

Lorenzo Comin Chiaramonti  
Giacomo Cavalleri  
Caterina Signoretto<sup>1</sup>

Università degli Studi di Verona  
Clinica di Chirurgia Maxillo-Facciale e  
Odontostomatologia  
Sezione di Endodonzia  
<sup>1</sup> Dipartimento di Patologia  
Sezione di Microbiologia

**Corrispondenza:**  
Dott. Lorenzo Comin Chiaramonti  
c/o Policlinico GB Rossi  
Clinica Odontoiatrica e di Chirurgia  
Maxillo-Facciale  
P.le A. Scuro, 10 - 37134 Verona  
Fax: 0458027202 - Tel.: 3478949943  
e-mail: l.comin-chiaramonti@libero.it

Pervenuto in Redazione il 2 ottobre 2006  
Accettato per la pubblicazione l'1 dicembre 2006

## ProRoot® MTA vs. Cemento Portland: capacità di sigillo all'infiltrazione batterica in un modello sperimentale che simula gli "apici aperti"

ProRoot® MTA vs. Portland Cement: sealing ability to prevent bacterial leakage in a experimental model that simulates the "open apex"

### RIASSUNTO

**Scopo:** comparare *in vitro* la capacità di impedire l'infiltrazione di batteri (Streptococchi e Lattobacilli) da parte di cementi ProRoot® MTA "white" e cemento Portland, in un modello sperimentale che simula la situazione di "apici aperti" (Ø apicale 1.10 mm).

**Metodologia:** sono stati utilizzati 40 elementi monocalari ai quali era stata asportata la corona anatomica. Tre radici sono servite per i controlli positivi e negativi. Su 37 radici è stata eseguita un'apicectomia di 3 mm ed una strumentazione mediante frese Gates Glidden (GG). Sette radici presentando fratture sono state eliminate dalla sperimentazione. Le 30 radici rimanenti sono state divise in due gruppi random: il primo gruppo (15) è stato otturato con ProRoot, MTA "white" per i 4 mm apicali di ogni canale; il secondo gruppo (15) con cemento Portland (CP). I provini sono stati inseriti in provette di polipropilene alle quali era stata asportata la parte terminale, facendo fuoriuscire almeno 5 mm apicali di radice. I controlli positivi (2) sono rimasti tali: canale ed apice (Ø 0.35 mm) completamente pervi. Il controllo negativo (1) è stato completamente verniciato con cianoacrilato. Tutti i provini, caricati del terreno di coltura inoculato con Lattobacilli e Streptococchi, sono stati posizionati su un terreno di coltura liquido sterile (Brain-Hart infusion) e messi in incubazione a 37°C.

**Risultati:** ProRoot® MTA e CP dopo 45 giorni non hanno dimostrato avere differenze per quel che riguarda l'infiltrazione batterica; entrambi i materiali hanno garantito un perfetto sigillo.

**Conclusioni:** essendo i due cementi identici per la capacità di impedire l'infiltrazione batterica, si può prospettare l'immissione sul mercato di prodotti commercialmente più competitivi.

### Parole chiave:

Apici aperti, cemento Portland, infiltrazione batterica, Mineral Trioxide Aggregate.

### ABSTRACT

**Aim:** compare the *in vitro* ability of ProRoot® MTA "white" (Dentsply) and Portland Cement in preventing bacterial leakage (Streptococcus and Lactobacillus) in an experimental model that simulates an "open apex" (Ø 1.10 mm).

**Methodology:** 40 single-rooted teeth with one canal were selected and crown was removed. Three roots were used as positive and negative controls. In 37 roots the apical 3 mm were cut (apicectomy) and apical portion of canal instrumented with Gates Glidden (GG) burs. 7 roots were eliminated because cracked. The remain 30 roots were randomly divided into two groups: in the 1<sup>st</sup> group the last 4 mm by the apex were filled with ProRoot® MTA "white"; in the 2<sup>nd</sup> group Portland Cement (Ce-

menti Rossi, Verona, Italy) was used. The samples were then inserted in polypropylene test-tubes, in which we had previously removed with the last part; by doing so the last 5 mm of the roots were left out of the test-tubes.

The positive controls (2) were prepared to obtain a good glide path in the canal through the apex (Ø 0,35 mm). The root surface of the negative control (1) has been completely painted with cianoacrilato. A liquid culture with Lactobacillus and Streptococcus was put in all samples and these had been placed on germ-free liquid for bacterial cultivation (Brain-Hart infusion) and then were placed in incubation at 37°C.

**Results:** after 45 days both groups demonstrated no leakage, and no statistically significant differences were noted.

**Conclusions:** since both tested materials demonstrated to have the same propriety to prevent the bacterial leakage, there is the possibility that in the future there will be similar new products commercially available.

### Key words:

Mineral Trioxide Aggregate, bacterial leakage, open apex.

### INTRODUZIONE

Un'otturazione tridimensionale dell'intero sistema canale radicolare è fondamentale per il successo della terapia endodontica (1).

Un inadeguato sigillo apicale è la maggiore causa di fallimento nel trattamento endodontico non chirurgico (2).

La tradizionale tecnica di obturazione secondo Schilder, la tecnica dell'onda continua, o il sistema "Thermafill", permettono di ottenere un sigillo apicale migliore rispetto alle tecniche del cono singolo o della condensazione laterale (3). Con l'incremento del diametro apicale, aumenta anche il rischio di sovraestendere l'obturazione oltre l'apice quando si utilizza la condensazione verticale a caldo della guttaperca (4), in quanto gli elementi con apice ampio hanno un'architettura che rende l'obturazione scarsamente controllabile.

L'apacificazione è un trattamento che mira ad indurre una chiusura dell'apice di quei denti necrotici con apice immaturo, al fine di fornire quella barriera apicale assolutamente necessaria per la compattazione del materiale da obturazione canalare.

Il MTA viene indicato come un buon materiale per ottenere l'apacificazione di un dente che, per motivi patologici o iatrogeni, è costretto a rinunciare al "motore" della propria formazione: l'endodonto (5).

Il materiale maggiormente usato per ottenere una barriera apicale rimane comunque l'idrossido di calcio; ad ogni modo anche il MTA può essere vantaggioso, per l'insolubilità ai fluidi organici e la radiopacità che lo contraddistinguono (6).

L'apacificazione, usando idrossido di calcio, necessita di una notevole collaborazione da parte del paziente oltre che di numerose sedute. È anche possibile che vi siano delle infiltrazioni batteriche coronali che rendono la terapia inefficace, nonché è indicato in letteratura un aumentato rischio di fratture radicolari durante la lunga terapia con idrossido di calcio (7, 8).

Per evitare gli svantaggi che si presentano nell'apacificazione di un dente su un soggetto adulto, un'importante soluzione viene fornita dal MTA. Grazie a questo materiale si può obturare il canale in minor tempo, senza dover attendere la formazione indotta di una naturale barriera apicale (9, 10).

Il MTA è un materiale notevolmente biocompatibile, batteriostatico ed ha una migliore capacità di sigillare quan-

do usato come materiale per l'obturazione apicale, rispetto all'amalgama, all'Intermediate Restorative Material (IRM®) o al Super-EBA.

Il MTA dimostra avere una proprietà cemento-conduttiva (11) e, a contatto con lo stesso, si può riscontrare formazione di osso e legamento parodontale (12).

Il MTA è quindi un ottimo materiale per formare una barriera apicale sulla quale poter compattare la guttaperca (5).

Il proposito di questo studio *in vitro* è quello di indagare la resistenza alla microinfiltrazione microbica ed eventuali differenze tra ProRoot® MTA e un cemento Portland "325", utilizzandoli per creare un sigillo apicale ortograde, su un modello sperimentale che simuli quelle che sono le condizioni di apici radicolari molto ampi.

Riscontrata l'enorme somiglianza chimico-fisica tra i due prodotti, si ipotizza che entrambi i materiali usati per l'obturazione apicale possano fornire un elevato sigillo all'infiltrazione batterica in apici dove è stata riprodotta la tipica architettura degli "apici aperti".

## MATERIALI E METODI

Sono stati presi 40 elementi monocanalari da denti umani estratti per motivi parodontali od ortodontici, senza che fossero stati precedentemente trattati con terapia endodontica.

Ciascun elemento è stato sezionato in modo da asportarne la corona con una fresa cilindrica diamantata montata su un manipolo ad alta velocità. Tutti i canali sono stati quindi strumentati a mano fino all'apice con K-File in acciaio di diametri progressivi ISO, fino a raggiungere il diametro .35, utilizzando la tecnica *step-back*.

Tre radici sono state tenute per i controlli positivi e negativi (vedi oltre). Sulle restanti 37 radici è stata eseguita un'apicectomia di 3 mm, con una fresa cilindrica diamantata montata su manipolo ad alta velocità tenuta perpendicolarmente all'asse maggiore radicolare. I canali sono stati preparati con una sequenza progressiva di frese di Gates Glidden (GG): dalla più sottile # 1

(diam. 0.50 mm), alla # 4 (diam. 1.10 mm), montate su micromotore ad anello blu. Ad ogni strumentazione intracanalare, sia manuale che meccanica, è seguito un lavaggio con ipoclorito di sodio 5% (Nicolor 5, OGNA, It.) per la rimozione dei residui dentinali. Nella stessa soluzione sono poi state immerse tutte le radici per 5 minuti in modo da eliminare la presenza di microrganismi, ed in seguito conservate in soluzione fisiologica.

Le 40 radici sono state osservate allo stereomicroscopio a 32 ingrandimenti (Leika M400, Mikros Dental Microscopes) per rintracciare eventuali fratture. Sette tra le radici preparate anche con le frese GG, presentando segni di frattura, sono state eliminate dalla sperimentazione.

Le 30 radici preparate con canale radicolare uniforme di diametro 1.10 mm (GG # 4), sono state casualmente divise in due gruppi da 15 ciascuno: nel primo gruppo nei canali di ogni radice è stato posizionato ProRoot® MTA "white" (preparato secondo le indicazioni del fabbricante), e delicatamente compattato con plugger # 11 (diam. 1.10), fino a farlo raggiungere visivamente l'apice. In tal modo si sono obturati, in senso ortograde, gli ultimi 4 mm apicali di ogni canale, essendo questa quantità valutata idonea per ottenere un adeguato sigillo (13). Nella restante parte di canale rimasta sgombra è stato posizionato un *pellet* di cotone bagnato con acqua distillata. Tutte le radici sono poi state conservate all'interno di un involucro di garza di cotone bagnata con soluzione fisiologica e chiuse in un contenitore sterile per 96 ore.

Il secondo gruppo di radici è stato preparato e conservato allo stesso modo del primo, fatta eccezione per il materiale da obturazione per il quale si è utilizzato cemento Portland (325, Cementirosi, Fumane, Verona, Italia) miscelato con acqua distillata in modo da ottenere un impasto di consistenza simile alla argilla.

Tutte le 33 radici sono poi state inserite in provette in polipropilene di tipo Eppendorf® alle quali era stata asportata la parte terminale, in modo che almeno 5 mm apicali di radice fuoriuscissero dalla provetta (Fig. 1). Il margine di passaggio tra dente e provetta è stato si-

gillato con cianoacrilato (Super-Attack®, Henkel Loctite Adesivi S.r.l.). I provini sono stati lasciati asciugare con la radice rivolta in alto in modo che il collante non potesse defluire verso l'apice. Anche tutta la superficie esterna delle radici è stata ricoperta con un sottile strato di cianoacrilato, per sigillare eventuali canali laterali.

Una radice è stata completamente verniciata con il cianoacrilato, apice compreso (controllo negativo).

Le restanti due radici, per i controlli, dopo essere state inserite nelle provette Eppendorf® ed aver sigillato il margine radice-provetta con il cianoacrilato, sono rimaste tali: canale ed apice (diam. .35 mm) completamente pervi (controlli positivi; Fig. 2).

Tutti i provini così preparati sono stati prima immersi in ipoclorito di sodio per 5 minuti in modo da eliminare un'eventuale contaminazione batterica, poi risciacquati per tre volte con soluzione fisiologica per rimuovere eventuali residui della soluzione battericida.

Le provette Eppendorf® montate sui provini sono state necessarie per creare un "serbatoio" in cui si è inserito un terreno di coltura liquido nel quale erano stati inoculati batteri orali quali Streptococchi e Lactobacilli, prelevati da un campione salivare di soggetto maschio adulto (batteri maggiormente responsabili di lesione endodontica) (14).

Tutti i provini, caricati del terreno di coltura inoculato, sono stati posizionati su un terreno di coltura liquido sterile costituito da *Brain-Hart infusion* (BHI broth) e messi in incubazione a 37°C per 45 giorni (Fig. 3). Ogni 48 ore è stato rinnovato l'inoculo batterico all'interno del serbatoio dei provini.

## RISULTATI

Dopo 24 ore i controlli positivi mostravano intorbidimento del terreno di coltura, segno di passaggio batterico attraverso il forame apicale radicolare. Il controllo negativo non ha mai mostrato intorbidimento; allo stesso modo, nemmeno i campioni chiusi con MTA o con il cemento Portland hanno mostrato segni di infiltrazione batterica per tutto il



Fig. 1 - Radice con apicectomia e otturazione canale con Pro Root® MTA white inserita nella provetta tipo Eppendorf®.



Fig. 2 - Radice (controllo positivo) inserita nella provetta tipo Eppendorf®.

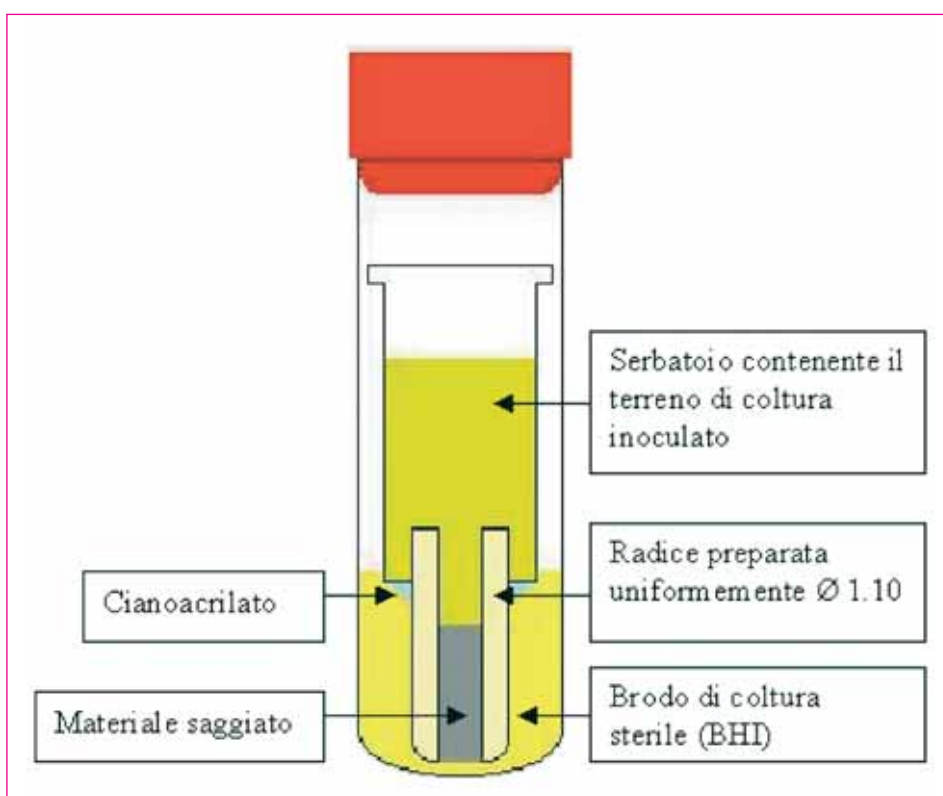


Fig. 3 - Sistema sperimentale utilizzato per misurare l'infiltrazione batterica dei materiali considerati.





Fig. 4 - Controllo positivo: notare intorbidimento del terreno di coltura. Confronta con Fig. 5.



Fig. 5 - Campione chiuso con cemento Portland: terreno di coltura limpido. Confronta con Fig. 4.

periodo di sperimentazione (45 giorni; Figg. 4-5).

## DISCUSSIONE

Il modello sperimentale utilizzato si è rivelato adatto agli scopi prefissati. Per il controllo negativo si è deciso di ricoprire l'intera radice con un sottile strato di cianoacrilato, così da dimostrare la mancanza di passaggio di batteri a livello dell'interfaccia radice-provetta. L'utilizzo del cianoacrilato lo si è ritenuto vantaggioso anche per il sigillo di eventuali canali laterali, rispetto allo smalto per unghie usato da Torabinejad (15), garantendo maggiori capacità adesive. I controlli positivi hanno indicato che il mantenimento dei provini con la zona apicale rivolta verso l'alto fino ad essiccamento completato del collante, evitava che il cianoacrilato andasse a sigillare il forame apicale stesso.

Si è scelto di utilizzare un campione batterico eterogeneo estratto da un prelievo salivare di uomo per rendere l'ambiente sperimentale più simile a quelle che sono le condizioni reali del cavo orale, contraddistinguendosi da quella

che è la consuetudine in letteratura, dove vengono scelte solo una o due specie batteriche (9, 15-18).

Si è dimostrato che il ProRoot® MTA non ha alcuna differenza, rispetto ad un cemento Portland, nel resistere alla infiltrazione batterica. Le immagini al SEM in Comin Chiaramonti (10) mostrano come i cristalli che costituiscono il MTA siano molto ravvicinati ed evitino la formazioni di "vie" di passaggio batterico. Ad ogni modo non è da sottovalutare la presenza di vuoti (bolle d'aria) che presumibilmente si formano nella preparazione di MTA durante la miscelazione della polvere con il liquido, che potrebbero dare origine a capillari comunicanti, riducendo la possibilità di ottenere il sigillo.

Anche l'interfaccia materiale testato-dentina radicolare in entrambe i gruppi sperimentali, evidentemente, ha bene resistito all'infiltrazione, in accordo con quanto segnalato da Shipper che evidenzia come il MTA abbia un buon adattamento marginale (19).

Entrambi i materiali sono estremamente efficaci, nonostante, siano stati testati in condizioni di particolare difficoltà tecnica. La compattazione dei materiali lungo un canale cilindrico privo di stop apicale, non permetteva di imprimere con il *plugger* una pressione tale da

assicurare una compattazione ottimale dei materiali.

Ancora da indagare resta la possibilità che il carico occlusale crei delle eventuali microfratture tali da inficiare il sigillo prodotto dai materiali, come invece, seppur in quantità estremamente ridotta, è segnalato come possibile in letteratura (20).

Si è dimostrata *in vitro* la possibilità di creare un perfetto sigillo apicale, principale presupposto per la guarigione di lesione endodontica, in quei casi in cui vi siano canali ed apici molto ampi, come è il caso di un dente necrotico non completamente formato, di riassorbimento apicale, o di danno iatrogeno da sovrastrumentazione e trasporto dell'apice.

Le due formulazioni del MTA ("white" e "gray") non mostrano differenze per quel che riguarda la loro infiltrazione (21), dato che in letteratura alla luce dei risultati ottenuti, si può accomunare a questi anche il cemento Portland.

In letteratura non vi sono riscontri di test effettuati su canali con diametri tanto grandi, comunque, un numero sostanziale di lavori pubblicati su diverse riviste dal 1993 ad oggi, hanno studiato il ProRoot® MTA per quel che riguarda la sua capacità di fornire un adeguato sigillo all'infiltrazione batterica (9, 15-18). La maggioranza degli studi concorda sulla migliore capacità di MTA di evitare la microinfiltrazione rispetto a molti altri materiali che sono stati usati (amalgama d'argento, IRM®, Super-EBA®, cementi vetroionomerici, ecc.).

## CONCLUSIONI

Un materiale tanto costoso, il ProRoot® MTA, e uno dai costi molto bassi, il cemento Portland, hanno indicato avere identiche proprietà nel generare un sigillo apicale in un modello sperimentale *in vitro* che simula i così detti "apici aperti".

Con questo studio sperimentale si avvalora sempre di più quanto già fatto notare in letteratura: la somiglianza tra MTA e cemento Portland da diversi punti di vista.

Ci si prospetta che vengano realizzati

nuovi cementi a "base Portland" tali da ridurre i costi di produzione e di vendita al dettaglio, pur essendo consci del costo maggiore delle sostanze pure presenti nei prodotti dedicati all'endodonzia, rispetto alle sostanze potenzialmente "inquinata" da fattori esterni, presenti nei cementi edili.

Nonostante l'otturazione canalare effettuata con tecnica laterale della guttaperca o con tecnica della guttaperca termoplastificata sia ritenuta da Vizgirda (22) più sicura per l'ottenimento del fondamentale sigillo apicale, i dati fin qui esposti dimostrano una efficacia notevole anche per il MTA. Con ciò non si

vuole dare l'indicazione a chiudere tutti i canali radicolari con cementi a "base Portland", ma sicuramente si vuole indicare il vantaggio di questi cementi che in casi particolari, come già precedentemente discusso, sono l'unica soluzione per fornire una prognosi potenzialmente predicibile.

## BIBLIOGRAFIA

1. Shilder H. Filling root canals in the three dimensions. *Dent Clin North Am* 1974; 11:723-744.
2. De Leimburg ML, 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; 30:883-886.
3. Pommel L, Camps J. *In vitro* apical leakage of Sistem B compared with other filling techniques. *J Endod* 2001;27:449-451.
4. Yared GM, Bou Dagher FE. Apical enlargement: influence on the sealing ability of the vertical compaction technique. *J Endod* 1994;20:313-314.
5. Torabinejad M, Chivian N. Clinical applications of Mineral Trioxide Aggregate. *J Endod* 1999;25:197-205.
6. Rafter M. Apexification: a review. *Dent. Traumatol* 2005;21:1-8.
7. Al-Kahtani A, Shostad S, Schifferle R, Bhambhani S. *In-vitro* evaluation of micro-leakage of an orthograde apical plug of mineral trioxide aggregate in permanent teeth with simulated immature apices. *J Endod* 2005;31:117-119.
8. Andreasen JO, Farik B, Munksgaard EC. Long-Term calcium Hydroxide as a root canal dressing may increase risk of root fracture. *Dent Traumatol* 2002;18:134-137.
9. Hachmeister DR, Schindler WG, Walker WA 3<sup>rd</sup>, Thomas DD. The sealing ability and retention characteristics of mineral trioxide aggregate in a model of apexification. *J Endod* 2002;28:386-390.
10. Comin Chiaramonti L. Il Mineral Trioxide Aggregate: analisi chimico-fisica, batteriologica e applicazioni cliniche. *Tesi di laurea* 2005; Università Verona, Italy
11. Thomson TS, Berry JE, Somerman MJ, Kirkwood KL. Cementoblasts maintain expression of osteocalcin in the presence of mineral trioxide aggregate. *J Endod* 2003; 29:407-412.
12. Torabinejad M, Pitt Ford TR, McKendry DJ, Abedi HR, Miller DA, Kariyawasam SP. Histologic assessment of mineral trioxide aggregate as a root-end filling in monkeys. *J Endod* 1997;23:225-228.
13. Valois CR, Costa ED Jr. Influence of the thickness of mineral trioxide aggregate on sealing ability of root-end fillings in vitro. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2004;97:108-111.
14. Lindhe J. *Parodontologia e Implantologia dentale*. 2002; Ed. Martina, Bologna. p.289.
15. Torabinejad M, Rastegar AF, Kettering JD, Pitt Ford TR. Bacterial leakage of mineral trioxide aggregate as a root-end filling material. *J Endod* 1995;21:109-112.
16. Mangin C, Yesilsoy C, Nissan R, Stevens R. The comparative sealing ability of hydroxyapatite cement, mineral trioxide aggregate, and super ethoxybenzoic acid as root-end filling materials. *J Endod* 2003;29: 261-264.
17. Nakata TT, Bae KS, Baumgartner JC. Perforation repair comparing mineral trioxide aggregate and amalgam using an anaerobic bacterial leakage model. *J Endod* 1998;24:184-186.
18. Fischer EJ, Arens DE, Miller CH. Bacterial leakage of mineral trioxide aggregate as compared with zinc-free amalgam, intermediate restorative material, and Super-EBA as a root-end filling material. *J Endod* 1998;24:176-179.
19. Shipper G, Grossman ES, Botha AJ, Cleaton-Jones PE. Marginal adaptation of mineral trioxide aggregate (MTA) compared with amalgam as a root-end filling material: a low-vacuum (LV) versus high-vacuum (HV) SEM study. *Int Endod J* 2004;37: 325-336.
20. Peters CI, Peters OA. Occlusal loading of EBA and MTA root-end fillings in a computer-controlled masticator: a scanning electron microscopic study. *Int Endod J* 2002;35:22-29.
21. Ferris DM, Baumgartner JC. Perforation repair comparing two types of mineral trioxide aggregate. *J Endod* 2004;30: 422-424.
22. Vizgirda PJ, Liewehr FR, Patton WR, McPherson JC, Buxton TB. A comparison of laterally condensed gutta-percha, thermoplasticized gutta-percha, and mineral trioxide aggregate as root canal filling materials. *J Endod* 2004;30:103-106.