

MATERIAIS DE OBTURAÇÃO RADICULAR APICAL "State of the art"

Cristina Maria Batista Romão*

RESUMO: A questão da escolha de um material para a execução de uma obturação retrógrada é muito controversa, apesar de toda a informação de que dispomos. Ao analisar a bibliografia mais recente deparamos com um grande número de potenciais materiais de obturação retrógrada, cada qual com as suas limitações. A escolha deve basear-se principalmente na avaliação clínica e nas experiências executadas *in vivo* sobre uma amostra significativa. A autora apresenta sucintamente a informação que consta em diversos artigos sobre o tema.

A — INTRODUÇÃO

Ao efectuar-se um tratamento endodôntico, o objectivo principal consiste na remoção de material infectado, limpeza completa da cavidade pulpar e selagem perfeita de todo o canal. Por vezes, este tipo de tratamento não cumpre inteiramente esta finalidade, não proporcionando condições favoráveis para a cura. Em casos limitados, o tratamento endodôntico está à partida contra indicado, sendo a cirurgia periapical e apicectomia o tratamento de escolha. Entre estes casos incluem-se os dentes com raízes fortemente anguladas, calcificações no interior dos canais, desenvolvimento imaturo dos ápexes (quando a apexificação falhou), presença de vários canais acessórios, raízes cujo interior se encontra preenchido por espigões ou falsos cotos, fractura de instrumentos cuja ultrapassagem é impossível, perfurações radiculares e selagem inadequada dos ápexes (com evidência clínica e radiográfica de insucesso) (1).

Quando se realiza uma apicectomia, é necessário muitas vezes colocar um material no ápex, de modo a que se promova a selagem do canal. É óbvio que este material deverá ter à partida uma

excelente biocompatibilidade com os tecidos vivos, uma vez que vai estar intimamente em contacto com o periodonto e osso alveolar, podendo por isso ser considerado quase como um "implante".

Desde 1915, data em que foi demonstrada pela primeira vez uma cirurgia apical que incluiu apicectomia e obturação retrógrada em amálgama, até aos nossos dias, a questão do tratamento endodôntico por via retrógrada não está ainda concluída, pondo-se hoje em causa até a colocação de material de obturação no ápex seccionado. Muitos materiais têm sido propostos como alternativa ao amálgama que, tem sido usado, desde a implementação desta técnica cirúrgica (2).

B — MATERIAIS DE OBTURAÇÃO RETRÓGRADA

B1 — Requisitos

Características como: estabilidade dimensional sob as condições em que vai ser manipulado, solubilidade, facilidade de manipulação, inserção, condensação, tempo de presa, efeito bacteriostático e bactericida, radiopacidade e carcinogenicidade, deverão ser sempre levadas em conta,

* Escola Superior de Medicina Dentária de Lisboa
Trabalho da cadeira de Endodontia — 6.º ano

quando se elege o material de obturação retrógrada (14).

As características destes materiais devem ser as mesmas de qualquer material de obturação radicular, e são:

- excelente biocompatibilidade;
- boa capacidade de selagem;
- manutenção da sua integridade e características no meio biológico em que vão ser inseridos, a curto e a longo prazo;
- fácil manipulação;
- radiopacidade;
- ausência de potencial carcinogénico (2).

B2 — Potenciais materiais de obturação retrógrada

Têm sido propostos e investigados inúmeros tipos de materiais para este fim, sendo muitos deles vulgarmente utilizados na obturação de cavidades em Dentisteria e na obturação de canais em Endodontia. Estes materiais parecem preencher os requisitos necessários, para serem usados em cavidades apicais (2). São sumariamente:

Amálgama:

O amálgama dentário é clinicamente o material mais usado na obturação retrógrada, apesar das suas deficiências (1,2). É também o material mais conhecido e estudado, sendo, em muitos estudos utilizado como termo de comparação a outros materiais (2). Foram propostos para este fim e devido às suas diferentes características, vários tipos de amálgamas, nomeadamente ligas de alto teor de cobre, com e sem zinco, e amálgamas de fase dispersa.

Nelson e col. (27) estudaram os factores que mais influenciam a capacidade de selagem dos vários tipos de amálgama e concluíram que: as ligas que contêm quantidade significativa de zinco (Zn), quando contaminadas por água, exibiam expansão e reduzida infiltração, mas, estas condições devem ser evitadas pois, não só põem em risco a integridade estrutural da liga, como aumentam os fenómenos de corrosão. Contraindicam o uso de ligas com baixo teor de cobre e presença de Zn na obturação retrógrada. A liga que mostrou melhores resultados de selagem, apesar de contaminada por água, foi aquela em que a limalha é constituída por 2/3 de partículas esféricas e 1/3 de partículas irregulares.

A plasticidade da liga também mostrou ser um aspecto importante pois, em todos os casos, o aumento desta, reduziu significativamente a microinfiltração.

Qualquer um dos tipos de amálgama tem sido utilizado sem verniz e também com um verniz cavitário, tendo este o objectivo de melhorar a capacidade de selagem (1). O uso de amálgama deve ser evitado no segmento anterior maxilar, por ter um efeito colorante sobre os tecidos (tatuagem de amálgama); caso se trate de uma raiz onde esteja cimentado um núcleo de retenção de uma coroa, dever-se-á colocar um material intermediário entre os dois metais, de modo a evitar qualquer fenómeno electroquímico (1,26).

Compósitos:

Foram propostos para este fim, antes ainda de se tornar possível a sua adesão à dentina (2). Este fenómeno veio, teóricamente, melhorar a sua capacidade de selagem apical (3); no entanto, a eficácia dos sistemas de adesão dentinária dos compósitos é seriamente comprometida pela contaminação de humidade do meio cirúrgico das superfícies dentinárias já preparadas (28). Os compósitos fotopolimerizáveis têm vantagens sobre os autopolimerizáveis, por permitirem o controle do tempo de presa (3).

Cimentos de óxido de Zn eugenol:

Dada a sua facilidade de manipulação, foi proposta a sua utilização na obturação retrógrada. Sabe-se no entanto, que estes materiais sofrem desintegração e reabsorção pelos tecidos vitais (2). Os cimentos reforçados com polímeros, por exemplo o IRM®¹, foram sugeridos para minimizar a solubilidade, no entanto mostrando piores resultados (3,12). O cimento EBA, reforçado com partículas de óxido de alumínio e ácido etoxibenzoico, é o mais forte e o menos solúvel dos cimentos à base de óx. de Zn eugenol, sendo ainda passível de aderir à dentina (2). O seu tempo de presa é imprevisível por ser muito influenciado pela temperatura e humidade, permitindo a integração de bolhas de ar no seu interior, durante a sua aplicação (9), logo, levando rapidamente à degradação marginal e aumento de infiltração apical.

®1 — Caulk, Milford, De

Ionómeros de vidro:

A grande vantagem dos ionómeros de vidro é a sua capacidade de adesão química à dentina, o que teoricamente, melhoraria a selagem de um ápex (18,33); constata-se no entanto, que a reação de presa dos ionómeros é severamente afectada pela humidade do meio (1,2,18,19,33), sendo a manutenção de um campo seco, difícil de efectuar na clínica. Os ionómeros de vidro de última geração, já são menos afectados pela presença de humidade, sendo por isso mais aconselhados para este fim. A sua aplicação é facilitada com o uso de uma seringa apropriada (2).

Gutta-percha:

A gutta-percha é o material de eleição na obturação ortógrada dos canais radiculares, oferecendo uma boa selagem clínica, quando bem compactada. Deste modo, basta apenas seccionar o ápex de uma raiz com um instrumento de alta rotação não sendo necessário colocar obturação retrógrada adicional (1). Muitas vezes utiliza-se a brunidura da gutta seccionada, quer com um instrumento quente, quer a frio, com o intuito de melhorar a selagem e evitando-se assim a colocação de uma obturação retrógrada (2). Outros sistemas foram propostos utilizando a gutta sob a forma termoplastizada. São exemplo os sistemas Obtura®2 em que a gutta-percha é plastizada a duas temperaturas diferentes, um a 70°C e o outro a 160°C, ou ainda o sistema Ultrafil®3 que igualmente utiliza a gutta termoplastizada a 70°C. Em ambos os sistemas o material é manipulado por meio de uma seringa de inserção (2,6,8,11).

Outros:

O *cimento de policarboxilato* foi proposto pela sua capacidade de adesão à dentina por quelação com os iões cálcio, no entanto esta adesão é igualmente comprometida pela presença de humidade. Para além disso, a sua manipulação é difícil, dado o seu alto grau de viscosidade. É passível de sofrer reabsorção, quando em contacto com os tecidos vitais, apesar da sua baixa solubilidade (2).

O *Cavit*®4 é um produto de manipulação fácil e de boa selagem coronária, mas cuja utilização como material de obturação apical tem sido posto

em causa, pelo seu alto grau de solubilidade no tecido vivo, promovendo uma má adaptação marginal da obturação e por conseguinte, alto grau de infiltração a nível apical (1,2)

O *ouro*, sob a forma de delgadíssimas folhas, foi proposto para este fim pelas suas excelentes características, nomeadamente a fácil esterilização, fácil manipulação, excelente coesão, efeito antimicrobiano e uma biocompatibilidade excepcional (20,21). Os estudos sobre a aplicação deste material nesta técnica são escassos; como tal, a sua divulgação é reduzida, havendo grande necessidade de mais investigação clínica (2).

Outros materiais promissores, mas com poucos dados publicados são: os "parafusos" de titânio, pinos de cerâmica aluminosa, o teflon, misturas de titânio e silicone, materiais à base de silicone e alguns biomateriais, como a hidroxiapatite sintética, pequenas porções de esmalte e dentina que podem ser fundidos ao ápex por laser (2).

C — AVALIAÇÃO DOS MATERIAIS DE OBTURAÇÃO RETRÓGRADA

As características que têm sido mais estudadas nos diversos materiais são: a capacidade de selagem, adaptação marginal, biocompatibilidade e a sua eficácia clínica (2).

C1 — Capacidade de selagem

Para a comparação da capacidade de selagem entre os diversos materiais, através da medição da infiltração, os vários autores recorreram a diversos métodos entre os quais a imersão em corantes, com ou sem variação térmica e utilizando por vezes a análise espectrofotométrica (3,4,6,8,9,11,13-15,16,18,22,24-26,29), mecanismos de filtragem de líquidos sob pressão (5,10,23,27), marcadores radioactivos, electrólitos e bactérias com mobilidade (2,31). Os resultados obtidos com estes vários métodos, não são comparáveis entre si (2).

A maioria destes estudos são executados *in vitro*, e como tal, sem exposição das obturações aos tecidos e fluidos tecidulares, sendo diferente o seu comportamento, quer se encontrem em meio seco ou em meio húmido (34). Outra limitação destes estudos é o curto período de observação, não sendo demonstrável a melhoria da selagem com o tempo (ex. do amálgama, por deposição de produtos de corrosão), nem a possível deterioração dos cimentos à base do óx. Zn eugenol,

®2 — Unitek Corp. Monrovia, CA

®3 — Hygenic Corporation, Akron, OH, USA

®4 — Premier Dental Products, Norristown, PA

Cavit, cimento de policarboxilato e ionómeros de vidro (2). A principal limitação dos estudos *in vitro* é a simulação inadequada quer do meio clínico, quer das restrições operacionais (2).

Goldman, Simmonds e Rush (31), concluíram que para a obtenção de resultados fiáveis nos estudos *in vitro*, utilizando o método de imersão em corantes, o ar do interior das peças a testar infiltração apical, deverá ser previamente evacuado através de uma bomba de vácuo. Deste modo,

não ficarão retidas bolhas de ar no interior da raiz, falseando os resultados obtidos em laboratório.

Outro problema que se coloca é o tamanho molecular dos marcadores ou corantes, pois só teriam significado clínico os estudos que utilizassem marcadores com tamanhos moleculares comparáveis com bactérias ou toxinas bacterianas, o que não acontece vulgarmente (2).

Ao analisar o quadro I (ver página 9), tornam-se evidentes as discrepâncias dos resultados obti-

QUADRO I

(Adaptado de Friedman (2))

Sumário dos resultados dos testes de capacidade de selagem apical;

Código de resultados: 2=melhor; 1=intermédio; 0=pior

a) *in vitro*

AUTOR	Ano	AM*	AM	IV	C	G-P	IRM	EBA	Au	Outros
Zetterqvist	1988		0	2		1				
Sehwartz	1988	0		2						
Barkhordar	1988	1	0			0				cianoacrilato 2
MacPherson	1989	0				2*				
Tuggle	1989	2	1			0		1		
Barkhordar	1989	1	0	2						
Bondra	1989	0					2	2		
Schaw	1989	2	1			0				
Becker	1989	2				2**				
Woo	1990		0			2**				
King	1990	1	1	0		1		2		
Olson	1990	2	1	2		2***				
McDonald	1990	1	0		2#	0				
Nixon	1991	0								Três materias à base de silicone 2

b) *in vivo*

AUTOR	Ano	AM*	AM	IV	C	G-P	IRM	EBA	Au	Outros
Dorn	1990		0				1	2		
Keller	1990									Cerâmica aluminosa 2
Zetterqvist	1991		2	1						
Waikakul	1991		1						2	
Friedman	1991	2		1	0					

AM* = Amálgama + verniz

IV = Ionómero de vidro

C = Compósito

G-P = Gutta-percha

Au = Ouro

* = Gutta-percha injectável a alta temp. (70°C) ("Obtura")

** = * + cimento

*** = Gutta-percha injectada a baixas temp. + cimento ("Ultrafil")

© = Adesivo dentinário + compósito

dos nos vários estudos realizados, o que acentua as suas limitações; uma primeira análise deste, permite à partida reconhecer a superioridade de alguns materiais, nomeadamente:

- o amálgama dentário usado com verniz cavitário;
- compósito usado com e sem adesivo dentinário;
- ionómero de vidro (2).

Yoshimura e col (23), utilizando o método de infiltração de líquido sob pressão, testaram *in vitro* a capacidade de selagem de obturações apicais em amálgama, em função do tempo e da direcção da corrente de líquido pressurizado, tendo concluído que o grau de infiltração era sempre maior no sentido coronal-apical, em qualquer ponto da observação; em ambas as direcções a infiltração diminuía progressivamente com o tempo.

C2 — Adaptação marginal

A adaptação marginal de uma obturação está relacionada com a sua capacidade de selagem. A electromicroscopia de varredura tem dado uma ajuda importante no estudo das margens da obturação. Apesar das limitações do amálgama, sabe-se hoje que as obturações com este material possuem fendas de cerca de 2 μm a 150 μm (2,18,23,35), sendo estas fendas preenchidas numa primeira fase pelo verniz e depois pela deposição de produtos de corrosão (2).

O material que faz a melhor adaptação marginal é o compósito, tendo sido medida uma interface de cerca de 1 μm (2).

C3 — Biocompatibilidade

Em resumo, na maioria dos materiais já referidos até este ponto (várias formas de cimentos à base de óx. Zn eugenol (2,10,12,24), ionómeros de vidro (19,30,33), cimento de policarboxilato e gutta-percha), foi demonstrada a sua biocompatibilidade.

Pelo contrário é questionável a biocompatibilidade da marca de compósito Restodent ®5 (35).

O cimento de metilcianoacrilato não é biocom-

patível, enquanto que, o cimento de isobutilcianoacrilato possui biocompatibilidade aceitável (2,15).

Os produtos de corrosão do amálgama são tóxicos (2,33), tendo sido comprovada a boa biocompatibilidade das ligas recentes (2).

C4 — Eficácia clínica

Após se ter avaliado a biocompatibilidade dos diversos materiais, é necessário prosseguir para uma comparação de eficácia clínica. Eis alguns resultados:

Dorn e Gartner (12), num estudo retrospectivo compararam a taxa de sucesso em 488 dentes submetidos a cirurgia, onde foram utilizados como materiais de obturação retrógrada, o super EBA, IRM e amálgama sem verniz. Baseados em critérios clínicos e radiográficos, foram efectuadas observações com intervalos de 6 meses, até um período máximo de 10 anos; conclui-se que tanto o IRM como o super EBA, determinavam melhor taxa de sucesso, comparando com os casos onde se usou amálgama.

Persson e col. e Finne e col., examinaram 220 dentes obturados apical com amálgama e Cavit, um e três anos após a cirurgia, respectivamente. Concluíram que havia melhor taxa de sucesso nas obturações com amálgama e que, cerca de 25% do Cavit se havia dissolvido (radiograficamente demonstrado) (2).

Friedman e col. (30), utilizando cães, executaram obt. retrógradas com amálgama + verniz, com compósito e adesivo dentinário e com ionómero de vidro. Em metade dos casos, a cirurgia, apical envolveu a utilização de laser de CO₂, para a oclusão dos tubuli dentinários, esterilização e promoção da estase sanguínea no meio. Baseados em critérios radiológicos, após 6 meses de observação, concluíram que a taxa de cura era superior nos casos obturados com amálgama + verniz, apesar de não haver diferença estatisticamente significativa entre os outros grupos; a utilização de laser na cirurgia não veio alterar os resultados obtidos pelo grupo controle.

Keller (17), apresenta um estudo onde aplicou o "método de Ulm", em que utilizaram como material de obt. retróg., pinos de cerâmica aluminosa cimentados com Diaket ou AH26. Obteve uma taxa de sucesso de 95% (total de 164 dentes) após um ano.

®5 — Le Pharmaceuticals, South El Monte, CA

Waikakul (21), num estudo envolvendo 66 dentes apicectomizados, utiliza folhas de *ouro* para obturar cavidades apicais. Obteve uma percentagem de cura de cerca de 87%, versus 70% com o *amálgama*, após 1 ano de observação. A diferença não é, no entanto, significativa.

De referir ainda um estudo de Amagasa e col. (7), que preconiza o uso de *gutta-percha* na obt. retróg., através da utilização de instrumentos especialmente concebidos para a limpeza da porção mais apical da raiz seccionada, e sua condensação. Estes instrumentos possuem uma *angulação* aguda na extremidade, por forma a alcançarem o ápex através do reduzido campo operatório. Conseguiram uma taxa de sucesso, com esta técnica, de 95.3%, numa amostra de 61 dentes.

Por fim, há quem tenha pensado e testado um modo de obter um campo operatório isento de contaminação, utilizando o *dique de borracha* na porção exposta da raiz, após a apicectomia. Desta maneira, materiais que sofrem drasticamente com a contaminação de sangue e saliva, podem, de uma maneira geral, prestar melhores resultados. O autor considera que esta técnica melhora substancialmente o prognóstico da cirurgia apical (32).

CONCLUSÃO

De uma forma geral, os resultados dos estudos laboratoriais e clínicos não nos permitem, actualmente, eleger com total segurança um dado material de obturação retrógrada.

Parece-me que o *amálgama* é considerado o melhor material para este fim, apesar dos seus efeitos tóxicos (atribuídos ao Hg) e das tatuagens que deixa nos tecidos vizinhos. A tendência actual dos vários autores interessados no tema é a de procurarem, cada vez mais, materiais alternativos ao *amálgama*. A falta de importantes estudos *in vivo*, prospectivos e abrangendo maiores períodos de observação, leva a que não possamos tirar conclusões com maior fundamento científico.

Nos casos onde a utilização de ligas metálicas é contraindicada (ex. de alergia ao Hg), a preferência deve ser dada aos ionómeros de vidro mais recentes ou a sistemas de compósitos com adesão dentinária de última geração.

BIBLIOGRAFIA

- ARENS D.E. Surgical endodontics In: Cohen S. Burns R.C. eds. Pathways of the pulp. 5 th ed. St. Louis: CV Mosby, 1990; 574-611.
- FRIEDMAN S. Retrograde approaches in endodontic therapy. Endod Dent Traumatol 1991; 7:97-107.
- NEGM M.M. The effect of varnish and pit and fissure sealants on the sealing capacity of retrofilling techniques. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1988; 66:483-8.
- BEELER W.J., MARSHAL F.J., BROWN A.C. The permeability of apical barriers. J. Endodont 1989; 15:422-6.
- MACPERSON M.G., HARTWELL G.R., BONDRA D.L. WELLER R.N. Leakage *in vitro* with high-temperature thermoplasticized gutta-percha, high copper amalgam and warm gutta-percha when used as retrofilling materials. J Endodont 1989; 15:212-215.
- AMAGASA T., NAGASE M., SATO T., SHIODA S. Apicectomy with retrograde gutta-percha root filling. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1989; 68:339-42.
- WOO Y.R., WASSEL R.W., FOREMAN P.C. Evaluation of sealing properties of 70°C thermoplasticized gutta-percha used as a retrograde root filling. Int Endod J 1990; 23:107-112.
- TUGGLE S.T., ANDERSON R.W., PANTERA E.A., NEAVERTH E.J. A dye penetration study of retrofilling material. J Endodont 1989; 15:122-4.
- KING K.T., ANDERSON R.W., PASHLEY D.H., PANTERA E.A. Longitudinal evaluation of the seal of endodontic retrofillings. J Endodont 1990; 16:307-310.
- OLSON A.K., MACPERSON M.G., HARTWELL G.R., WELLER R.N., KULILD J.C. An *in vitro* evaluation of injectable thermoplasticized gutta-percha, glass ionomer, and amalgam when used as retrofilling materials. J Endodont 1990; 16:361-4.
- DORN S.O., GARTNER A.H. Retrograde filling materials: a retrospective success-failure study of amalgam, EBA and IRM. J Endodont 1990; 16:391-3.
- BAKER P.S., OGUNTEBI B.R. Effect of apical resections and reverse fillings on Thermanfil root canal obturations. J Endodont 1990; 16:227-9.
- NIXON C.E., LIN L., JANDINSKI J. Evaluation of three Silicone-Based materials as potential retrograde fillings in surgical endodontics. J Endodont 1991; 17:479-482.
- BARKHORDAR R.A., JAVID B., ABBASI J., WATANABE L.G. Cyanoacrylate as a retrofilling material. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1988; 65:468-73.
- BARNETT F., TROPE M., ROONEY J., TRONSTAD L. *In vivo* sealing ability of calcium hydroxide-containing root canal sealers. Endod Dent Traumatol 1989; 5:23-26.
- KELLER U. Aluminium oxide ceramic pins for retrograde root filling — Experiences with a new system. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1990; 69:737-42.
- BARKHORDAR R.A., PELZNER R.B., STARK M.M. Use of glass ionomers as retrofilling materials. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1989; 67:734-9.

19. ZETTERQVIST L., HALL G., HOLMLUND A. Apicectomy: A comparative clinical study of amalgam and glass ionomer cement as apical sealants. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1991; 71:489-91.
20. WAIKAKUL A., PUNWUTIKOM J. Gold leaf as an alternative retrograde filling material. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1989; 67:746-91.
21. WAIKAKUL A., PUNWUTIKORN J. Clinical study of retrograde filling with gold leaf: comparison with amalgam. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1991; 71:228-31.
22. NEGM M.M. Microleakage associated with retrofilling of the apical two thirds with amalgam. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1990; 70:498-501.
23. YOSHIMURA M., MARSHALL F.J., TINKLE J.S. *In vitro* quantification of the apical sealing ability of retrograde amalgam fillings. *J Endodont* 1990; 16:9-11.
25. SHAW C.S., BEGOLE E.A., JACOBSEN E.J. The apical sealing efficacy of two reverse filling techniques versus coldburnished gutta-percha. *J Endodont* 1989; 15:350-54.
26. BECKER S.A., von FRAUNHOFER J.A. The comparative leakage behavior of reverse filling materials. *J Endodont* 1990; 15:246-48.
27. NELSON L.W., MAHLER D.B. Factors influencing the sealing behavior of retrograde amalgam fillings. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1990; 69:356-60.
28. McDONALD N.J., DUMSHA T.C. An evaluation of the retrograde apical seal using dentine bonding materials. *Int Endod J* 1990; 23:156-62.
29. SCHWARTZ S.A., ALEXANDER J.B. A comparison of leakage between silver-glass ionomer cement and amalgam retrofillings. *J Endodont* 1988; 14:385-91.
30. FRIEDMAN S., ROSTEIN I., MAHAMID A. In vivo efficacy of various retrofills and of CO2 laser in apical surgery. *Endod Dent Traumatol* 1991; 7:19-25.
31. GOLDMAN M., SIMMONDS S., RUSH R. The usefulness of dye-penetration studies reexamined. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1989; 67:327-32.
32. GUERRA J.A. Root end isolation for retrograde fillings. *J Endodont* 1992; 18:39-41.
33. ZETTERQVIST L., ANNEROTH G., DANIN J., RODING K. Microleakage of retrograde fillings-a comparative investigation between amalgam and glass ionomer cement *in vitro*. *Int Endod J* 1988; 21:1-8.
34. FOURNIER M.J., SZEREMETA-BROWAR T., OSE-TEC E., HEUER M., LANDENSCHLAGER E. Leakage of different retrograde filling materials in wet and dry environments (Abstract 11). *J Endodont* 1990; 16:189.
35. SAFAVI K.E., SPANGBERG L., SAPOULAS G., MACALISTER T.J. *In vitro* evaluation of biocompatibility and marginal adaptatin of root retrofilling materials. *J Endodont* 1988; 14:538-42.