

Giuseppe Carrieri  
Mariateresa Zaccaria  
Paolo Scattarelli  
Alessandra Laforgia  
Felice Roberto Grassi

Università degli Studi di Bari  
Facoltà di Medicina e Chirurgia  
Corso di Laurea in Odontoiatria  
e Protesi Dentaria  
Dipartimento di Odontostomatologia  
c/o Azienda Ospedaliera Policlinico  
Direttore: Prof. Felice Roberto Grassi

Corrispondenza:  
Dott. Giuseppe Carrieri  
Strada privata Muciaccia, 21  
70121 Bari  
Tel/Fax: 080/9640700; 3479330854  
E-mail: gipicarrieri@libero.it

## Capacità sigillante del cemento Aureoseal®

Sealing ability of Aureoseal® cement

### RIASSUNTO

**Obiettivo:** valutare le proprietà sigillanti di due materiali da otturazione retrograda: MTA e Aureoseal®.

**Materiale e metodi:** 15 denti estratti ad apice beante sono stati randomizzati in tre gruppi e otturati per via retrograda con MTA, Aureoseal® e guttaperca (controllo). I campioni sono stati immersi in una soluzione di blu di metilene al 10%, per una settimana. L'entità dell'infiltrazione di colorante è stata poi misurata su sezioni longitudinali valutate al microscopio.

**Risultati:** i valori di infiltrazione dei due materiali si sono rivelati molto bassi rispetto a quelli del gruppo controllo. Non sono state rilevate differenze significative tra i gruppi dei due materiali.

**Conclusioni:** entrambi i materiali confermano ottime capacità sigillanti.

#### Parole chiave:

cemento Aureoseal®, Mineral Trioxide Aggregate, infiltrazione di colorante, capacità sigillante.

### ABSTRACT

**Object:** to estimate dye leakage of two root end filling material: MTA and Aureoseal®.

**Material and methods:** fifteen human molars with open apex were ran-

domly divided into 3 groups and retro-filled with MTA, Aureoseal® and Guttapercha (control). After assessing repair quality, they were dipped a methylene-blue solution, for a week. The dye leakage degree was measured by means of a microscope in longitudinal tooth sections.

**Results:** the leakage degree of two material was very low. No significant differences in leakage was found between the groups with MTA and group with Aureoseal®.

**Conclusions:** Both MTA and Aureoseal® have excellent sealing ability.

#### Key words:

Aureoseal® cement, Mineral Trioxide Aggregate, dye penetration, sealing ability.

### INTRODUZIONE

Le infezioni periapicali resistenti alla terapia canalare possono essere causate da un'inadeguata sagomatura, disinfezione e otturazione del sistema canalare e dalla presenza di vie di comunicazione tra il sistema canalare e gli spazi periradicolari (1, 2).

Quando la necrosi pulpare colpisce denti ad apice immaturo, lo sviluppo della radice cessa. I canali restano larghi, gli apici beanti, rendendo complessa la preparazione chemio-meccanica del canale e limitando il controllo della fase di otturazione (3). Senza uno

stop apicale la condensazione del materiale d'otturazione e il sigillo apicale diventano procedure poco predicibili. Il mancato sigillo apicale è una delle maggiori cause di fallimento in endodonzia ortograde.

Per evitare gli svantaggi dovuti alle tecniche di apacificazione mediante l'utilizzo di idrossido di calcio, come la compliance del paziente e i numerosi appuntamenti (4), è possibile creare un buon sigillo apicale tramite il *Mineral Trioxide Aggregate* (MTA).

L'MTA è un materiale biocompatibile, osteoinduttivo e antibatterico usato per le tecniche di apacificazione ed otturazione retrograda in endodonzia chirurgica (5).

Può essere anche utilizzato negli incappucciamenti diretti e indiretti, nel trattamento delle perforazioni, nei riassorbimenti interni ed esterni o come materiale di riempimento del canale radicolare.

Molte ricerche testimoniano come l'MTA garantisca un ottimo sigillo apicale paragonato ad altri materiali presenti in commercio (6-9). Numerosi test dimostrano la sua eccellente capacità sigillante (10, 11).

L'Aureoseal® è un nuovo cemento di Portland biocompatibile che può essere utilizzato per l'otturazione retrograda e nella riparazione delle perforazioni. In letteratura non esiste ancora un'estesa documentazione su questo cemento.

Lo scopo di questo studio è quello di paragonare e misurare la capacità sigillante e l'adattamento marginale di questo nuovo cemento e del MTA in un

modello di apificazione, utilizzando una tecnica di infiltrazione con colorante.

## MATERIALI E METODI

Dopo aver selezionato 30 denti da un pool di denti estratti per motivi ortodontici, i campioni sono stati conservati in una soluzione di timolo allo 0,1% per evitare eventuali contaminazioni. Ogni dente aveva apici beanti, esaminati tramite radiografia e visualizzati con microscopio operatorio (Opmi ProErgo, Zeiss, Oberkochen, Germany) a 20 ingrandimenti.

Dopo aver realizzato una cavità d'accesso è stato eseguito un *preflaring* manuale con K-Flexofiles (Dentsply Maillefer, Ballagues, Switzerland) dal n°10 al n°20. La fase di sagomatura rotante è stata effettuata con ProTaper™ Files S1-S2-F1-F2 (Dentsply Maillefer, Ballagues, Switzerland) fermandosi a 5 mm dalla lunghezza di lavoro. Tale distanza è stata calcolata sottraendo 5 mm dalla misura della reale lunghezza di lavoro, calcolata portando un K-Flexofile n°10 all'interno del canale fino a che la punta fosse visibile sulla superficie esterna dello sbocco apicale del canale.

Con questo accorgimento, il terzo apicale del canale radicolare non ha subito alcun trattamento e la strumentazione non ha modificato la superficie interna del canale in questo tratto.

Il canale radicolare è stato irrigato con 33 ml di Ipoclorito di Sodio al 5% (Nicolor 5, Laboratori Farmaceutici, Ogna, Milano, Italy) a 50°C, veicolato tramite siringa con ago da 22 Gauge, alternando 2 ml di EDTA al 10% (Tubuliclean, Laboratori Farmaceutici Ogna, Milano, Italy).

I canali radicolari sono stati otturati con guttaperca calda e cemento a base di eugenolo (Pulp Canal Sealer, SybronEndo Co., West Collins, CA), con tecnica *back-filling*, tranne che negli ultimi 5 mm del loro decorso.

I campioni sono stati suddivisi, in maniera randomizzata, in tre gruppi da 5 denti.

Il primo gruppo è stato otturato per via retrograda con ProRoot MTA (Dentsply

Maillefer, Ballagues, Switzerland) negli ultimi 5 mm. Il secondo gruppo con Aureoseal® (Laboratori Farmaceutici Ogna, Milano, Italy), sempre negli ultimi 5 mm apicali. Il terzo e ultimo gruppo, il controllo positivo, è stato otturato per via retrograda con guttaperca calda e tecnica di *back-filling*.

Sia l'MTA che l'Aureoseal® sono stati preparati secondo le indicazioni del produttore.

I cementi sono stati miscelati con 3,5 ml di soluzione fisiologica per ogni grammo di polvere, usando una spatola su una superficie di vetro. Il posizionamento del preparato è avvenuto sotto guida microscopica tramite una siringa di Dovgan (Dentsply Maillefer, Ballagues, Switzerland) e un compattatore manuale. L'uniforme distribuzione del materiale è stata valutata mediante radiografia.

La preparazione dei cementi e il loro posizionamento sono stati effettuati da un operatore neofita.

I denti sono stati posizionati in un contenitore che garantisse un'umidità del 100%. Dopo 48 ore, i denti sono stati rimossi dal recipiente ed è stato testato l'indurimento dei due cementi.

Ogni elemento dentario è stato ricoperto con una lacca per unghie, tranne che nell'ultimo millimetro della superficie radicolare intorno al forame apicale, ed è stato immerso in una soluzione di Blu di Metilene al 10%.

Dopo una settimana, i campioni sono stati rimossi dal colorante, asciugati e inglobati in resina (Syntac Classic; Vivadent; Schaan, Liechtenstein) dalla giunzione amelo-cementizia all'apice. La resina è stata fatta polimerizzare in uno stampo cubico. I denti sono stati tagliati secondo l'asse lungo della radice usando un disco diamantato raffreddato con acqua di 0,16 mm di spessore, montato su un parallelometro. Questo dispositivo ha permesso di avere piani di taglio paralleli tra loro e all'asse lungo dell'elemento dentario.

I piani di taglio campione sono stati analizzati con microscopio operatorio a 20 ingrandimenti (OpmiProErgo, Zeiss, Oberkochen, Germany) e stereomicroscopio a 60 ingrandimenti (Zeiss Stemi SV6 475265, Oberkochen, Germany) (Fig. 1). L'infiltrazione di colorante è stata calcolata con l'ausilio di una scala

millimetrata e visualizzata a 20 ingrandimenti, tramite microscopio operatorio.

## RISULTATI

Non si sono registrati errori nel processo di preparazione dei campioni. Le immagini ottenute hanno permesso una visualizzazione dettagliata dell'entità dell'infiltrazione e delle misurazioni precise. Entrambi i materiali si adattano alla parete del canale. Da sottolineare la scarsa presenza di spazi vuoti e, comunque, non nell'interfaccia dente-cemento.

Nel gruppo otturato con MTA, la maggiore infiltrazione è risultata di 2 mm e solo in un campione (Tab. 1). Nel gruppo sigillato con Aureoseal®, la maggiore infiltrazione è stata di 1 mm e solo in un campione (Tab. 2).

Il gruppo controllo presentava infiltrazione di colorante, in media, di 4 mm (Tab. 3). Statisticamente non sussistono differenze tra il gruppo MTA e il gruppo Aureoseal®.

I risultati ottenuti dimostrano che entrambi i materiali resistono alla infiltrazione di colorante.

## DISCUSSIONE

La diffusione di saliva o di prodotti estranei all'interno del sistema canale radicolare può stimolare la crescita di colonie batteriche. La proliferazione di questi batteri e dei loro metaboliti può



Fig. 1 - Immagine allo stereomicroscopio (60x) dell'interfaccia guttaperca-Aureoseal®.

MTA	
Dente 1 (molare inferiore)	- <b>no infiltrazione</b>
	- no vuoti
Dente 2 (molare inferiore)	- <b>2 mm di infiltrazione</b>
	- no vuoti
Dente 3 (molare inferiore)	- <b>0.5 mm di infiltrazione</b>
	- presenza di vuoti
Dente 4 (molare inferiore)	- <b>0.8 mm di infiltrazione</b>
	- presenza di vuoti
Dente 5 (molare inferiore)	- <b>no infiltrazione</b>
	- presenza di vuoti

Tab. 1 - Livello di infiltrazione di colorante e presenza di vuoti nell'interfaccia dente-cemento nel gruppo MTA.

AUREOSEAL®	
Dente 1 (molare superiore)	- <b>1 mm di infiltrazione</b>
	- presenza di vuoti
Dente 2 (molare superiore)	- <b>no infiltrazione</b>
	- no vuoti
Dente 3 (molare inferiore)	- <b>1 mm di infiltrazione</b>
	- presenza di vuoti
Dente 4 (molare inferiore)	- <b>no infiltrazione</b>
	- presenza di vuoti
Dente 5 (molare superiore)	- <b>no infiltrazione</b>
	- no vuoti

Tab. 2 - Livello di infiltrazione di colorante e presenza di vuoti nell'interfaccia dente-cemento nel gruppo Aureoseal®.

CONTROLLO POSITIVO	
Dente 1 (molare superiore)	- <b>4 mm di infiltrazione</b>
	- presenza di vuoti
Dente 2 (molare inferiore)	- <b>5 mm di infiltrazione</b>
	- presenza di vuoti
Dente 3 (molare superiore)	- <b>3 mm di infiltrazione</b>
	- presenza di vuoti
Dente 4 (molare inferiore)	- <b>3.5 mm di infiltrazione</b>
	- presenza di vuoti
Dente 5 (molare superiore)	- <b>4 mm di infiltrazione</b>
	- presenza di vuoti

Tab. 3 - Livello di infiltrazione di colorante e presenza di vuoti nell'interfaccia dente-cemento nel gruppo controllo positivo.

dar vita o riattivare un processo infiammatorio periapicale.

Lo scopo di questo studio è mettere a confronto la capacità sigillante di due materiali da otturazione retrograda.

L'MTA è un cemento utilizzato per le apacificazioni, per la riparazione di perforazioni radicolari e come materiale da otturazione retrograda.

Diverse sono le tecniche disponibili per stimare, valutare, studiare la qualità del sigillo apicale fornito dai materiali da

otturazione retrograda: grado di penetrazione del colorante, penetrazione batterica, metodo elettromeccanico e tecnica di infiltrazione di fluido.

Gli studi basati sulla penetrazione di colorante sono considerati un semplice metodo per valutare i materiali da otturazione retrograda (12).

Studi sull'infiltrazione di colorante sono stati usati per molti anni per valutare le capacità sigillanti dei materiali endodontici. È stato comunque suggerito

che gli studi sull'infiltrazione tendono a sovrastimare i risultati dato che le molecole di colorante sono più piccole di quelle batteriche (13).

Il colorante più comunemente impiegato negli studi che valutano l'infiltrazione del sigillo apicale è il Blu di Metilene utilizzato in diverse concentrazioni.

Alcuni ricercatori hanno utilizzato sezioni longitudinali per mettere a confronto l'estensione della penetrazione del Blu di Metilene e del Nero India (14). Il primo presenta una maggiore capacità di penetrare rispetto al secondo, a causa del minor peso molecolare e della dimensione delle molecole (15). Per questa ragione abbiamo scelto di utilizzare il Blu di Metilene per valutare l'infiltrazione apicale e l'infiltrazione di colorante.

L'aria intrappolata nel materiale da otturazione può influenzare, alterandone i risultati, la profondità di penetrazione del colorante. L'utilizzo di tecniche di vuoto o di centrifugazione è stata suggerita per superare questo problema. È dimostrato che la profondità di penetrazione del colorante non differisce nel caso in cui venga applicata la centrifugazione. Queste discrepanze possono essere spiegate dalle differenze nei protocolli seguiti nei vari studi clinici (16).

Diversi Autori hanno valutato la penetrazione di colorante in sezioni orizzontali dei campioni. Sembra, infatti, che questo tipo di tecnica permetta una maggiore accuratezza rispetto ai risultati ottenuti con le sezioni longitudinali. La tecnica delle sezioni orizzontali, di contro, richiede misurazioni specifiche e speciali misuratori e i risultati possono essere influenzati dal piano di taglio e dallo spessore dello stesso. La tecnica delle sezioni longitudinali sembra aver eliminato questi problemi ma non permette una valutazione tridimensionale del canale. Nel nostro studio abbiamo utilizzato una procedura standardizzata per sezionare e valutare i piani di taglio dei campioni riducendo gli errori procedurali.

Attualmente, il materiale di scelta per le terapie dei "casi endodontici complessi" è l'MTA.

L'MTA presenta numerosi vantaggi rispetto ad altri materiali da otturazione retrograda come la maggiore capacità

sigillante, l'elevata biocompatibilità, l'attività dentinogenica, l'adattamento marginale e, soprattutto, la possibilità di utilizzo in caso di umidità (17-20). Il suo successo clinico è certamente da imputare alle sue caratteristiche fisico-chimiche (21, 22). In diverse ricerche lo si è messo a confronto con il cemento di Portland, meno costoso e più maneggevole: le ricerche hanno dimostrato che sono costituiti da componenti simili e presentano stesse caratteristiche fisico-chimiche.

Il cemento di Portland è simile all'MTA e diversi studi hanno dimostrato che questi due materiali si presentano quasi identici macroscopicamente, microscopicamente e all'analisi a diffrazione di raggi X (23, 24).

Cercando di superare la scarsa manipolabilità del cemento di Portland e di ovviare ai difetti sottolineati per l'MTA, alcuni ricercatori hanno sviluppato in collaborazione con i Laboratori Farmaceutici Onga questo nuovo materiale idrofilo (cemento Aureoseal®), avente caratteristiche simili all'MTA (26).

Nella nostra ricerca l'MTA ha dimostrato eccellenti proprietà di manipolabilità e un buon adattamento marginale (Fig. 2). Questo materiale assicura un sigillo apicale in assenza di microinfiltrazione, anche in presenza di apice immaturo, come simulato nella nostra ricerca o con un apice "sezionato" dopo endodonzia chirurgica.

L'Aureoseal® contiene una miscela di polveri costituita da cemento di Portland e altri componenti che influenzano la sua radiopacità, biocompatibilità e capacità di sigillo idraulico. Al fine di migliorare la plasticità e le caratteristiche di manipolabilità sono stati aggiunti additivi elasticizzanti (sodio poliacrilato e resine naturali) in una percentuale che non influenza il processo di indurimento.

Non è un cemento creato per sopportare stress meccanici, pur mantenendo la stabilità dimensionale durante e dopo il processo di indurimento. Per ottenere le più alte prestazioni meccaniche bisogna attendere il suo completo indurimento.

L'Aureoseal® è stato sottoposto ad ana-



Fig. 2 - Livello di penetrazione di colorante in dente sigillato con MTA e visualizzato a 20 ingrandimenti.



Fig. 3 - Livello di penetrazione di colorante in dente sigillato con Aureoseal e visualizzato a 20 ingrandimenti.

lisi microstrutturali al SEM che hanno dimostrato la compattezza delle strutture cristalline da cui derivano le sue eccellenti qualità dimostrate nei vari test (25).

Nel nostro studio, la preparazione dei campioni è stata eseguita da un operatore neolaureato; i risultati ottenuti evidenziano come le caratteristiche di manipolabilità di questo cemento facilitino la sua applicazione clinica.

I dati sull'infiltrazione che abbiamo registrato mostrano che l'Aureoseal® presenta un comportamento fisico e meccanico simile a quello dell'MTA (Fig. 3). I risultati osservati in studi biologici sull'MTA e il cemento di Portland (26) hanno riportato che il meccanismo d'azione dell'MTA e del cemento di Portland è simile. Entrambi i materiali contengono ossido di calcio che forma idrossido di calcio quando è mescolato all'acqua. La reazione dell'idrossido di calcio e del biossido di carbonio nella polpa produce cristalli di calcite. La formazione di questi cristalli è il primo step nella formazione di un tessuto barriera rigido.

Entrambi i materiali hanno elevata idrofilia e hanno dimostrato di indurre la produzione di tessuto duro mineralizzato così come la rigenerazione del legamento parodontale (27).

Il modello di apacificazione da noi selezionato per questa ricerca simula la situazione clinica di apice immaturo in

modo da testare i materiali in condizioni estreme, come è stato fatto in altri studi (28). In queste condizioni risulta poco predicibile ottenere con i materiali utilizzati in passato un sigillo apicale stabile e a prova di infiltrazione.

L'MTA ha dimostrato di essere il miglior materiale in queste particolari condizioni cliniche. Gli eccellenti risultati ottenuti anche con Aureoseal® lo propongono come materiale alternativo in queste terapie.

## CONCLUSIONI

I risultati ottenuti dimostrano che entrambi i materiali resistono all'infiltrazione. La facilità di manipolazione del cemento Aureoseal® è stata confermata dal fatto che i campioni di studio sono stati preparati da un operatore neofita e non si sono verificati errori procedurali. I bassi livelli di infiltrazione, dimostrano l'adattabilità del materiale alla parete del canale. Entrambi i materiali MTA e Aureoseal® confermano di essere i migliori per l'otturazione retrograda in endodonzia chirurgica. Considerando infine che i componenti chimici dell'MTA e dell'Aureoseal® sono simili, è facile capire perché i risultati dello studio non hanno prodotto differenze significative.



## BIBLIOGRAFIA

1. Nair PNR, Sjogren U, Krey G, Kahnberg KE, Sundqvist G. Intraradicular bacteria and fungi in root filled, asymptomatic human teeth with therapy-resistant periapical lesions: a long-term light and electron microscopic follow-up study. *J Endod* 1990; 16:41-9.
2. Siqueira JF, Lopes HP. Bacteria on the apical root surfaces of untreated teeth with periapical lesions: a scanning electron microscopy study. *Int Endod J* 2001;34:216-20.
3. Seltzer S. Endodontology: biologic considerations in endodontic procedures. 2nd ed. Philadelphia: Lea & Febiger 1998;1-30.
4. Leiss de Leimburg M, Angeretti A, Ceruti P, Lendini M, Pasqualini D, Berutti E. MTA obturation of pulpless teeth with open apices: bacterial leakage as detected by polymerase chain reaction assay. *J Endod* 2004;12:883-86.
5. Braga Xavier C, Weismann R, Gerhardt de Oliveira M, Demarco F, Pozza U H. Root-End Filling Materials: Apical Microleakage and Marginal Adaptation. *J Endod* 2005;31:539-42.
6. Kim S, Krachthman S. Modern endodontic surgery concept and practice: a review. *J Endod* 2006;32:601-32 vol 32.
7. Gondim E, Zaia AA, Gomes BPFA et al. Investigation of marginal adaptation of root end filling material in root-end cavities prepared with ultrasonic tips. *Int Endod J* 2003;36:491-9.
8. Camilleri J, Pitt Ford TR. Mineral Trioxide Aggregate a review of the constituents and biological properties of the material. *Int Endod J* 2006;39:747-54.
9. Cappelli M, Testori T, Barengi A, Mancini GE. Rassegna della letteratura sui materiali utilizzabili in chirurgia endodontica. *G It Endo* 1994;1:26-31.
10. Bortoluzzi EA, Broon NJ, Bramante CM, Garcia RB, De Moraes IG, Bernardineli N. Sealing ability of MTA and radiopaque Portland Cement with or without calcium chloride for root-end filling. *J Endo* 2006;32:897-900.
11. M-Ghamdi, Wennberg A. Testing of sealing ability of endodontic filling materials. *Endod Dent Traumatol* 1994;10:249-255.
12. Kersten HW, Ten Cate JM, Exterkate R, Moorer WR, Thoden Van Velzen SK. A standardized leakage test with curved root canals in artificial dentine. *Int Endod J* 1988; 21:191-9.
13. Karagoz-Kucukay I, Kucukay S, Bayirli G. Factors affecting apical leakage assessment. *J Endod* 1993;19:362-5.
14. Starkey DL, Anderson RW, Pashley DH. An evaluation of the effect of methylene blue dye pH on apical leakage. *J Endod* 1993;19:435-9.
15. Santos D, Moraes JCS, Arau EB., Yukimitu K, Filho W. Physico-chemical properties of MTA and a novel experimental cement. *Int Endod J* 2005;38:443-447.
16. Camilleri J, Pitt Ford R. Mineral Trioxide Aggregate: a review of the constituents and biological properties of the material. *Int Endod J* 2006; 39:747-754.
17. Ali Cagin Y, Güler E, Güler U, Ertan E. Bacterial penetration after obturation with four different root canal sealers. *J Endod* 2006;32:89-93.
18. Menezes R, Bramante CM, Letra A, Carvalho VGG, Garcia RB. Histologic evaluation of pulpotomies in dog using two types of mineral trioxide aggregate and regular and white portland cement as wound dressings. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2004; 98:376-9.
19. Eldeniz U, Hadimli HH, Ataoglu H, Orstavik D. Antibacterial effect of selected root-end filling materials. *J Endod* 2006;32: 345-9.
20. Camilleri J, Montesin FE, Di Silvio L, Pitt Ford TR. The chemical constitution and biocompatibility of accelerated portland cement for endodontic use. *Int Endod J* 2005;38:834-42.
21. Faraco Jr IM, Holland R. Response of pulp of dogs to capping with mineral trioxide aggregate or a calcium hydroxide cement. *Dental Traumatology* 2001;17:163-6.
22. Seux D, Couble ML, Hartmann DJ, Gauthier JP, Magloise H. Odontoblast-like cyto differentiation of human dental pulp cells *in vitro* in the presence of a calcium hydroxide containing cement. *Archives of Oral Biology* 1991;7:117-28.
23. Niederman R, Theodosopoulou JN. A systematic review of *in vivo* retrograde obturation materials. *Int Endod J* 2003;38:577-85.
24. Holland R, de Souza V, Nery MJ, Otoboni Filho JA, Bernabe PF, Dezan E. Mineral trioxide aggregate repair of lateral root perforations. *J Endod* 2001;27:281-4.
25. Joanna NT, Niederman R. A systematic review of *in vitro* retrograde obturation materials. *J Endod* 2005;31:341-49.
26. Campanella V, Libonati A, Gallusi G. Aureoseal® Ognà: un nuovo materiale per il trattamento dei casi endodontici complessi. *Giornale italiano di Endodonzia* 2005; 3:159-167.
27. Smee G, Bolanos OR, Morse DR et al. A comparative leakage study of P-30 resin bonded ceramic, teflon, amalgam and IRM as retrofilling seals. *J Endod* 1987;13:117-21.
28. Dorn SO, Gartner AH. Retrograde filling materials: a retrospective success-failure study of amalgam, EBA and IRM. *J Endod* 1990;16:391-93.