

Luca Contardo
Anna Bernava
Erika Visintini
Gaetano Castronovo
Roberto Di Lenarda

Università degli Studi di Trieste
U.C.O. di Clinica Odontoiatrica e
Stomatologica
Direttore: Prof. Roberto Di Lenarda

Corrispondenza:
Prof. Roberto Di Lenarda
Clinica Odontoiatrica e Stomatologica
Via Stuparich 1
34129 Trieste
Tel.: +390403994269
E-mail: r.dilenarda@fmc.units.it

Pervenuto in Redazione il 18 dicembre 2004
Accettato per la pubblicazione il 25 gennaio 2005

Influenza dell'utilizzo dell'applicazione endodontica di idrossido di calcio sul sigillo apicale

Effect of the endodontic application of calcium hydroxide on apical seal

RIASSUNTO

Scopo: scopo dello studio è stato valutare l'influenza dell'applicazione di una medicazione endodontica a base di $\text{Ca}(\text{OH})_2$ e di tre diverse tecniche per la sua rimozione sul sigillo apicale di denti otturati con guttaperca ed un sealer a base di ossido di zinco-eugenolo.

Metodologia: 61 radici sono state selezionate e preparate con strumenti rotanti in Ni-Ti GT Files e suddivise in 4 gruppi. I gruppi 2, 3 e 4 sono stati medicati con una pasta all' $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (Endoidrox, Ogna, Italia) e mantenuti a 37°, 100% di umidità, per 7 gg. L' $\text{Ca}(\text{OH})_2$ è stato rimosso con tre tecniche di irrigazione: gruppo 2 NaOCl; gruppo 3 NaOCl + EDTA; gruppo 4 NaOCl + ultrasuoni. Il gruppo 1 (controllo) non ha ricevuto medicazione. Due radici sono state utilizzate come controllo positivo (no medicazione, no sealer) e due come controlli negativi. Diciassette radici sono state preparate, medicate e irrigate con le medesime procedure. Sono state divise in 3 gruppi, sezionate longitudinalmente ed osservate allo stereomicroscopio per valutare la presenza di residui di $\text{Ca}(\text{OH})_2$. I canali sono stati otturati con guttaperca utilizzando la tecnica dell'onda continua; le radici, ad eccezione dei 2 mm apicali, sono state cerate e immerse in India ink per 48 ore, quindi sezionate a diversi livelli dall'apice radicolare ed osservate allo stereomicroscopio valutando infiltrazione lineare e circonferenziale. I dati sono stati analizzati con i test statistici Kruskal-Wallis e Mann Whitney.

Risultati: non ci sono state differenze statisticamente significative fra i 4 gruppi per quanto riguarda l'infiltrazione lineare e circonferenziale. Il gruppo controllo positivo ha mostrato differenze statisticamente si-

gnificative con tutti i gruppi. La detersione con NaOCl + EDTA ha rimosso completamente l' $\text{Ca}(\text{OH})_2$ in 4 casi su 5. Le altre tecniche non sono risultate efficaci nella rimozione completa dei residui di $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

Conclusioni: l'applicazione intracanalare di $\text{Ca}(\text{OH})_2$ non comporta variazioni significative dell'infiltrazione apicale in caso di utilizzo di un sealer a base di ossido di zinco-eugenolo.

Parole chiave:

Infiltrazione apicale, idrossido di calcio, sigillo apicale.

ABSTRACT

Aim: evaluation of the influence of a calcium hydroxide endodontic medication and three different techniques for its removal on apical seal of teeth whose root canal were filled with gutta-percha and a eugenol-zinc based sealer.

Methodology: 61 root canals were shaped and cleaned with Ni-Ti rotary GT files and divided into four groups. Groups 2, 3 and 4 were treated with a $\text{Ca}(\text{OH})_2$ medication and kept at 37°, 100% humidity for 7 days. The $\text{Ca}(\text{OH})_2$ medication was removed with 3 different irrigation techniques: group 2 NaOCl, group 3 NaOCl + EDTA, group 4 NaOCl + ultrasounds. Group 1, which was the control group, received no medication. Two roots were used as a positive control (no medication, no sealer) and 2 as negative controls. Further 17 canals were shaped, treated and irrigated with the same procedure. They were divided into 3 groups, longitudinally sectioned, and put under stereomicroscope to evaluate the presence of residuals of the $\text{Ca}(\text{OH})_2$ medication. Canals were filled with gutta-percha using the con-

tinuous wave technique. The roots were waxed apart from the apical 2 mm and plunged in India ink for 48 hours. Afterwards, they were sectioned at different levels from apical foramen and put under stereomicroscope to evaluate the extent of linear and circumferential infiltration. Data were analysed with Kruskal-Wallis and Mann-Whitney statistical tests

Results: no statistically significant differences were found between group 1, 2, 3 and 4 as regards both linear and circumferential infiltration. The positive control group showed statistically significant differences versus all the groups. Detersion using NaOCl + EDTA completely removed the $\text{Ca}(\text{OH})_2$ in 4 cases over 5. All the other techniques did not allow complete removal of $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

Conclusion: intracanal. application of $\text{Ca}(\text{OH})_2$ does not determine significative variations of apical infiltration when a eugenol-zinc based sealer is used.

Key words:

Apical leakage, calcium hydroxide, apical seal.

INTRODUZIONE

Il ruolo fondamentale dei microrganismi nello sviluppo dell'infiammazione pulpale e periapicale è ormai dimostrato (10, 34). La genesi della malattia pulpale è direttamente legata alla virulenza dei batteri, determinata dai loro costituenti e cataboliti, e dalla reazione dell'ospite (15, 18, 22). La detersione dei canali radicolari, mediante un'accurata strumentazione ed una copiosa irrigazione, è in grado di ridurre drasticamente la carica batterica intracanalare, diminuendo il rischio di insuccessi clinici (32). La complessità del sistema canalare impe-

disce una totale disinfezione anche dopo una accurata preparazione chimico-meccanica poiché i microrganismi si diffondono nelle ramificazioni, negli istmi, nei delta apicali e nei tubuli dentinali, sedi inaccessibili a strumenti ed irriganti endodontici (5, 6). In questo modo, i batteri possono moltiplicarsi durante le fasi del trattamento, causando la persistenza dell'infezione (3).

Da diversi anni è stato introdotto nella terapia endodontica l'uso di medicamenti intracanalari tra i vari appuntamenti come ulteriore controllo della contaminazione batterica. La medicazione, infatti, riduce la flora microbica penetrando in aree non raggiunte da strumenti ed irriganti ed, inoltre, rimanendo nel canale tra gli appuntamenti, ne previene la reinfezione o riduce il rischio di un'ulteriore proliferazione dei batteri residui (25). Per questo motivo l'uso di medicamenti è utile per eliminare tutti i microrganismi, soprattutto nei canali non vitali con lesioni apicali (7), e l'idrossido di calcio è uno dei principi attivi più frequentemente utilizzati. Le sue caratteristiche sono l'alcalinità (pH di circa 12.5) e la capacità, in soluzione acquosa, di dissociarsi in ioni calcio e ioni idrossido responsabili delle azioni biochimiche attribuite a questa sostanza (10).

L'idrossido di calcio deve essere sempre rimosso dal canale radicolare prima dell'otturazione definitiva. La sua rimozione è da sempre risultata più o meno incompleta nonostante siano state utilizzate diverse soluzioni irriganti, quali NaOCl, EDTA o soluzione salina associate alla strumentazione con lime. Lambrianidis et al. (21) hanno dimostrato che circa il 20-45% della superficie canalare, dopo l'utilizzo di varie soluzioni irriganti, rimane ricoperta da Ca(OH)_2 . Calt e Serper (9), valutando la penetrazione dei batteri endodontici nei tubuli dentinali dopo la medicazione con Ca(OH)_2 , hanno concluso che, solo se i canali sono irrigati con EDTA (17%) seguito da NaOCl (5%), le particelle del medicamento vengono completamente eliminate, rendendo pervi gli imbocchi dei tubuli. Margelos et al. (23) hanno dimostrato che la sola irrigazione con NaOCl fallisce nel rimuovere tutti i residui di Ca(OH)_2 , anche se associata alla strumentazione con i files; la combinazione di EDTA (15%) e NaOCl (2.25%) è, invece, risultata più efficiente, probabilmente per l'effetto chelante dell'EDTA sui residui di idrossido di calcio. La presenza di residui di idrossido di calcio potrebbe, come segnalato da Margelos et al. (23), interferire con la qualità del sigillo api-

cale, sia interagendo direttamente con i cementi endodontici, sia impedendone l'ingresso nei tubuli dentinali. Scopo di questo studio *in vitro* è stata la valutazione dell'efficacia di tre tecniche di irrigazione endodontica nella rimozione dell'idrossido di calcio e l'influenza sul sigillo apicale di residui di idrossido di calcio nell'otturazione canalare con guttaperca ed un *sealer* all'ossido di zinco-eugenolo (ZOE).

MATERIALI E METODI

Preparazione dei campioni

Sono state selezionate 61 radici di denti estratti, con morfologia simile (incisivi mandibolari, radici vestibolari di molari mascellari, radici mesiali di molari mandibolari); i campioni sono stati ottenuti rimuovendo la corona a livello della giunzione amelo-cementizia a mezzo di fresa diamantata montata su turbina. Le lunghezze di lavoro (WL) di ogni campione sono state determinate con un k-file di diametro 15 e stabilite a 0.5 mm dal forame apicale; i canali radicolari sono stati strumentati utilizzando GT Accessory Files 35 .12 (Dentsply, Maillefer, Tulsa Dental) per la preparazione del terzo coronale ed i System GT-Files (Dentsply, Maillefer, Tulsa Dental), della serie 20 a conicità decrescente (.10, .08, .06, .04), per la preparazione dei due terzi apicali. Gli strumenti rotanti sono stati montati su un contrangolo con controllo di torque (ATR Tecnica, Simit) ed utilizzati ad una velocità di rotazione di 300 g/min. A lunghezze crescenti, sono stati utilizzati i files 35 .12, 20 .10, 20 .08 e la WL è stata raggiunta con un file 20 .06. La preparazione del terzo apicale è stata completata aumentan-

do la conicità, utilizzando strumenti .08 e .10 a 2 mm dall'apice. Quando l'anatomia canalare ha reso difficoltosa la strumentazione alla lunghezza di lavoro con i System GT-Files .08, sono stati usati a lunghezza crescente i files 35 .12, 20 .10, 20 .08, 20 .06. La WL è stata raggiunta con un 20 .04, la conicità è stata aumentata con strumenti .06 e .08 a 2 mm dall'apice. I canali sono stati irrigati con 1 ml di NaOCl al 5,25% dopo l'utilizzo di ogni strumento ed al termine della preparazione. I canali sono stati asciugati con coni di carta sterili e suddivisi casualmente in quattro gruppi di 10 campioni ciascuno. I campioni dei gruppi 2, 3, 4 sono stati medicati con la pasta al Ca(OH)_2 . Il gruppo 1, definito di controllo, non ha ricevuto alcuna medicazione.

Preparazione della medicazione

L'idrossido di calcio (Endoidrox, Ogna, Italia) è stato ottenuto miscelando la polvere con acqua distillata fino ad ottenere una pasta cremosa, successivamente posizionata nei canali radicolari mediante una spirale di Lentulo azionata a bassa velocità fino a 3-4 mm dalla lunghezza di lavoro. I campioni sono stati sigillati con un'otturazione provvisoria (Cavit, 3M, Seefeld) ed incubati a 37°C col 100% di umidità per 7 giorni.

Rimozione della medicazione

Tre diverse tecniche sono state impiegate per rimuovere l'idrossido di calcio dai canali radicolari (Tab.1).

Nel gruppo 2, dopo irrigazione con 2,5 ml di NaOCl al 5,25% e 2,5 ml di soluzione fisiologica, i canali sono stati alesati con un k-file del diametro apicale alla lunghezza di lavoro e nuovamente irrigati con 2,5 ml di NaOCl al 5,25%.

	Medicazione	Rimozione della medicazione
Gruppo 1	Nessuna	Nessuna
Gruppo 2	Ca(OH)_2	2,5 ml NaOCl + 2,5 ml soluzione fisiol. k-file Ø apicale alla WL 2,5 ml NaOCl
Gruppo 3	Ca(OH)_2	2,5 ml NaOCl + 2,5 ml EDTA k-file Ø apicale alla WL 2,5 ml NaOCl
Gruppo 4	Ca(OH)_2	2,5 ml NaOCl k-file Ø apicale alla WL 2,5 ml NaOCl + ultrasuoni 2,5 ml NaOCl

Tab. 1 - Procedura di rimozione della medicazione intracanalare.

Nel gruppo 3, dopo irrigazione con 2,5 ml di NaOCl al 5,25% e 2,5 ml di EDTA, i canali sono stati alesati con un k-file del diametro apicale alla lunghezza di lavoro e nuovamente irrigati con 2,5 ml di NaOCl al 5,25%.

Nel gruppo 4, i canali sono stati irrigati con 2,5 ml di NaOCl al 5,25% e alesati con un k-file del diametro apicale alla lunghezza di lavoro; dopo ulteriore irrigazione con 2,5 ml di NaOCl al 5,25%, la soluzione è stata mantenuta all'interno del canale e attivata mediante strumentazione ad ultrasuoni (Suprasson P5 Booster, Satelec) utilizzando una punta di diametro 25 a potenza 3, azionata per 30". Sono stati eseguiti continui movimenti di va e vieni di breve escursione a 3-4 mm dalla lunghezza di lavoro. I canali hanno poi ricevuto un'irrigazione finale con 2,5 ml di NaOCl al 5,25%.

Analisi dell'idrossido di calcio

Diciassette denti sono stati utilizzati per la valutazione, allo stereomicroscopio, della presenza di residui di idrossido di calcio dopo detersione dei canali. Dopo la strumentazione e l'applicazione intracanalare della pasta di idrossido di calcio, due campioni sono stati utilizzati come controlli positivi (medicazione senza detersione), negli altri la medicazione è stata rimossa secondo le tecniche precedentemente descritte; le radici medicate, dopo una attesa di 7 gg a 37° col 100% di umidità, sono state incise longitudinalmente sulle superfici vestibolare e linguale per mezzo di un disco montato su manipolo dritto e fratturate con scalpello e martello. Mediante l'analisi allo stereomicroscopio è stato possibile valutare la quantità di $\text{Ca}(\text{OH})_2$ residuo nei canali radicolari verificandone la presenza o l'assenza.

Otturazione dei campioni

I canali radicolari, ad eccezione dei due controlli positivi e di due controlli negativi, sono stati otturati con coni di guttaperca non standardizzati (Autofit, Analytic), collocati a 0,5 mm dalla lunghezza di lavoro, ed un *sealer* all'ossido di zinco-eugenolo (Pulp Canal Sealer, Kerr). Il *sealer*, ottenuto miscelando la polvere al liquido secondo le indicazioni della casa produttrice, è stato posizionato sul terzo apicale del cono di guttaperca. I due controlli positivi sono stati otturati con guttaperca senza *sealer*, mentre un caso negativo non è stato otturato.

I campioni sono stati otturati nei terzi apicale e medio secondo la tecnica dell'onda continua di condensazione (System B, Analytic). Tutti i campioni sono stati radio-

grafati per confermare la corretta lunghezza e densità dell'otturazione canalare.

Metodologia di colorazione

Tutti i campioni, esclusi i due controlli negativi, sono stati cerati e successivamente rivestiti con vernice trasparente sull'intera superficie ad eccezione dell'area circostante il forame apicale; il secondo controllo negativo, al contrario, è stato interamente ricoperto di vernice e cera; le radici sono state immerse nell'inchiostro d'India per 48 ore.

Tecnica di sezionamento

Dopo la rimozione della cera, i campioni sono stati sezionati con una troncatrice metallografica (MT micro, Remet). Lo spessore della lama era di 0,4 mm mentre le sezioni, dello spessore di 0,6 mm, sono state ottenute facendo avanzare la lama di 1, 2, 3, 4, 5 mm dall'apice radicolare.

Valutazione dell'infiltrazione

Le sezioni così ottenute hanno permesso l'analisi dell'infiltrazione apicale con uno stereomicroscopio (Wild Heerbrugg 50x) a diverse distanze dall'apice radicolare: livello 1 = 0,6 mm, livello 2 = 1,0 mm, livello 3 = 1,6 mm, livello 4 = 2,0 mm, livello 5 = 2,6 mm, livello 6 = 3,0 mm, livello 7 = 3,6 mm, livello 8 = 4,0 mm, livello 9 = 4,6 mm e livello 10 = 5,0 mm. L'osservazione delle sezioni ha permesso di valutare la corretta compattazione del materiale da otturazione.

La microinfiltrazione è stata misurata allo stereomicroscopio in millimetri, per quanto riguarda la profondità massima di penetrazione del colorante in senso apico-coronale, considerando la sezione più apicale che risultava infiltrata e, in valore percentuale, per quanto concerne l'estensione sulla circonferenza delle singole sezioni.

Analisi statistica

I dati raccolti sono stati analizzati con il test Kruskal-Wallis e Mann Whitney (SPSS 11.0). I valori con $p < .05$ sono stati considerati significativi.

RISULTATI

Valutazione della microinfiltrazione apicale

Tutti i campioni considerati sono risultati correttamente otturati (Fig. 1) ad eccezione di 6 casi che, a 0,6 mm, presentavano solo *sealer*; tra questi, 4 campioni sono risultati infiltrati (Fig. 2).

Il gruppo di controllo negativo non ha mo-



Fig. 1 - Campione del gruppo 1 non infiltrato (stereomicroscopio).



Fig. 2 - Campione del gruppo 2 infiltrato; la freccia indica il colorante presente per il 25% circa della circonferenza dell'otturazione canalare (stereomicroscopio).

strato penetrazione del colorante.

I valori medi dell'infiltrazione massima apicale lineare (mm) per ogni gruppo sono riassunti nella Figura 3. L'analisi statistica dei dati non ha evidenziato differenze significative tra i gruppi ad eccezione del controllo positivo, che ha mostrato valori di infiltrazione significativamente più alti ($p < .001$) rispetto agli altri gruppi considerati. Il livello massimo di infiltrazione tra tutti i gruppi è stato di 3,3 mm (controllo positivo). La percentuale media di infiltrazione di ogni gruppo ottenuta considerando i valori dei livelli infiltrati è riportata nella Fig. 4.

Non sono state evidenziate differenze statisticamente significative tra i diversi gruppi considerati, ad eccezione del controllo positivo con i gruppi 1, 2, 3, 4 ($p < .001$).

È stata considerata, inoltre, la percentuale di infiltrazione media circonferenziale dei gruppi considerando i valori dei soli livelli risultati infiltrati (Fig. 5). L'analisi statistica non ha evidenziato differenze significative; il solo controllo positivo ha mostrato valori di infiltrazione significativamente più ele-

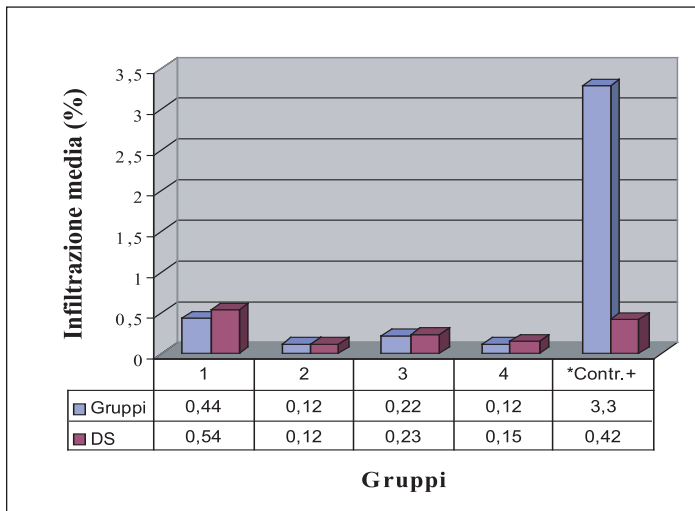


Fig. 3 - Infiltrazione lineare media in mm di tutti i gruppi. * $p < .001$ rispetto agli altri gruppi.

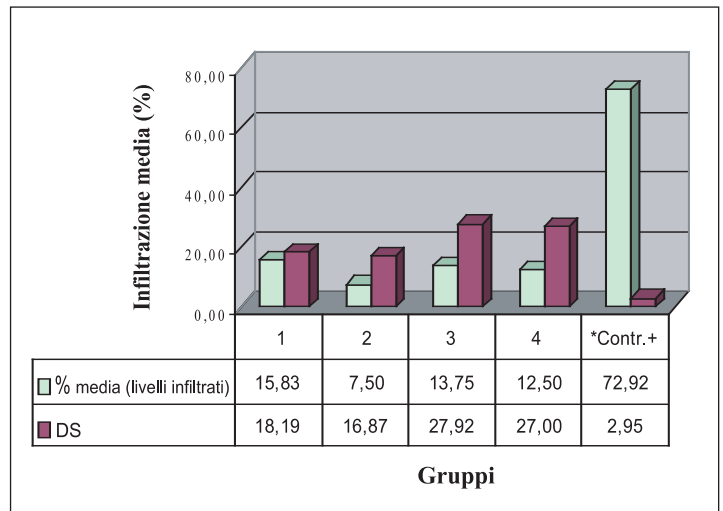


Fig. 5 - Percentuale di infiltrazione media dei gruppi considerando soli i livelli infiltrati. * $p < .05$ rispetto agli altri gruppi.

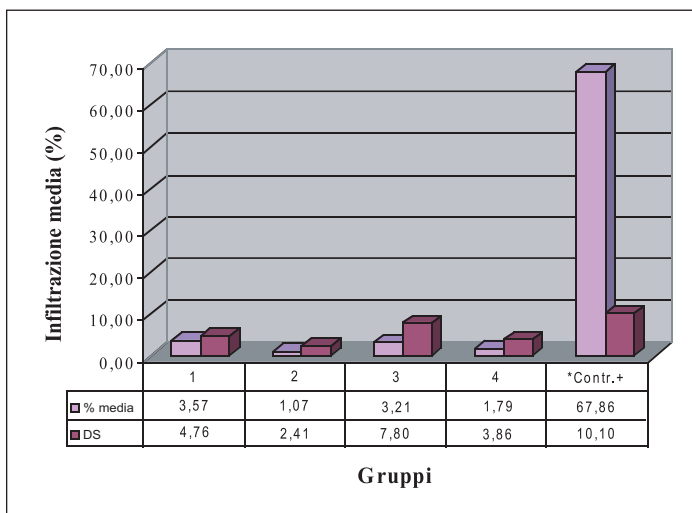


Fig. 4 - Percentuale media di infiltrazione di ogni gruppo considerando i valori di tutti i livelli. * $p < .001$ rispetto agli altri gruppi.

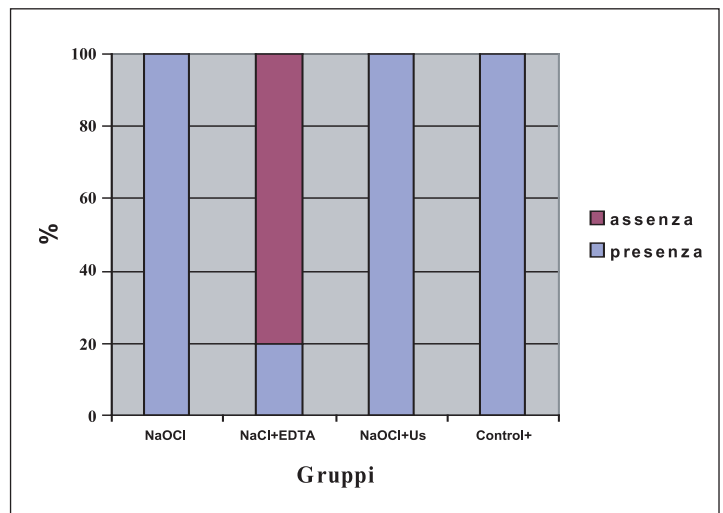


Fig. 6 - Valutazione della presenza di Ca(OH)_2 dopo irrigazione.

vati ($p < .05$) se confrontato con i gruppi 1, 2, 3 e 4.

Valutazione dell'idrossido di calcio residuo
Un campione medicato con Ca(OH)_2 ed irrigato con NaOCl non è stato valutato in quanto la frattura della radice è stata irregolare. La presenza residua di Ca(OH)_2 è riportata suddivisa per gruppi nella Figura 6. I controlli positivi hanno dimostrato la presenza del Ca(OH)_2 , confermando la validità della metodica di preparazione dei campioni (Fig. 7). L'irrigazione con la sola soluzione di NaOCl anche se associata ad ultrasuoni non è stata in grado di rimuovere completamente l'idrossido di calcio (Figg. 8 e 9).

L'irrigazione combinata con NaOCl ed EDTA, al contrario, è risultata efficace nel rimuovere completamente la medicazione intracanalare in 4 casi su 5 (Fig. 10).

DISCUSSIONE

Sono ben documentate le proprietà antibatteriche dell'idrossido di calcio utilizzato come medicazione intermedia di canali radicolari infetti, sia per azione diretta su microrganismi (3, 6, 12, 14, 27, 29, 30, 34,

35) sia per le modifiche ambientali indotte dalla variazione del pH (2, 13, 24, 26, 33, 36). La rimozione di Ca(OH)_2 , come dimostrato da vari studi (9, 19, 21, 23) è di difficile conseguimento con metodiche tradizionali. L'uso del solo ipoclorito di sodio associato a strumentazione manuale non è sufficiente a rimuovere i residui di idrossido di calcio adesi alle pareti radicolari. L'utilizzo in associazione con EDTA migliora sensibilmente l'efficacia di tale rimozione, anche se permangono residui sulle pareti (19).

La persistenza di idrossido di calcio ha spinto gli Autori a valutare una eventuale



Fig. 7 - Controllo positivo.



Fig. 8 - NaOCl.



Fig. 9 - NaOCl + US.



Fig. 10 - NaOCl + EDTA.

interazione con i *sealers* endodontici, responsabile di un aumento dell'infiltrazione apicale in sua presenza o assenza. Porkaew et al. (28) hanno valutato l'infiltrazione apicale nei denti otturati con guttaperca ed un *sealer* a base di ZOE dopo medicazione intracanalare con tre diverse preparazioni di idrossido di calcio. I risultati ottenuti hanno mostrato che, sebbene parte del Ca(OH)_2 rimanga nei canali radicolari, l'infiltrazione apicale dei denti medicati con Ca(OH)_2 è significativamente più bassa rispetto a quella del gruppo di controllo (senza medicazione); tra i diversi gruppi medicati non sono state evidenziate differenze.

Risultati analoghi sono stati ottenuti da Holland et al. (16), che hanno riscontrato una minor infiltrazione apicale nei denti medicati con idrossido di calcio anche in caso di utilizzo di coni di guttaperca contenenti idrossido di calcio.

Margelos et al. (23) hanno osservato che quando l'idrossido di calcio viene posto a contatto con i *sealer* a base di ZOE, interagisce con l'eugenolo inibendo la formazione del legame ZnO-eugenolo. Dopo 50 ore, residui di eugenolo rimangono nel cemento indurito che si presenta completamente disorganizzato, fragile e con una struttura granulare.

Wu et al. (38) hanno dimostrato che i bassi valori di infiltrazione apicale riscontrati nei canali radicolari medicati con idrossido di calcio, utilizzando come colorante il blu di metilene, potrebbero essere dovuti alla decolorazione dello stesso e non solo alla qualità del sigillo apicale.

Çalifkkan et al. (8) hanno verificato gli effetti della medicazione intracanalare con Ca(OH)_2 utilizzando come colorante l'inchiostro d'India, evidenziando una riduzione dell'infiltrazione apicale dopo medicazione con Ca(OH)_2 quando veicolato in acqua.

Da uno studio di Kim & Kim (19) emerge che la medicazione con Ca(OH)_2 aumenta l'infiltrazione apicale quando viene utilizzato un *sealer* all'ossido di zinco-eugenolo. La decolorazione cui va incontro il blu di metilene non è la sola spiegazione dei risultati discordanti ottenuti dagli studi in cui è stato impiegato l'inchiostro d'India. La diversa profondità di penetrazione dei due coloranti lungo l'otturazione canalare giustifica ulteriormente tali risultati; l'inchiostro d'India, infatti, è una sospensione neutra di particelle di carbonio di circa $3\text{ }\mu\text{m}$ di diametro che non subisce alte-

razioni in presenza di Ca(OH)_2 (4) ma il suo peso molecolare, sufficientemente basso per penetrare nelle microfessure esistenti nell'otturazione, è maggiore rispetto al peso molecolare del blu di metilene; di conseguenza, quest'ultimo è in grado di diffondere più facilmente negli spazi e penetrare più profondamente lungo l'otturazione canalare (1).

L'irrigazione con NaOCl ed EDTA è risultata la sola tecnica in grado di rimuovere in maniera efficace l'idrossido di calcio intracanalare; anche l'utilizzo degli ultrasuoni in associazione all'ipoclorito di sodio non è risultato più efficace nell'eliminare la medicazione rispetto al solo NaOCl. Il protocollo operativo scelto può aver influenzato il risultato; infatti, mentre nella tecnica che prevede l'utilizzo degli ultrasuoni il canale è stato irrigato con 2,5 ml di soluzione prima dell'alesatura con il k-file, nell'altra la strumentazione manuale è stata preceduta dall'irrigazione con 2,5 ml di NaOCl e 2,5 ml di soluzione fisiologica. È possibile, quindi, che il maggior volume di soluzione impiegato nella sola irrigazione con NaOCl abbia variato la consistenza della medicazione a tal punto da facilitare la strumentazione manuale e aumentarne la rimozione.

La mancanza di infiltrazione nel controllo negativo ha dimostrato che la metodologia di isolamento del campione (cera e lacca) impedisce la penetrazione del colorante. L'assenza di guttaperca a 0,6 mm dall'apice radicolare in 6 campioni è da attribuirsi in 2 casi alla biforcazione del canale radicolare a quel livello; nei restanti 4, al mancato raggiungimento della lunghezza di lavoro con il cono di guttaperca. In particolare, si è potuto notare che quest'ultimo si è verificato solo in campioni appartenenti ai gruppi medicati con Ca(OH)_2 . Non è da escludere, quindi, che il mancato raggiungimento della lunghezza di lavoro con il cono di guttaperca, sia dovuto alla persistenza di residui di Ca(OH)_2 nel canale radicolare.

La profondità di infiltrazione lineare media ha permesso di valutare, per ogni gruppo, il livello medio di infiltrazione del colorante; l'assenza di significatività tra il gruppo non medicato (gruppo 1) ed i gruppi medicati (gruppi 2, 3, 4) indica che l'applicazione intracanalare di idrossido di calcio non influenza l'infiltrazione apicale. I valori medi di infiltrazione del controllo positivo, significativamente più elevati ($p < .001$) rispetto agli altri gruppi, confer-

mano che l'otturazione canalare con guttaperca senza *sealer* non offre un adeguato sigillo apicale.

Non sono state evidenziate differenze statisticamente significative di infiltrazione apicale media tra i gruppi (compresa tra 0.12 e 0.44 mm). L'applicazione intracanalare dell'idrossido di calcio e le tecniche utilizzate per la sua rimozione non influenzano in maniera significativa l'infiltrazione circonferenziale media.

I risultati ottenuti in questo studio discorrono da quelli riscontrati da altri Autori (8,16,17,19,20,23,28,37). È ragionevole ipotizzare che la tecnica dell'onda continua di condensazione, utilizzata per la compattazione della guttaperca, riduca al minimo il *gap* che si genera all'interfaccia pareti dentinali-otturazione canalare, comportando un'infiltrazione apicale minore ri-

spetto alla tecnica laterale a freddo utilizzata nelle altre sperimentazioni. L'evidenza di filamenti di guttaperca tra il limite dell'otturazione canalare e le pareti dentinali, dovuti al rammollimento della guttaperca ed alla sua penetrazione nei tubuli dentinali o nelle anfrattuosità del canale, sembra confermare tale ipotesi.

Si può ipotizzare che la medicazione intracanalare, anche se non completamente rimossa, non interferisca con la reazione di presa del *sealer* all'ossido di zinco-eugenolo al punto da determinarne un aumento della permeabilità. Comunque, è possibile che, nel tempo, i residui di idrossido di calcio presenti nel canale radicolare o inglobati nella matrice del *sealer* vadano incontro a riassorbimento o solubilizzazione riducendo, di conseguenza, la qualità del sigillo apicale.

CONCLUSIONI

L'applicazione intracanalare dell'idrossido di calcio non comporta variazioni significative dell'infiltrazione apicale, sia lineare che circonferenziale, quando viene utilizzato un *sealer* all'ossido di zinco-eugenolo (Pulp Canal Sealer).

Nei limiti della presente sperimentazione, l'irrigazione con NaOCl ed EDTA, associata a strumentazione manuale, rappresenta comunque l'unica tecnica in grado di rimuovere efficacemente l'idrossido di calcio intracanalare.

La presenza di residui di idrossido di calcio non sembra interferire significativamente con la qualità del sigillo apicale.

BIBLIOGRAFIA

- Ahlberg KMF, Assavanop P, Tay WM. A comparison of the apical dye penetration patterns shown by methylene blue and India ink in root filled teeth. *Int Endod J* 1955; 28:30-4.
- Atlas RM. Principles of Microbiology, 2ndedn. Dubunque, IA: WCB Publishers 1997.
- Barbosa C, Goncalves RB, Siqueira JF. Evaluation of the antibacterial activities of calcium hydroxide, chlorhexidine and camphorated paramonochlorophenol as intracanal medicament. A clinical and laboratory study. *J Endod* 1997; 23:297-300.
- Buchalla W, Attin T, Brucklmaier R, Hellwig E. Computer-supported method for the quantification of apical leakage in filled root canals. *Dtsch Zahnärztl Z* 1999; 54:244-8.
- Bystrom A, Sundqvist G. Bacteriologic evaluation of the efficacy of mechanical root canal instrumentation in endodontic therapy. *Scand J Dent Res* 1981; 89:321-8.
- Bystrom A, Sundqvist G. The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. *Int Endod J* 1985; 18:35-40.
- Bystrom A, Claesson R, Sundqvist G. The antibacterial effect of camphorated paramonochlorophenol, camphorated phenol and calcium hydroxide in the treatment of infected root canals. *Endod Dent Traumatol* 1985; 1:170-5.
- Çalifkan MK, Turkun L, Turkun LS. Effect of calcium hydroxide as an intracanal dressing on apical leakage. *Int Endod J* 1998; 31:173-7.
- Calt S, Serper A. Dentinal tubule penetration of root canal sealers after root canal dressing with calcium hydroxide. *J Endod* 1999; 25:431-3.
- Cohen S, Burns R. Pathways of the pulp. *St Luis: Mosby*; 2002. p. 457-59.
- Estrela C, Pimenta PC, Ito IY, Bammann LL. Antimicrobial evaluation of calcium hydroxide in infected dentinal tubules. *J Endod* 1999; 25:416-8.
- Estrela C, Sydney GB, Bammann LL, Felipe O Jr. Mechanism of action of calcium and hydroxyl ions of calcium hydroxide on tissue and bacteria. *Braz Dent J* 1995; 6:85-90.
- Haapasalo HK, Siren EK, Waltimo TMT, Orstavik D, Haapasalo MPP. Inactivation of local root canal medicaments by dentine: an *in vitro* study. *Int Endod J* 2000; 33:126-31.
- Hasselgren G, Olsson B, Cvek M. Effects of calcium hydroxide and sodium hypochlorite on dissolution of necrotic porcine muscle tissue. *J Endod* 1988; 14:125-7.
- Henderson B, Poole S, Wilson M. Bacterial modulins: a novel class of virulence factors which cause host tissue pathology by inducing cytokine synthesis. *Microbiol Rev* 1996; 60:316-41.
- Holland R, Alexandre AC, Murata SS, Dos Santos CA, Junior ED. Apical leakage following root canal dressing with calcium hydroxide. *Endod Dent Traumatol* 1995; 11:261-3.
- Holland R, Murata SS, Dezan E JR, Garlipp O. Apical leakage after root canal filling with an experimental calcium hydroxide gutta-percha point. *J Endod* 1996; 22:71-3.
- Horiba N, Maekawa Y, Abe Y, Ito M, Matsumoto T, Nakamura H. Correlations between endotoxin and clinical symptoms or radiolucent areas in infected root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1991; 71:492-5.
- Kim SK, Kim YO. Influence of calcium hydroxide intracanal medication on apical seal. *Int Endod J* 2002; 35:623-8.
- Kontakiotis EG, Wu MK, Wesselink PR. Effect of calcium hydroxide dressing on seal of permanent root filling. *Endod Dent Traumatol* 1997; 13:281-4.
- Lambrianidis T, Margelos J, Beltes P. Removal efficiency of calcium hydroxide dressing from the root canal. *J Endod* 1999; 25:85-9.
- Maita E, Horiuchi H. Poliamine analysis of infected root canal contents related to clinical symptoms. *Endod Dent Traumatol* 1990; 6:213-7.
- Margelos J, Eliades G, Verdelis C, Palaghias G. Interactions of calcium hydroxide with zinc oxide-eugenol type sealers: a potential clinical problem. *J Endod* 1997; 23:43-8.
- Marsh PD, McKee AS, McDermid AS. Continuous culture study. In: Shah HN, Mayrand D, Genco RJ, eds. *Biology of the Species Porphyromonas Gingivalis*. Boca Raton, FL: CRC Press, 1993; 105-23.
- Messer HH, Chen R-S. The duration of effectiveness of root canal medicaments. *J Endod* 1984; 10:240-5.
- Nerwich A, Figdor D, Messer HH. pH changes in root dentine over a 4-week period following root canal dressing with calcium hydroxide. *J Endod* 1993; 19:302-6.
- Orstavik D, Kerekes K, Molven O. Effects of extensive apical reaming and calcium hydroxide dressing on bacterial infection during treatment of apical periodontitis: a pilot study. *Int Endod J* 1991; 24:1-7.
- Porkaew P, Retief H, Barfield RD, Lacefield

- WR, Soong S. Effects of calcium hydroxide paste as an intracanal medicament on apical seal. *J Endod* 1990; 16:369-74.
29. Reit C, Dahlen G. Decision making analysis of endodontic treatment strategies in teeth with apical periodontitis. *Int Endod J* 1988; 21:291-9.
30. Safavi KE, Nichols FC. Effect of calcium hydroxide on bacterial lipopolysaccharides. *J Endod* 1993; 19:76-8.
31. Safavi KE, Nichols FC. Alteration of biological properties of bacterial lipopolysaccharides by calcium hydroxide treatment. *J Endod* 1994; 20:127-9.
32. Safavi KE, Spangberg LS, Langeland K. Root canal dentinal tubule disinfection. *J Endod* 1990; 16:207-10.
33. Siqueira JF Jr, Lopes HP. Mechanisms of antimicrobial activity of calcium hydroxide: a critical review. *Int Endod J* 1999; 32:361-9.
34. Siqueira JF Jr. Endodontic infections Concepts, paradigms, and perspectives. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 2002; 94:281-93.
35. Sjogren V, Fidgor D, Spangberg L, Sundqvist JF. The antimicrobial effect of calcium hydroxide as a short term intracanal dressing. *Int Endod J* 1991; 24:119-25.
36. Wang JD, Hume WR. Diffusion of hydrogen ion and hydroxyl ion from various sources through dentine. *Int Endod J* 1988; 21:17-26.
37. Weisenseel JA Jr, Hicks ML, Pelleu GB Jr. Calcium hydroxide as an apical barrier. *J Endod* 1987; 13:1-5.
38. Wu MK, Kontakiotis EG, Wesselink PR. Decoloration of 1% methylene blue solution in contact with dental filling materials. *J Dent* 1998; 26:585-9.