

Nicola Scotti¹
Damiano Pasqualini¹
Leonardo Ciocca²
Maria Veronica Orsi²

Università degli Studi di Torino
¹ Reparto di Endodonzia
Titolare: Prof. Elio Berutti
Università degli Studi di Bologna
Alma Mater Studiorum
² Dipartimento di Scienze
Odontostomatologiche,
Sezione di Riabilitazione protesica orale
e maxillo-facciale
Direttore: Prof. Roberto Scotti

Corrispondenza:
Dott. Nicola Scotti
C.so Vittorio Emanuele II, 25
10125 Torino
Tel.: +39 (0)116503939
Fax.: +39 (0)116690602
E-mail: nikscotti@libero.it

Pervenuto in Redazione il 3 maggio 2006
Accettato per la pubblicazione l'11 luglio 2006

Tecnica di obturazione canalare finalizzata alla ricostruzione immediata del dente trattato endodonticamente: analisi al SEM delle superfici canalari

Obturation technique aiming to an immediate post-endodontic restoration: a SEM analysis of root canal walls

RIASSUNTO

Scopo: lo scopo di questo lavoro è confrontare attraverso valutazioni standard al SEM la percentuale di tubuli dentinali pervi in seguito alla preparazione del *post-space* mediante tre diverse tecniche: obturazione del terzo apicale e *back-filling* (tecnica tradizionale), obturazione del terzo apicale senza *back-filling* (tecnica tradizionale senza retroriempimento), tecnica di obturazione del terzo apicale proposta in questo studio.

Metodologia: trenta radici di elementi dentari monoradicoliati sono state divise in tre gruppi. Tutti i canali sono stati sagomati con tecnica mista (K-files e Pro Taper) e obturati con tre diverse tecniche. I campioni sono stati fratturati longitudinalmente, metallizzati e osservati al SEM secondo una suddivisione in segmenti del terzo medio e coronale. Le microfotografie sono state analizzate attraverso un *software* appositamente sviluppato che ha reso possibile la conta della percentuale di tubuli dentinali pervi.

Risultati: i detriti di cemento e gutta-perca hanno ostruito i tubuli dentinali del terzo medio e coronale, sede per l'alloggiamento del perno, nei campioni obturati con tecniche tradizionali. In tutti i campioni del gruppo 3, invece, l'analisi al SEM elaborata dal *software* ha mostrato una maggiore percentuale di tubuli dentinali pervi rispetto alle altre tecniche testate.

Conclusioni: l'analisi al SEM sembra supportare l'ipotesi che la tecnica d'ot-

turazione canalare finalizzata alla ricostruzione post-endodontica consenta di ottenere un substrato morfologico ideale alla formazione di un legame adesivo più efficace del perno in fibra alle pareti canalari.

Parole chiave:
Perno in fibra, cementazione adesiva, tubuli dentinali.

ABSTRACT

Aim: the aim of this study is to compare, by using standard SEM evaluations, the percentage of pervious dentinal tubules after the execution of a post space preparation. The latter was carried out by using three different techniques: obturation of the apical third with backfilling (traditional technique), obturation of the apical third without backfilling (traditional technique without backfilling) and obturation of the apical third with the technique proposed by this study.

Methodology: thirty roots of single-rooted teeth were divided into three groups of ten specimens each. All root canals were shaped with the mixed technique (K-file and Pro Taper) and obturated with one of three different techniques. Specimens were fractured longitudinally, metal-coated and observed under the SEM following the separation of the apical third and the coronal third. A thorough analysis of the microphotographs was carried out by using a software which was specifically developed for this purpose, allowing the

calculation of the amount of free dentinal tubules.

Results: in those specimens which had been obturated by using the traditional technique, cement and gutta-percha debris were observed to obstruct the dentine tubules in the middle and coronal third, which was the area previously prepared to receive the post. The SEM analysis processed by the software reveals that specimens from group 3 showed a greater amount of free dentine tubules when compared with the other tested techniques.

Conclusions: the SEM analysis seems to support the hypothesis that the obturation technique aimed at obtaining a post-endodontic restoration allows the achievement of an ideal morphologic substrate for the formation of an efficient adhesive bonding of the fiber post to canal walls.

Key words:
Fiber post, adhesive cementation, dentine tubules.

INTRODUZIONE

La qualità della ricostruzione post-endodontica è un fattore prognostico post-operatorio che esercita un impatto rilevante sul successo a lungo termine della terapia endodontica (1).

Gli elementi dentari trattati endodonticamente e riabilitati con terapie conservative o protesiche dimostrano una migliore percentuale di successo rispetto a quelli non restaurati (2-5), e la qualità del restauro influenza direttamente

la prognosi della terapia endodontica (6-9). Il restauro immediato di un elemento trattato endodonticamente può diminuire il rischio di perdita del sigillo coronale e di infiltrazione batterica, quindi dovrebbe essere eseguito il più presto possibile (10).

A tale scopo sono state introdotte delle metodiche adesive per la ricostruzione diretta post-endodontica attraverso l'impiego di perni in fibra (11, 12). I perni rinforzati con fibre di varia natura hanno portato un nuovo concetto nei protocolli per la ricostruzione post-endodontica. La struttura del *build-up* (perno in fibra, cemento resinoso, materiale da ricostruzione e dentina delle pareti canalari) costituisce un complesso strutturalmente e meccanicamente omogeneo. La validità della ricostruzione post-endodontica con l'ausilio di perni in fibra è sostenuta da una corposa ricerca di base *in vitro* (13-16) e da attendibili studi clinici a medio termine (17-21). Tra la ridotta percentuale di insuccessi clinici, tali studi prospettici o retrospettivi hanno dimostrato come la decementazione adesiva o coesiva della ricostruzione sia l'evento più frequente e si verifichi prevalentemente nell'interfaccia cemento adesivo-dentina endocanalare. Una delle cause di questa perdita di adesione può essere ricondotta all'insufficiente rimozione del materiale da otturazione canalare e del cemento endodontico, quando si impiegano convenzionali procedure per la preparazione alla cementazione del perno in fibra del canale radicolare (22). Tale insufficiente rimozione produce una riduzione dell'adesione micromeccanica dei sistemi adesivi, correlata ad una diminuzione della superficie totale di strato ibrido e, di conseguenza, ad un legame adesivo più debole. L'adesione è, inoltre, fortemente influenzata dal numero di tubuli dentinali completamente pervi disponibili, senza residui di cemento endocanalare o guttaperca, permettendo all'adesivo dentinale di penetrare al loro interno con la formazione di un numero elevato di *resin tags* che consentono una ritenzione meccanica secondaria.

Il posizionamento di un perno in fibra con tecniche adesive potrebbe essere facilmente eseguito al termine della seduta dell'otturazione endodontica. Ciò

permetterebbe di ottenere un immediato sigillo del sistema dei canali radicolari e una ricostruzione pre-protetica definitiva.

Berutti et al. (23) hanno proposto una tecnica di otturazione endodontica finalizzata all'otturazione del terzo apicale su elementi dentari che richiedono una ricostruzione con perno in fibra, evitando la rimozione di una quota di dentina sana per eliminare i residui di cemento e guttaperca dalle pareti canalari. Tale metodica è stata proposta per rispettare i concetti di *minimal intervention dentistry*, in quanto si eviterebbe di rimuovere una quota di dentina sana per la rimozione dei materiali da otturazione endodontica e la preparazione della sede di alloggiamento del perno. Lo scopo di questo lavoro è confrontare, attraverso valutazioni standard al SEM la percentuale di tubuli dentinali pervi in seguito alla preparazione del *post space* mediante tre diverse tecniche: otturazione del terzo apicale e *back-filling* (tecnica tradizionale), otturazione del terzo apicale senza *back-filling* (tecnica tradizionale senza retrorimpimento), tecnica di otturazione del terzo apicale proposta in questo studio.

MATERIALI E METODI

Preparazione dei campioni

Per questo studio sono stati utilizzati elementi dentari monoradicolarati umani estratti per motivi parodontali con apice completamente formato (incisivi centrali superiori e canini con una curvatura canalare ed una morfologia sostanzialmente paragonabile). Dopo la detersione della superficie radicolare, i denti sono stati immersi in una soluzione al 5% di NaOCl (Nicolor 5, Ogna, Italy) per 15 minuti e successivamente conservati all'interno di una soluzione fisiologica e timolo al 12% (24) fino alla strumentazione. Ogni elemento dentario è stato poi sezionato a livello della giunzione amelo-cementizia creando un piano perpendicolare all'asse lungo del dente. Il canale è stato quindi sondato con un K-File #10 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) per saggiarne la percorribilità. In tutti i campio-

ni sono stati eseguiti due tagli laterali con un disco separatore senza raggiungere il canale, al fine di poter sezionare più facilmente le radici. È stato effettuato un esame radiografico di ogni elemento dentario (70 kV e 0,08 sec.) al fine di effettuare una selezione preliminare di campioni che sembravano avere un canale omogeneo senza calcificazioni.

Tutti i canali radicolari sono stati sagomati dal medesimo operatore. In tutti i campioni è stato eseguito un *preflaring* manuale utilizzando K-Flexofiles (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) fino al #20 e poi sagomati con ProTaper S1-S2-F1-F2-F3 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) alla lunghezza di lavoro. La lunghezza di lavoro è stata stabilita al microscopio operatorio 10x (Pro Magis, Carl Zeiss, Germany), fino a quando la punta dello strumento risultava visibile a livello del forame apicale. In ogni campione l'irrigazione è stata eseguita alternando 10 ml di NaOCl al 5% a 50°C (Nicolor 5, Ogna, Italy) a 2 ml di EDTA al 10% (Tubuliclean, Ogna, Italy), con una siringa da 2 ml con ago 22 gauge e frequenti ricapitolazioni con K-File #10. Le radici sono state poi ispezionate al microscopio per controllare l'integrità del forame apicale e l'assenza di fratture. Il diametro del forame apicale è stato stabilito con un K-File Nitiflex (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) alla lunghezza di lavoro. Soltanto i campioni con diametro apicale #30 sono stati inseriti nello studio.

I 30 campioni ottenuti sono stati randomizzati (*random numbers table*) ed assegnati a 3 diversi gruppi di 10 campioni ciascuno.

Gruppo 1 (otturazione apicale e *back-filling*): i canali radicolari sono stati otturati con coni di guttaperca non-standard (Mynol®, Eatontown, NJ, USA) e Pulp Canal Sealer EWT® (Kerr Corp., Orange, CA, USA) con *plugger medium* e System B® (Kerr Corp., Orange, CA, USA) con la tecnica dell'onda continua di condensazione. Il *back-filling* è stato eseguito con la siringa Obtura II (Texceed, Costa Mesa, USA) fino all'imbocco del canale. Una volta completata l'otturazione si procedeva alla rimozione della guttaperca con frese dedicate (DT Light Post®, BISCO Inc.

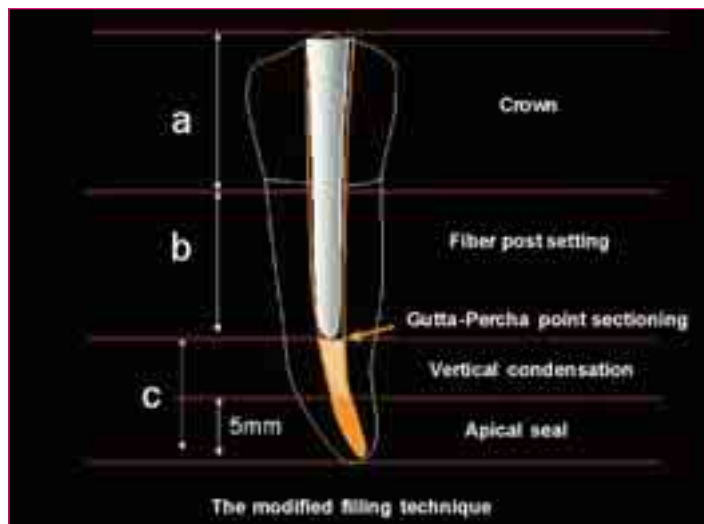


Fig. 1 - Schematizzazione della tecnica di obturazione del terzo apicale finalizzata alla ricostruzione post-endodontica mediante perno in fibra.

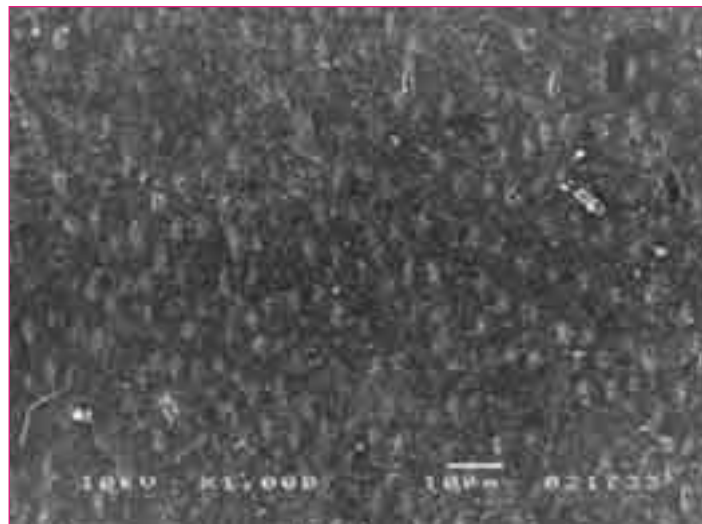


Fig. 2 - Microfotografia al SEM (1000x) gruppo 1. Segmento del terzo medio della dentina canalare con tubuli occlusi da detriti di cemento e guttaperca.

Schaumburg, Illinois, USA) fino a 5 mm dall'apice.

Gruppo 2 (obturazione apicale senza *back-filling*): è stata eseguita l'obturazione con la metodica utilizzata nel gruppo 1 senza procedere al successivo *back-filling* con siringa Obtura II.

Gruppo 3 (nuova metodica) (Fig. 1): prima dell'obturazione, il cono di guttaperca non standard posizionato alla lunghezza di lavoro, è stato marcato in due punti con una tacca di riferimento: la prima a livello del margine coronale della radice, l'altra a 8 mm dalla punta del cono. Il *plugger* del System B è stato calibrato in modo che raggiungesse questa seconda tacca (8 mm dall'apice). Il cemento endodontico (Pulp Canal Sealer EWT®, Kerr Corp., Orange, CA, USA) è stato iniettato nella porzione apicale del canale radicolare con una siringa (Centrix®, KerrHawe, Bioggio, Switzerland), introducendo successivamente il cono di guttaperca alla lunghezza di lavoro. Con il *plugger* del System B si è sezionata e rimossa la porzione di cono coronale alla tacca degli 8 mm. Successivamente si è proceduto alla compattezza verticale della guttaperca calda della sola porzione apicale del canale radicolare.

Osservazione dei campioni al SEM e analisi computerizzata

I campioni sono stati fratturati longitudinalmente con dei ceselli in modo da

evitare la contaminazione dei tubuli da parte di detriti dentali. Questo ha consentito di ottenere due superfici per ogni elemento dentario suddivise in 8 segmenti perpendicolari all'asse lungo del campione, da quello apicale del *post-space* al margine coronale. I campioni sono stati disidratati a tappe successive con alcol a 90° e poi metallizzati con un film conduttore, ottenuto usando un Agar Auto Sputter Coater (Agar). Per l'osservazione al microscopio è stato utilizzato un Autoscan Siemens SEM (Siemens, Erlangen, Germania) a 15 kV. È stata poi eseguita una serie standardizzata di microfotografie a scopo comparativo. Il valore d'ingrandimento utilizzato è stato 1000x (Figg. 2-4).

La valutazione oggettiva della percentuale di tubuli dentali pervi in ogni segmento è stata eseguita con un *software* appositamente sviluppato (25) implementando MATLAB's M-language e Image Processing Toolbox. Il *software* opera rilevando i contorni dei tubuli dentali dalle immagini al SEM, attraverso un'elaborazione dei valori della scala dei grigi, i quali vengono rappresentati graficamente da un perimetro. In questo modo è stato possibile calcolare la percentuale di tubuli pervi rispetto al numero totale dei tubuli di ogni segmento.

Le differenze tra i gruppi sono state analizzate con il test non parametrico Kruskal-Wallis (K-W) e i *post-hoc* confron-

ti multipli sono stati eseguiti con il Dunn's Test. Le differenze sono state considerate statisticamente significative quando $p < 0.05$ aggiustato per il numero di confronti multipli. Per l'analisi statistica è stato impiegato il software SPSS 12.0 per Windows.

RISULTATI

La statistica descrittiva è riassunta nella Tabella 1. Il gruppo 3 (nuova metodica) ha presentato una maggiore percentuale di tubuli dentali pervi. L'analisi inferenziale ha infatti individuato delle differenze statisticamente significative tra i tre gruppi (K-W 13.595; $gl = 2$; $P = 0.001$) e l'analisi *post-hoc* (Tab. 2) ha rilevato una percentuale di tubuli pervi significativamente maggiore nel gruppo 3 ($p < 0.05$ in entrambi i confronti). Viceversa tale differenza non è risultata statisticamente significativa nel confronto tra i gruppi 1 e 2.

DISCUSSIONE

L'analisi critica dei risultati emersi attraverso l'esame al SEM delle diverse dentine radicolari dopo l'esecuzione dell'ot-

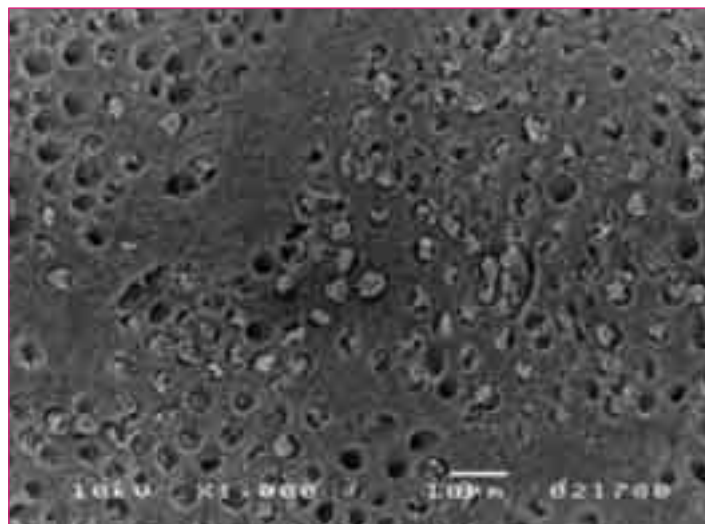


Fig. 3 - Microfotografia al SEM (1000x) gruppo 2. La dentina canalare appare meno cosparsa di detriti di materiale da otturazione endodontica, con una quota di tubuli dentinali pervi.

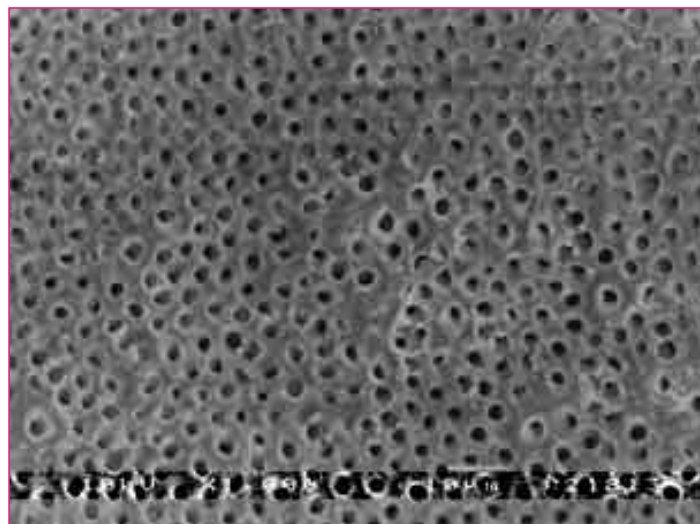


Fig. 4 - Microfotografia al SEM (1000x) gruppo 3. La percentuale di tubuli dentinali pervi è elevata, creando un substrato ideale all'adesione del perno in fibra.

Gruppo	Media	Deviazione standard	Errore standard	Mediana	Minimo	Massimo
1	3.062	2.711	0.9583	2.438	0	6.87
2	11.34	14.09	4.981	5.195	0.31	36.25
3	65.62	34.05	12.04	81.56	22.5	98.12

Tab. 1 - Statistica descrittiva.

Confronto	Differenza di ranghi	SE	Q	Qcrit	P<0.05	Differenza significativa
3 contro 1	19.75 - 7.125	12.62	3.536	3.571	2.394	Sì
3 contro 2	19.75 - 10.62	9.125	3.536	2.581	2.394	Sì
2 contro 1	10.62 - 7.125	3.5	3.536	0.990	2.394	No

Tab. 2 - Confronti multipli (Dunn's Test).

turazione canalare ha mostrato come, a seconda della tecnica impiegata, si creano condizioni cliniche più o meno favorevoli all'adesione. Il confronto tra le diverse tecniche, basato sulla percentuale di tubuli dentinali pervi, rivela come una procedura di otturazione canalare che interessi esclusivamente il terzo apicale produca una minor quantità di detriti in corrispondenza del terzo medio e coronale, ove si prevede la sede per l'alloggiamento del perno in fibra. La tecnica di otturazione endodontica del terzo apicale si pone appunto come obiettivo il posizionamento del cemento endocanalare e della guttaperca direttamente nella porzione apicale, in modo che questi non vadano ad intaccare

i tubuli dentinali utili per fornire substrato adesivo per la ricostruzione post-endodontica.

L'applicazione del *software* (25), appositamente sviluppato dal Dipartimento di Protesi Dentaria dell'Università degli Studi di Bologna diretto dal Prof. Roberto Scotti, implementando MATLAB's M-language e Image Processing Toolbox, si è rivelata particolarmente efficace per lo scopo di questo lavoro.

Le tecniche per la rimozione della guttaperca e del cemento endodontico nella preparazione del *post-space* influenzano sia la ritenzione che il sigillo coronale (26, 27); tuttavia sembra che un sufficiente grado di adesione tra resina e superficie dentinale sia fornito anche

dalle convenzionali procedure di mordezatura, attraverso le quali si incrementa significativamente la superficie disponibile per l'adesione (28). Altri studi hanno valutato nuove procedure cliniche finalizzate alla preservazione della contaminazione dei tubuli dentinali da parte di materiale da otturazione endodontica (29). Il fine comune è quello di completare la ricostruzione del dente trattato endodonticamente nella stessa seduta in cui si esegue l'otturazione canalare. Oltre a sfruttare l'isolamento del campo operatorio con la diga di gomma, tale procedura clinica si ritiene valida in quanto si fornisce immediatamente un sigillo del sistema dei canali radicolari, evitando possibili ricon-

minazioni batteriche (30).

Le tecniche di cementazione adesiva richiedono una superficie canalare con tubuli dentinali pervi come substrato strutturale per il cemento che fornisce ritenzione al perno. La preparazione del *post-space* con frese calibrate e la successiva mordenzatura con acido ortofosforico ha infatti come obiettivo la rimozione del fango dentinale e dei residui del materiale da otturazione canalare, in modo da esporre tubuli dentinali pervi. La penetrazione di zaffi di resina (*resin tags*) all'interno dei tubuli e di eventuali canali laterali influenza direttamente la resistenza del legame adesivo. La forza del legame adesivo alla dentina si basa quindi sull'uniformità e sulla densità dei *resin tags*, e sulla formazione di uno strato ibrido continuo (31-34). Ne consegue che una buona adesione del perno in fibra alle pareti canalari garantisce migliori proprietà meccaniche del restauro post-endodontico, aumentando così la prognosi nel tempo (31, 35). L'obiettivo della ricostruzione post-endodontica è di ottenere tubuli dentinali pervi e liberi da detriti di cemento endocanalare e guttaperca per ottenere una ritenzione micromeccanica più

efficace possibile (36). I residui di eugenolo, contenuto nel cemento endocanalare, sembrano inibire la polimerizzazione della resina adesiva. Alcuni studi hanno infatti dimostrato una riduzione statisticamente significativa della ritenzione del perno in fibra nei casi in cui è stato impiegato un cemento endodontico contenente eugenolo (37, 38). Questo appare comunque un capitolo controverso: altri studi infatti non hanno evidenziato alcuna interferenza tra eugenolo e polimerizzazione del cemento resinoso (39). In ogni caso il primo obiettivo da raggiungere prima di effettuare la ricostruzione post-endodontica è quello di minimizzare la presenza di cemento e guttaperca all'interno dei tubuli dentinali nell'area che accoglierà il perno. Le osservazioni al SEM effettuate in questo studio dimostrano come una tecnica che si proponga di otturare solo il terzo apicale fornisca una percentuale di tubuli pervi maggiore rispetto alle convenzionali procedure. Tale condizione morfologica dovrebbe favorire la formazione di uno strato ibrido continuo e in grado di fornire resistenza al restauro post-endodontico.

CONCLUSIONI

Sulla base dei risultati ottenuti in questo studio *in vitro* si può osservare come la metodica di otturazione canalare finalizzata alla cementazione di perni in fibra si dimostri valida per la percentuale di tubuli dentinali pervi, disponibili alla formazione di un substrato ibrido. Infatti, la mancata contaminazione del terzo medio e coronale da parte di cemento e guttaperca consente di ottenere un substrato favorevole all'adesione del perno.

Inoltre, si limita la necessità di un'aggressiva preparazione del *post-space*, rispettando il concetto di *minimal intervention dentistry*.

I risultati ottenuti da questo studio rendono comunque necessarie ulteriori ricerche sperimentali per valutare la correlazione tra la percentuale di tubuli dentinali pervi ed il successo clinico dei perni in fibra. Alcuni parametri come il carico funzionale e la forza di adesione del perno alle pareti endocanalari devono essere ancora valutati.

BIBLIOGRAFIA

1. Friedman S. Prognosis of initial endodontic therapy. *Endodontic Topics* 2002; 2:59-88.
2. Heling B, Shapira J. Roentgenologic and clinical evaluation of endodontically treated teeth, with or without negative culture. *Quintessence Int* 1978; 11:79-84.
3. Swartz DB, Skidmore AE, Griffin JA. Twenty years of endodontic success and failure. *J Endod* 1983; 9:198-202.
4. Allen RK, Newton CW, Brown CE Jr. A statistical analysis of surgical and nonsurgical endodontic retreatment cases. *J Endod* 1989 Jun; 15(6):261-6.
5. Friedman S, Löst C, Zarrabian M, Trope M. Evaluation of success and failure after endodontic therapy using glass ionomer cement sealer. *J Endod* 1995; 21:384-390.
6. Ray HA, Trope M. Periapical status of endodontically treated teeth in relation to the technical quality of the root filling and the coronal restoration. *Int Endod J* 1995 Jan; 28(1):12-8.
7. Tronstad L, Asbjørnsen K, Doving L, Pedersen I, Eriksen HM. Influence of coronal restorations on the periapical health of endodontically treated teeth. *Endod Dent Traumatol*. 2000 Oct; 16(5):218-21.
8. Hommez GM, Coppens CR, De Moor RJ. Periapical health related to the quality of coronal restorations and root fillings. *Int Endod J* 2002 Aug; 35(8):680-9.
9. Iqbal MK, Johansson AA, Akeel RF, Bergholtz A, Omar R. A retrospective analysis of factors associated with the periapical status of restored, endodontically treated teeth. *Int J Prosthodont*. 2003 Jan-Feb; 16(1):31-8.
10. Heling I, Gorfil C, Slutzky H, Kopolovic K, Zalkind M, Slutzky-Goldberg I. Endodontic failure caused by inadequate restorative procedures: review and treatment recommendations. *J Prosthet Dent* 2002; 87:674-678.
11. Duret B, Reynaud M, Duret F. Un nouveau concept de reconstitution coronoradiculaire: le Composipost (1). *Le Chir Dent de France* 1990; 540:131-41.
12. Duret B, Reynaud M, Duret F. Un nouveau concept de reconstitution coronoradiculaire: le Composipost (2). *Le Chir Dent de France* 1990; 542:69-77.
13. Stockton LW, Williams PT. Retention and shear strength of two post systems. *Oper Dent* 1999; 24:210-216.
14. Drummond L. *In vitro* evaluation of endodontic post. *Am J Dent* 2000; 13 Spec Issue: 5B-9B.
15. Pieri F. Resistenza alla fatica di perni endocanalari *in vitro*: uno studio comparativo. *DDS Thesis*; 2000, Università di Bologna # 68509.
16. Sirimai S, Douglas NR, Morgano SM. An *in vitro* study of the fracture resistance of pulpless teeth restored with six post-and-core systems. *J Prosthet Dent* 1999; 81:262-9.
17. Fredrikson M, Astback J, Pameius M, Arvidson K. A retrospective study of 236 patients with teeth restored by carbon fiber reinforced epoxy resin posts. *J Prosthet Dent* 1998; 80:151-7.
18. Mannocci F, Vichi A, Ferrari M. Carbon

- p fiber vs cast post: a two years recall study.
- J Dent Res*
- 1998; 77(abstr#419):1259.
19. Ferrari M, Vichi A, Mannocci F, Mason PN. Retrospective study of the clinical performance of fiber posts. *Am J Dent* 2000; 13:9b-13b.
 20. Ferrari M, Vichi A, Garcia-Godoy F. Clinical evaluation of fiber-reinforced epoxy resin posts and cast posts and cores. *Am J Dent* 2000; 13:15b-18b.
 21. Malferrari S, Monaco C, Scotti R. Clinical evaluation of teeth restored with quartz fiber-reinforced epoxy resin posts. *Int J Prosthodont* 2003 Jan-Feb; 16(1):39-44.
 22. Serafino C, Gallina G, Cumbo E, Ferrari M. Surface debris of canal walls after post space preparation in endodontically treated teeth: a scanning electron microscopic study. *Oral Surg Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2004; 97:381-7.
 23. Berutti E, Orsi MV, Grandini S. The Endodontic Treatment. In: Scotti R, Ferrari M. *Perni in fibra: presupposti teorici e applicazioni cliniche*. 2002, Masson, Milano.
 24. Rueggeberg FA. Substrate for adhesion testing to tooth structure. Review of the literature. *Dent Mat* 1991; 7:2-12.
 25. Ciocca L, Gallina I, Novacchia E, Baldissara P, Scotti R. A new method for quantitative analysis of dentinal tubules. *Comput Biol Med.* 2006 Apr 16; [Epub ahead of print].
 26. Abramovitz I, Lev R, Fuss Z, Metzger Z. The unpredictability of seal after post space preparation: a fluid transport study. *J Endod* 2001; 27:292-5.
 27. Stockton LW. Factors affecting retention of post systems: a literature review. *J Prosthet Dent* 1999; 81:380-5.
 28. Ferrari M, Mannocci F, Vichi A. Bonding to root canal: structural characteristics of the substrate. *Am J Endo* 2000; 13:120-127.
 29. Pasqualini D, Bresciano M, Del Mastro G, Berutti E. Una nuova tecnica di condizionamento della superficie canalare per la ricostruzione immediata del dente trattato endodonticamente: osservazioni al SEM. *G It Endo* 2004; 18(1):19-22.
 30. Khayat A, Lee SJ, Torabinejad M. Human saliva penetration of coronally unsealed obturated root canals. *J Endod* 1993; 19(9):458-61.
 31. Ferrari M, Vichi A, Grandini S, Goracci C. Efficacy of a self-curing adhesive-resin cement system on luting glass-fiber posts into root canals: an SEM investigation. *Int J Prosthodont* 2001; 14(6):543-9.
 32. Pashley EL, Tao L, Matthews WG, Pashley DH. Bond strengths to superficial, intermediate and deep dentin *in vivo* with four dentin bonding systems. *Dent Mater* 1993; 9(1):19-22.
 33. Chappell RP, Spencer P, Eick JD. The effects of current dentinal adhesives on the dentinal surface. *Quintessence Int* 1994; 25(12):851-9.
 34. Mjor IA, Nordahl I. The density and branching of dentinal tubules in human teeth. *Arch Oral Biol* 1996;41(5):401-12.
 35. Varela SG, Rabade LB, Lombardero PR, Sixto JM, Bahillo JD, Park SA. *In vitro* study of endodontic post cementation protocols that use resin cements. *J Prosthet Dent* 2003; 89(2):146-53.
 36. Hansen EK, Asmussen E. Influence of temporary filling materials on effect of dentin-bonding agents. *Scand J Dent Res* 1987; 95(6):516-20.
 37. Tjan AH, Nemetz H. Effect of eugenol-containing endodontic sealer on retention of prefabricated posts luted with adhesive composite resin cement. *Quintessence Int* 1992; 23:839-44.
 38. Schwartz RS, Murchison DF, Walker WA 3rd. Effects of eugenol and noneugenol endodontic sealer cements on post retention. *J Endod* 1998; 24(8):564-7.
 39. Paul SJ, Scharer P. Effect of provisional cements on the bond strength of various adhesive bonding systems on dentine. *J Oral Rehabil* 1997; 24(1):8-14.