

Nicola Maria Grande
Gianluca Plotino
Domenico Piselli
Francesco Somma

Università Cattolica del Sacro Cuore di Roma
Istituto di Clinica Odontoiatrica
Direttore: Prof. Renzo Raffaelli
Cattedra di Odontoiatria Conservatrice III
Titolare: Prof. Francesco Somma

Corrispondenza:
Dott. Nicola Maria Grande
Via Mugello, 22
00141 Roma
Tel./Fax: 06-88644341
E-mail: nmg@fastwebnet.it

Influenza della preparazione del *post-space* sul sigillo apicale in canali obturati con il sistema Thermafil

Evaluation of the effects of post-space preparation on the apical seal of teeth obturated with Thermafil

RIASSUNTO

Introduzione : la preparazione del *post-space* (PS) al fine di posizionare una ritenzione intracanalare per il restauro potrebbe compromettere la qualità del sigillo apicale, requisito fondamentale per la prognosi a lungo termine dei denti trattati endodonticamente. Nei denti obturati con il sistema Thermafil il *carrier* di plastica potrebbe trasmettere stress apicalmente durante la preparazione del PS. Lo scopo del nostro lavoro è stato di verificare quale influenza avesse sul sigillo apicale ottenibile con il Thermafil la preparazione del PS immediata o ritardata nel tempo e la lunghezza dell'otturazione canalare residua, comparando i risultati con quelli ottenuti in denti obturati con condensazione laterale a freddo e *post-space* immediato preparato con mezzi termici.

Materiali e metodi: sono stati selezionati 70 elementi dentari umani monocalari, sia mascellari che mandibolari, estratti per motivi ortodontici o parodontali. Per la preparazione dei canali radicolari sono state utilizzate frese GG nei 2/3 coronali; il terzo apicale è stato alesato con tecnica *step-back* con K-File manuali fino ad ottenere un diametro apicale di tre misure superiore a quello del primo strumento che si impegnava alla lunghezza di lavoro. I canali sono stati divisi in modo randomizzato in 3 gruppi: A) obturati col Thermafil, B) obturati con condensazione laterale, C) controlli positivi e negativi. I gruppi A e B sono stati ulteriormente suddivisi in 6 sottogruppi di 10 canali ciascuno, a seconda che la preparazione del *post-space* sia stata immediata o ritardata (7 giorni) e che la guttaperca residua nel canale fosse di 7 mm o 4 mm. Dopo essere stati obturati, i campioni sono stati immersi in blu di metilene al 2%, con l'apice rivolto verso l'alto, con una riduzione di pressione di 70 kPa per 30 min e poi lasciati a pressione

atmosferica per 48 ore. Le radici sono state poi sezionate longitudinalmente in senso bucco-linguale ed esaminate allo stereo-microscopio a 10 ingrandimenti. La massima infiltrazione lineare è stata misurata con un micrometro digitale con un margine di errore di 0,1 mm. I risultati sono stati analizzati con il test della varianza ad un fattore con valori di significatività posti a $p < 0,05$.

Risultati e conclusioni: è stata misurata l'infiltrazione lineare dei campioni. I controlli positivi hanno evidenziato infiltrazione completa, mentre i controlli negativi non hanno rivelato alcuna infiltrazione. I campioni dei gruppi obturati con il Thermafil hanno mostrato infiltrazione maggiore rispetto a quelli obturati con condensazione laterale ($p < 0,001$). Nei campioni obturati in Thermafil, il *post-space* immediato ha evidenziato statisticamente una minor infiltrazione rispetto al *post-space* ritardato ($p < 0,05$). Sia nei gruppi obturati con il sistema Thermafil che in quelli obturati con la tecnica di condensazione laterale non c'è stata differenza statisticamente significativa di infiltrazione apicale, a seconda che la guttaperca residua fosse di 7 mm o 4 mm.

Parole chiave:

Thermafil, *post-space*, sigillo apicale.

ABSTRACT

Introduction: the quality of the apical seal affects long term prognosis of endodontically treated teeth; preparing the *post-space* (PS) in order to place an intracanal retention could compromise the quality of the apical seal. In teeth obturated with Thermafil, the plastic carrier could transmit stresses apically during the PS preparation. The aim of our study was to evaluate the influence of two factors on the apical seal of teeth obturated with Thermafil: immediate and delayed PS preparation and seal-

ing ability of different amounts of remaining obturation.

Materials and methods: 70 single canal human roots were selected. Working length was established at the apical foramen and canals were prepared with conventional *step-back* shaping procedure using stainless steel K-File and GG. A final apical diameter 3 sizes larger than first K-file that fitted in apex was obtained. The canal shape was verified with Maillefer Thermafil Verifiers. Teeth were randomly divided in 3 groups: A) Thermafil obturation, B) lateral condensation, C) positive and negative controls. Groups A and B were randomly divided in 6 subgroups of 10 canals each, depending on: PS preparation immediate-IMM or delayed-DEL (7 days) and residual apical obturation length of 7 mm or 4 mm. After storage the specimens were then immersed in 2% methylene blue solution, with apical side facing upwards, under a reduced pressure of 70 kPa for 30 minutes and then at atmospheric pressure for 48 hours. Roots were then sectioned buccolingually and examined by optical stereomicroscope 10x. The maximum linear leakage was measured with a digital micrometer with a maximum error of 0,1 mm. **Results:** average linear leakage in mm was established. ANOVA test was used for statistical analysis ($p < 0,05$). Positive controls showed total infiltration, while negative controls no infiltration.

Conclusions: specimens obturated with Thermafil showed higher leakage than lateral condensation ones ($p < 0,001$). In specimens obturated with Thermafil PS IMM showed lower leakage than PS DEL ($p < 0,05$). No statistically significant differences in apical leakage were found in either group (Thermafil or lateral condensation) whether the residual apical obturation was of 7 mm or 4mm.

Key words:

Thermafil, *post-space*, apical seal.

INTRODUZIONE

Nel 1978 Ben Johnson (1) introdusse una nuova tecnica per poter otturare i canali radicolari in un'unica soluzione con guttaperca termoplastificata, utilizzando *carriers* metallici flessibili rivestiti di guttaperca in fase. La tecnica Thermafil (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Switzerland) fu sviluppata da questa idea ed è divenuta una reale alternativa clinica alle altre metodiche di otturazione canalare, avendo come vantaggi soprattutto la possibilità di otturare a caldo radici molto sottili, lunghe e curve, oltre che la particolare semplicità e rapidità di utilizzo (2, 3, 4).

Questa tecnica presenta, come tutte, anche degli svantaggi, determinati, soprattutto dal punto di vista pratico, dalla presenza del *carrier* centrale. Il principale problema che si sono posti sia i ricercatori che la casa produttrice è stata la possibilità di effettuare ritrattamenti di canali otturati con questa tecnica. Inizialmente la presenza del *carrier* metallico rappresentava un ostacolo importante per il ritrattamento (5); tuttavia l'introduzione di *carriers* plastici provvisti di una particolare scanalatura, che permette una più agevole rimozione della guttaperca lateralmente al *carrier* stesso e la sua successiva rimozione, ha in parte risolto questo problema (6). Un'ulteriore difficoltà si può riscontrare nella preparazione dello spazio per l'alloggiamento di un perno endocanalare, laddove, nonostante la creazione di frese apposite (Prepi Burs, Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Switzerland), l'eliminazione del *carrier* plastico dalla porzione coronale del canale può risultare indagine e allungare i tempi operativi. Inoltre, non si sa ancora con certezza quale effetto può avere sull'integrità del sigillo apicale la trasmissione attraverso il *carrier* delle vibrazioni determinate dalle frese per la preparazione del *post-space* (7-12).

È ben noto, infatti, che la microinfiltrazione attraverso l'otturazione canalare può influenzare negativamente il risultato di una terapia endodontica (13). Pur non esistendo una metodica universalmente accettata per valutare questo parametro (14) e nonostante che la rilevanza clinica di questo tipo di test sia stata messa in dubbio (15), lo studio *in vitro* del sigillo ottenuto dai materiali da otturazione rappresenta il modo più diffuso per ottenere dei dati attendibili sul

comportamento e sulle caratteristiche dei diversi materiali.

La microinfiltrazione attraverso il sistema Thermafil è stata paragonata in diversi studi con quella riscontrata in altri sistemi di chiusura endodontica, ma le conclusioni sono state contraddittorie. Alcuni studi (16 - 19) indicarono che il Thermafil risultava più efficace nel ridurre la microinfiltrazione apicale rispetto alla condensazione laterale e alla tecnica del cono singolo. Al contrario altri lavori (20, 21) riscontrarono che in denti con otturazione Thermafil si verificava una maggiore infiltrazione che in quelli con condensazione laterale. Inoltre parecchi studi non riportano differenze significative nella qualità del sigillo apicale ottenuto con la tecnica Thermafil o con la tecnica di condensazione laterale (22-32).

Nel nostro studio abbiamo voluto verificare quale influenza avessero sul sigillo apicale ottenibile con il Thermafil la preparazione del *post-space* immediata o ritardata e la lunghezza dell'otturazione canalare residua, comparando i risultati con quelli ottenuti in denti otturati con condensazione laterale a freddo e *post-space* immediato preparato con mezzi termici.

MATERIALI E METODI

Sono stati selezionati 70 elementi dentari umani monoradicolarizzati e monocanalari, sia mascellari che mandibolari estratti per motivi ortodontici o parodontali. I denti sono stati conservati in soluzione fisiologica con pH controllato (pH=7).

Dopo aver eseguito una Rx preliminare nelle due proiezioni (MD e BL), sono stati esclusi i canali con una curvatura superiore ai 10° usando la tecnica di Schneider (33) e successivamente i campioni sono stati osservati allo stereomicroscopio ottico a 10 ingrandimenti per escludere elementi con evidenti segni di riassorbimenti, fratture, apici immaturi. La cavità d'accesso è stata preparata, dopo aver sezionato la corona a 2 mm dalla giunzione amelo-cementizia, con una fresa diamantata cilindrica da turbina e la camera pulpale è stata sagomata con una fresa di Batt cilindrico-conica. Il sondaggio dei canali è stato effettuato con un K-File n° 10, fino a scorgere la punta dello strumento al forame apicale, momento in cui si è stabilita la lunghezza di lavoro. Per la preparazione dei canali radicolari sono state utilizzate frese GG nei 2/3 coronali, mentre il terzo

apicale è stato alesato con tecnica *step-back* con K-File manuali fino ad ottenere un diametro apicale di tre taglie superiore a quello del primo strumento che si impegnava alla lunghezza di lavoro prestabilita.

Durante la strumentazione, i canali radicolari sono stati irrigati abbondantemente con EDTA al 17% e con NaOCl al 5,25% ed al termine dell'alesaggio è stato eseguito un lavaggio (*Final Flush Irrigation*) con 10 ml di EDTA al 17% seguito da 10 ml di NaOCl al 5,25% per ripulire le pareti dal fango dentinale e per ottenere una completa rimozione dei residui organici ed inorganici ancora presenti. Al termine dell'alesaggio, è stato utilizzato un *size-verificator* pari alla taglia dell'ultimo K-File portato in apice sia per scegliere l'otturatore Thermafil più adatto, sia per rifinire la preparazione. I canali sono stati asciugati con aspiratori endocanalari (Ultradent inc., South Jordan, Utah, USA) e con coni di carta sterili (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Switzerland).

A questo punto i campioni sono stati assegnati in maniera randomizzata a 3 gruppi:

- Gruppo A: otturazione canalare mediante sistema Thermafil;
- Gruppo B: otturazione canalare mediante condensazione laterale a freddo della guttaperca;
- Gruppo C: controlli positivi e negativi.

Gruppo A. È stata portata all'interno del canale una minima quantità di cemento endodontico (Pulp Canal Sealer, Kerr Corporation, Romulus, Michigan, USA) mediante un cono di carta FM portato a 5 mm dalla lunghezza di lavoro. L'otturazione dei canali radicolari è stata effettuata con cono Thermafil di diametro pari al verificatore utilizzato, preriscaldato nell'apposito fornello Thermaprep-Plus (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Switzerland). L'otturatore è stato introdotto nel canale esercitando una pressione uniforme e costante in senso apicale, fino al raggiungimento della lunghezza di lavoro. Dopo l'indurimento della guttaperca, il *carrier* in plastica è stato tagliato con una fresa Thermacut (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Switzerland) ad alta velocità immediatamente al di fuori dell'orifizio canalare e la guttaperca riscaldata dalla fresa è stata compattata con un *plugger* intorno al *carrier*. Quindi i campioni sono stati assegnati in modo randomizzato a 4 sottogruppi da 10 campioni ciascuno ed in 2 di questi sottogruppi (A1 e A2) il *post-space* è stato preparato immediatamente utilizzando frese Prepi (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Svizzera)

fino a lasciare, 7 mm di guttaperca residua nel gruppo A1 e 4 mm di guttaperca residua nel gruppo A2.

Negli altri 2 sottogruppi (A3 e A4) i campioni sono stati conservati, previo sigillo della cavità d'accesso con Cavit W (ESPE, Seefeld, Oberbay, Germany), per 7 giorni a 37 °C, con grado di umidità del 100%, per assicurare l'indurimento e lo stabilizzarsi del cemento. Quindi, dopo l'eliminazione del Cavit, il *post-space* è stato preparato utilizzando frese Prepi fino a lasciare 7 mm di guttaperca residua nel gruppo A3 e 4 mm di guttaperca residua nel gruppo A4.

Gruppo B. I canali sono stati otturati con tecnica della condensazione laterale a freddo della guttaperca, utilizzando un cono master con diametro pari al diametro di preparazione apicale, ricavato da coni *Fine* o *Fine-Medium* non standardizzati, tramite calibro di precisione (Dentsply-Maillefer, Baillagues, Switzerland) e bisturi. Verificato un impegno apicale adeguato del cono master alla lunghezza di lavoro prestabilita (*tug-back*), il canale è stato lubrificato con del cemento endodontico (Pulp Canal Sealer, Kerr Corporation, Romulus, Michigan, USA) mediante un cono di carta portato a 3 mm dalla lunghezza di lavoro, per ottenere un effetto lubrificante e sigillante sulla guttaperca. La condensazione del cono master e dei coni accessori FF non standardizzati è stata effettuata con *spreader* D11. Terminata la condensazione dei coni accessori, ne è stata eliminata la porzione che estrudeva al di fuori dell'imbocco canalare con uno strumento arroventato e con un *plugger* è stata esercitata una pressione verticale della guttaperca per effettuare una condensazione della parte coronale dell'otturazione.

A questo punto si è proceduto alla preparazione immediata del *post-space* con mezzi termici in tutti i campioni dividendoli in due sottogruppi (B1 e B2) da 10 campioni ciascuno. Nel sottogruppo B1 sono stati lasciati 7 mm di guttaperca residua, mentre nel sottogruppo B2 ne sono stati lasciati 4 mm.

Gruppo C. Rappresentano i campioni di controllo e sono stati divisi in due sottogruppi da 5 campioni ciascuno:

- C1: controlli positivi; canali otturati con cono singolo di guttaperca, senza cemento (*Top seal* e *Fit* insufficienti);
- C2: controlli negativi; canali completamente sigillati tramite verniciatura con tre strati sovrapposti di smalto isolante idrorepellente e uno strato di cera collante.

RIEPILOGO DEI GRUPPI SPERIMENTALI

GRUPPO A1	Thermafil; PS immediato, meccanicamente, 7 mm guttaperca
GRUPPO A2	Thermafil; PS immediato, meccanicamente, 4 mm guttaperca
GRUPPO A3	Thermafil; PS differito 7 gg, meccanicamente, 7 mm guttaperca
GRUPPO A4	Thermafil; PS differito 7 gg, meccanicamente, 4 mm guttaperca
GRUPPO B1	CL; PS immediato, termicamente, 7 mm guttaperca
GRUPPO B2	CL; PS immediato, termicamente, 4 mm guttaperca

Tab. 1 - Per ogni gruppo vengono citati nell'ordine il tipo di tecnica con cui sono stati otturati i campioni (CL= condensazione laterale), se il *post-space* (PS) sia stato eseguito immediatamente o dopo 7 giorni (gg), le modalità di preparazione del PS e la quantità (in mm) di guttaperca residua nel canale dopo preparazione del PS.

Tutti i sottogruppi in cui sono stati divisi i gruppi A e B sono stati schematizzati nella Tabella 1.

La cavità d'accesso di tutti i campioni così preparati è stata otturata con Cavit W (ESPE, Seefeld, Oberbay, Germany). I campioni sono stati poi radiografati nelle due proiezioni (MD e BL) e conservati per 7 giorni a 37 °C con grado di umidità del 100% per assicurare l'indurimento e lo stabilizzarsi del cemento. I campioni così preparati sono stati asciugati con alcool etilico al 97% e da un getto d'aria per 30 secondi e quindi sigillati da un triplo strato di smalto isolante idrorepellente e da uno strato di cera collante, fino a 2 mm dall'apice, per evitare che si verificasse infiltrazione da eventuali comunicazioni laterali. Successivamente i campioni sono stati immersi in una soluzione acquosa di blu di metilene al 2% con un pH controllato di 7, in posizione verticale con l'apice rivolto verso l'alto. La pressione è stata ridotta di 70 kPa per 30 minuti e quindi gradualmente riportata a livelli atmosferici a cui i campioni sono rimasti per altre 48 ore. I campioni sono stati tolti dalla soluzione colorante, asciugati e puliti con carta assorbente ed infine sezionati longitudinalmente in senso bucco-linguale creando due tacche che non arrivassero allo spazio canalare e quindi fratturati tramite scalpello dopo essere stati immersi in azoto liquido ($t = -180$ °C). Successivamente sono stati esaminati al microscopio ottico a scansione a 10 ingrandimenti registrando la massima infiltrazione lineare tramite un micrometro digitale (Mitutoyo, Japan), con un'approssimazione di 0,1mm.

I risultati sono stati analizzati con il test della varianza ad un fattore con valori di significatività posti a $p < 0,05$.

RISULTATI

Tutti i valori, la media e la deviazione standard (DS) dell'infiltrazione subita dai vari campioni dei diversi gruppi sono riportati nella Tabella 2. I valori della significatività statistica ottenuti nel confronto incrociato dei diversi gruppi sono riportati nella Tabella 3. I campioni controllo positivo (gruppo C1) si sono infiltrati per tutta la loro lunghezza, mentre i campioni controllo negativo (gruppo C2) non hanno subito alcuna infiltrazione.

In particolare, dopo preparazione del *post-space*, in tutti i gruppi otturati con il sistema Thermafil si è verificata una infiltrazione maggiore rispetto a quelli otturati con condensazione laterale ($p < 0,001$ per "gruppi B" vs "gruppi A") (Figg. 1-6).

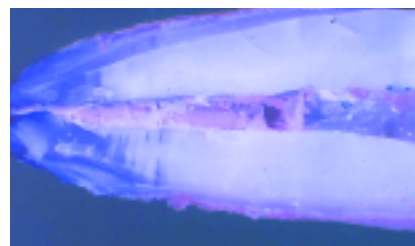


Fig. 1 - Campione del gruppo A1 (TH, PS immediato, meccanicamente, 7 mm guttaperca) infiltrato per 1,8 mm.

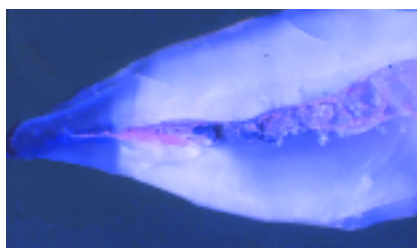


Fig. 2 - Campione del gruppo A2 (TH, PS immediato, meccanicamente, 4 mm guttaperca) infiltrato per 1,8 mm.

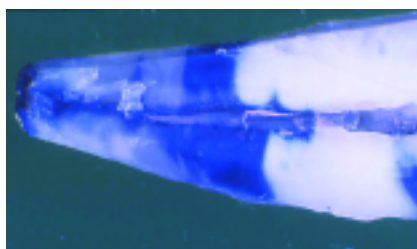


Fig. 3 - Campione del gruppo A3 (TH, PS differito 7 gg, meccanicamente, 7 mm guttaperca) infiltrato per 6,1 mm.

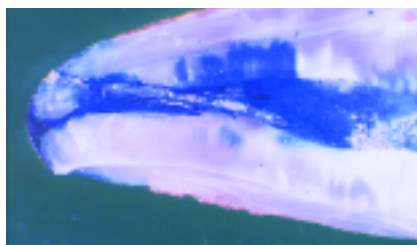


Fig. 4 - Campione del gruppo A4 (TH, PS differito 7 gg, meccanicamente, 4 mm guttaperca) infiltrato per 10,8 mm. Si deve notare che l'infiltrazione è avvenuta principalmente dalla biforcazione apicale del canale radicolare, determinando comunque il fallimento della creazione di un sigillo apicale valido.

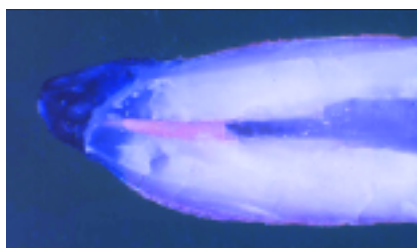


Fig. 5 - Campione del gruppo B2 (CL, PS immediato, termicamente, 4 mm guttaperca) infiltrato per 1,9 mm.

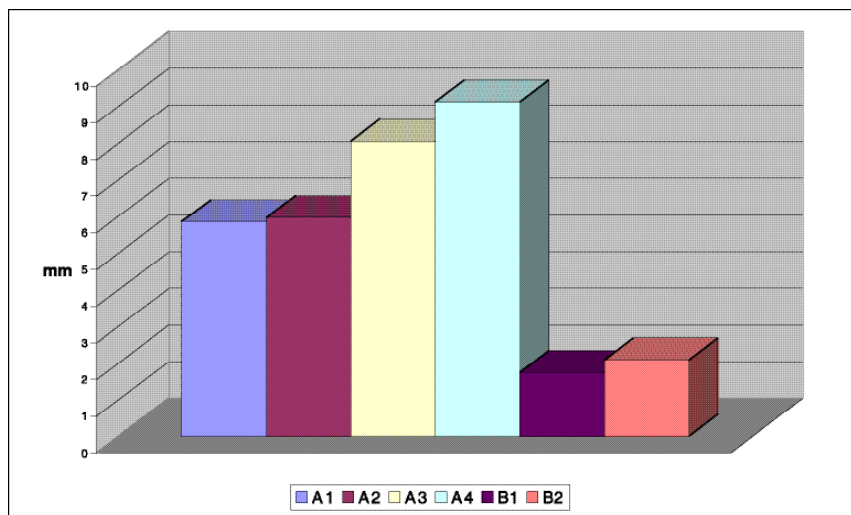


Fig. 6 - Visualizzazione grafica della media dell'infiltrazione riscontrata nei 6 gruppi sperimentali.

RISULTATI DELL'INFILTRAZIONE RISCOSTRATA NEI DIVERSI GRUPPI SPERIMENTALI								
Campioni	Gruppi							
	A1	A2	A3	A4	B1	B2	C1	C2
1	1,8	1,1	2,9	4,2	0,8	1	Total	No
2	2	1,8	4,8	5	0,9	1,2	Total	No
3	2,9	3,4	6,1	7	1,2	1,5	Total	No
4	3,5	4,6	6,4	8,9	1,4	1,6	Total	No
5	5,7	5,3	7,1	9	1,5	1,9	Total	No
6	7,4	7,2	8,2	9,8	1,9	2,2		
7	7,7	8,2	9,2	10,8	2,1	2,5		
8	8,2	8,9	9,3	11,6	2,3	2,7		
9	8,4	9,3	12	11,7	2,5	3		
10	10,9	9,8	14,5	13,2	2,9	3,3		
Media Inf	5,85	5,96	8,05	9,12	1,75	2,09		
DS	3,14	3,17	3,40	2,95	0,70	0,77		

Tab. 2 - Sono riportati i valori dell'infiltrazione subita dai campioni espressa in mm. Sono state calcolate la media dell'infiltrazione (Inf) e la Deviazione Standard (DS) per ogni gruppo.

Fra i campioni otturati in Thermafil, quelli con *post-space* preparato immediatamente si sono infiltrati in misura minore rispetto a quelli con *post-space* differito di 7 giorni ($p < 0,05$), mentre non è stata riscontrata alcuna differenza statisticamente significativa tra i gruppi di campioni con otturazione canalare residua di 7 mm ed i gruppi con ot-

turazione canalare residua di 4 mm, sia nel caso in cui il PS era stato preparato immediatamente (A1 vs. A2; $p = 0,9$) che nel caso in cui esso era stato differito (A3 vs A4; $p = 0,4$).

Anche tra i campioni otturati con condensazione laterale non c'è stata differenza statisticamente significativa ($p = 0,3$) tra il

Valori p	A1	A2	A3	A4	B1	B2
A1	-					
A2	0,9	-				
A3	0,1	0,1	-			
A4	0,02	0,03	0,4	-		
B1	0,0007	0,0006	< 0,0001	< 0,0001	-	
B2	0,0017	0,001	< 0,0001	< 0,0001	0,3	-

Tab. 3 - Vengono espressi i valori della significatività statistica ottenuti nel confronto incrociato dei diversi gruppi.

gruppo con otturazione canalare residua di 7 mm (B1) ed il gruppo con otturazione canalare residua di 4 mm (B2).

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Uno dei concetti che si è andato affermando come paradigma ben consolidato in endodonzia è che il sigillo coronale debba essere tenuto in considerazione quanto quello apicale (34, 35, 36). Ciò ha determinato che la ricerca si orientasse a verificare se e quanto fosse possibile restaurare il dente trattato endodonticamente nella stessa seduta della otturazione canalare. Una delle variabili maggiormente prese in considerazione è stata se la preparazione del *post-space* (PS) possa alterare il sigillo apicale, quando effettuata nella stessa seduta dell'otturazione canalare. Nella maggior parte degli studi, non si sono riscontrate differenze nella qualità del sigillo apicale in caso di PS immediato o ritardato rispetto alla seduta dell'otturazione canalare

(37, 38, 39). Tuttavia la presenza del *carrier* del Thermafil potrebbe costituire una ulteriore variabile in questa fase. Nel nostro studio sono stati ottenuti migliori risultati in termini di infiltrazione nei gruppi di campioni otturati con la tecnica della condensazione laterale, rispetto a quelli otturati con il sistema Thermafil. Ciò potrebbe essere determinato dalla presenza del *carrier*, il quale potrebbe influire negativamente sul sigillo apicale, come riscontrato da alcuni Autori (5, 6, 10). Un'altra possibile causa delle differenze riscontrate potrebbe essere ricercata nella contrazione della guttaperca durante il suo raffreddamento, che risulta essere maggiore rispetto all'espansione che lo stesso materiale presenta quando viene riscaldato (40).

I nostri risultati evidenziano, inoltre, che anche il momento in cui si effettua la preparazione del *post-space* in denti otturati con il sistema Thermafil può influenzare il sigillo apicale. Infatti, i campioni dei gruppi con PS preparato immediatamente si sono infiltrati in misura minore rispetto a quelli con PS differito di 7 giorni. L'ipotesi che possiamo formulare per spiegare questi risultati è che, preparando il *post-space* in denti appena ottura-

ti, il materiale, ancora plastico e non completamente indurito, abbia migliori capacità di sopportare le sollecitazioni originate dalle frese per la preparazione dello spazio canalare e trasmesse apicalmente dal *carrier*. A distanza di 7 giorni, l'indurimento ed il settaggio del materiale, favoriti dalle modalità di conservazione (*storage*), potrebbero non permettere eventuali adattamenti alle sollecitazioni subite. Questa osservazione è stata fatta anche in altri studi (39, 41), tuttavia altri Autori non hanno riscontrato differenze nella qualità del sigillo dopo preparazione immediata o differita del PS (9, 11). Per quanto riguarda l'influenza della quantità di guttaperca residua nel terzo apicale sull'infiltrazione, non si sono riscontrate differenze statisticamente significative nel confronto tra 7 mm e 4 mm, sia nei campioni otturati con il Thermafil che in quelli otturati con condensazione laterale. Sono state confermate quindi le indicazioni già presenti in letteratura che 4-5 mm di guttaperca residua in apice sono sufficienti per assicurare un buon sigillo apicale dopo la preparazione del *post-space* (9, 37, 38, 42).

Alla luce dei risultati ottenuti in questo studio, si possono trarre alcune considerazioni cliniche:

- nel sistema Thermafil è preferibile una preparazione del *post-space* immediata piuttosto che ritardata nel tempo;
- è sufficiente, ma necessario, lasciare 4-5 mm di otturazione canalare residua per assicurare un buon sigillo apicale;
- potrebbe essere importante, in fase di otturazione canalare con il sistema Thermafil, mantenere sul *carrier* la pressione in direzione apicale fino all'indurimento completo della guttaperca, per contrastare al massimo la contrazione da raffreddamento del materiale.

BIBLIOGRAFIA

1. Johnson B. A new gutta-percha technique. *J Endod* 1978; 4:184-8.
2. Kerekes K, Rowe AHR. Thermo-mechanical compaction of gutta-percha root filling. *Int Endod J* 1982; 15:27-35.
3. Scott AC, Vire DE, Swanson R. An evaluation of the Thermafil endodontic obturation technique. *J Endod* 1992; 18:340-3.
4. Dummer PMH, Kelly T, Meghji A, Sheikh I, Va-

- nitchai JT. An *in vitro* study of the quality of root fillings in teeth obturated by lateral condensation of gutta-percha or Thermafil obturators. *Int Endod J* 1993; 26:99-105.
5. Somma F, Brigante L, Napoli MT, Butti A, Cicco S. Il ritrattamento della tecnica Thermafil. *Il Dentista Moderno* 2001; 8:127-35.
6. Somma F, Napoli MT, Butti A, Cameli G, Marigo L. L'otturazione canalare con il sistema Ther-

- mafil modificato. *G It Endo* 1999; 13:128-33.
7. Fan B, Wu MK, Wesselink PR. Leakage along warm gutta-percha fillings in the apical canals of curved roots. *Endod Dent Traumatol* 2000; 16:29-33.
8. Ricci ER, Kessler JR. Apical seal of teeth obturated by the laterally condensed gutta-percha, the Thermafil plastic, and Thermafil metal obturator techniques after post-space preparation. *J Endod*

- 1994; 20:123-6.
9. Rybicki R, Zillich R. Apical sealing ability of Thermafil following immediate and delayed post space preparations. *J Endod* 1994; 20:64-6.
10. Dalat DM, Spangberg LS. Effect of post preparation on the apical seal of teeth obturated with plastic Thermafil obturators. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1993; 76:760-5.
11. Saunders WP, Saunders EM, Gutmann JL, Gutmann ML. An assessment of the plastic Thermafil obturation technique. Part 3. The effect of post space preparation on the apical seal. *Int Endod J* 1993; 26:184-9.
12. Ravanshad S, Torabinejad M. Coronal dye penetration of the apical filling materials after post space preparation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1992; 74:644-7.
13. Plotino G, Grande NM, Butti A, Somma F. Valutazione sperimentale del microleakage endodontico con capillari di vetro. *G It Endo* 2004; 18:24-30.
14. Wu MK, Wesselink PR. Endodontic leakage studies reconsidered. Part I. Methodology, application and relevance. *Int Endod J* 1993; 26:27-43.
15. Oliver CM, Abbott PV. Correlation between clinical success and apical dye penetration. *Int Endod J* 2001; 34:637-44.
16. Negm MM, Grant AA, Combe EC. A newly designed root canal filling material. *Br Dent J* 1980; 149:9-11.
17. Beatty RG, Baker PS, Haddix J, Hart F. The efficacy of four root canal obturation techniques in preventing apical dye penetration. *J Am Dent Assoc* 1989; 119:633-7.
18. Barkins W, Montgomery S. Evaluation of obturation of curved canals prepared by the Canal Master-U system. *J Endod* 1992; 18:285-9.
19. Baumgardner KR, Taylor J, Walton RE. Canal adaptation and coronal leakage: lateral condensation compared to Thermafil. *J Am Dent Assoc* 1995; 126:351-6.
20. Lares C, ElDeeb M. The sealing ability of the Thermafil obturation technique. *J Endod* 1990; 16:474-9.
21. Chohayeb AA. Comparison of conventional root canal obturation techniques with Thermafil obturators. *J Endod* 1992; 18:10-2.
22. Hata G, Kawazoe S, Toda T, Weine FW. Sealing ability of Thermafil with and without sealer. *J Endod* 1992; 18:322-6.
23. Bhambhani SM, Spechman K. Microleakage comparison of Thermafil vs vertical condensation using two different sealer. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1994; 78:105-8.
24. Dalat DM, Spangberg LSW. Comparison of apical leakage in root canals obturated with various gutta-percha techniques using a dye vacuum tracing method. *J Endod* 1994; 20:315-9.
25. McMurtrey LG, Krell KV, Wilcox LR. A comparison between Thermafil and lateral condensation in highly curved canals. *J Endod* 1992; 18:68-71.
26. Fabra-Campos H. Experimental apical sealing with a new canal obturation system. *J Endod* 1993; 19:71-5.
27. Dummer PMH, Lyle L, Rawle J, Kennedy JK. A laboratory study of root fillings in teeth obturated by lateral condensation of gutta-percha or Thermafil obturators. *Int Endod J* 1994; 27:32-8.
28. Felstead AM, Lumley PJ, Harrington E. An *in vitro* investigation of Thermafil obturation at different temperatures. *Endod Dent Traumatol* 1994; 10:141-3.
29. Hata G, Kawazoe S, Toda T, Weine FW. Sealing ability of thermoplasticized gutta-percha fill techniques as assessed by a new method of determining apical leakage. *J Endod* 1995; 21:167-72.
30. Pathomvanich S, Edmunds DH. The sealing ability of Thermafil obturators assessed by four different microleakage techniques. *Int Endod J* 1996; 29:327-34.
31. Gutman JL, Saunders WP, Saunders EM, Nguyen L. An assessment of the plastic Thermafil obturation technique. Part 2. Material adaptation and sealability. *Int Endod J* 1993; 26:179-83.
32. Abarca AM, Bustos A, Navia M. A comparison of apical sealing and extrusion between Thermafil and lateral condensation technique. *J Endod* 2001; 27:670-72.
33. Schneider SW. A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1971; 32:271-5.
34. Torabinejad M, Ung B, Kettering JD. *In vitro* bacterial penetration of coronally unsealed endodontically treated teeth. *J Endod* 1990; 16:566-9.
35. Khayat A, Lee S-J, Torabinejad M. Human saliva penetration of coronally unsealed obturated root canals. *J Endod* 1993; 19:458-61.
36. Ray HA, Trope M. Periapical status of endodontically treated teeth in relation to technical quality of the root filling and coronal restoration. *Int Endod J* 1995; 28:12-8.
37. Abramovitz I, Tagger M, Tamse A, Metzger Z. The effect of immediate vs. delayed Post Space preparation on the apical seal of a root canal filling: a study in an increased-sensitivity pressure-driven system. *J Endod* 2000; 26:435-9.
38. Madison S, Zakariasen KL. Linear and volumetric analysis of apical leakage in teeth prepared for posts. *J Endod* 1984; 10:422-7.
39. Karapanou V, Vera J, Cabrera P, White RR, Goldman M. Effect of immediate and delayed post preparation on apical dye leakage using two different sealers. *J Endod* 1996; 22:583-5.
40. Schilder H, Goodman A, Aldrich W. The thermomechanical properties of gutta-percha. Part V. Volume changes in bulk gutta-percha as a function of temperature and its relationship to molecular phase transformation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1985; 59:285-96.
41. Fan B, Wu MK, Wesselink PR. Coronal leakage along apical root fillings after immediate and delayed post space preparation. *Endod Dent Traumatol* 1999; 15:124-6.
42. Haddix JE, Mattison GD, Shulman CA, Pink FE. Post preparation techniques and their effect on the apical seal. *J Prosthet Dent* 1990; 64:515-9.