod J** 36:660–9; 2003.
32. Schilder H. Filling root canals in three dimensions. **Dent Clin North Am**;11:723–44;1974.
33. Sen BH, Piskin B, Baran N. The effect of tubular penetration of root canal sealers on dye microleakage. **Int Endod J.**; 29:23–8, 1996.
34. Shipper G, Orstavik D, Teixeira FB, Trope M. An evaluation of microbial leakage in roots filled with a thermoplastic synthetic polymer-based root canal filling material (Resilon). **J Endod** 30, 342–7, 2004.
35. Silva Neto, U. X. Infiltração coronária em obturações de canais radiculares realizadas com diferentes cimentos endodônticos resinosos: avaliação pelo método da filtração de fluido. Tese (Tese de Mestrado)Bauru, SP, 2005.
36. Stevens RW, Strother JM, McClanahan SB. Leakage and sealer penetration in smear-free dentin after a final rinse with 95% ethanol. **J Endod**; 32:785–8; 2006.
37. Tay FR, Loushine RJ, Weller RN et al. Ultrastructural evaluation of the apical seal in roots filled with a polycaprolactone-based root canal filling material. **J. Endod.** 31, 514–9, 2005.
38. Torabinejad, M.; Ung, B.; Kettering, J.D. In vitro bacteria penetration of coronally unsealed endodontically treated teeth. **J. Endod.**, v.16, n.12, p.566-9, Dec. 1990.
39. Uçtash MB, tinaz AC. Microleakage of different types of temporary restorative materials used in endodontics. **J Oral Scien.**; 42(2)63-7, 2000.
40. Versiani MA, Carvalho-Junior JR, Padilha MIAF, Lacey S, Pascon EA, Sousa- Zidan O, ElDeeb ME. The use of a dentinal bonding agent as a root canal sealer. **J Endod.**; 11:176–8, 1985.
41. White RR, Goldman M, Lin PS. The influence of the smeared layer upon dentinal tubule penetration by plastic filling materials. **J Endod.**; 10:558–62, 1984.
42. Wilcox LR, Wiemann AH. Effect of a final alcohol rinse on sealer coverage of obturated root canals. **J Endod.**; 21:256–8, 1995.

-
43. Williamson AE, Dawson DV, Drake DR, Walton RE, Rivera EM. Effect of root canal filling/sealer systems on apical endotoxin penetration: a coronal leakage evaluation. **J Endod.**; 31:599–604, 2005.
44. WU, M-K. et al. Fluid transport and bacterial penetration along root canal fillings. **Int. Endod. J.**, v.26, n.4, p.203-8, July. 1993.
45. WU, M-K.; De Gee, A.J.; Wesselink, P.R. Fluid transport and dye penetration along root canal fillings. **Int. Endod. J.**, v.27, n.5, p.233-8, Sept. 1994.
46. Wu MK, Wesselink PR, Boersma J. A 1-year follow up study on leakage of four root canal sealers at different thicknesses. **Int Endod J.**; 28:185–9, 1995.
47. Zmener et. al. Significance of moist root canal dentin with the use of methacrylate-based endodontic sealers: An *in vitro* coronal dye leakage study **J. Endod.** v. 34, n. 1, p.76- 79, Jan. 2008
-