



* Carlo Altamura
* Mariangela Majori
** Salvatore Cajazza
** Giuseppe Formisano
* Giuseppe Cantatore

* Università degli Studi di Roma "La Sapienza",
Facoltà di Medicina e Chirurgia, Corso di
Laurea in Odontoiatria e Protesi Dentaria,
Cattedra di Odontoiatria Conservatrice
Titolare: Prof. Guido Goracci
** Istituto Superiore di Sanità,
Laboratorio di Ultrastrutture, Roma

Corrispondenza:
Dr. Carlo Altamura
00137 Roma - Via Franco Sacchetti, 135
Tel./Fax 06.87137809
E-mail: MD8035@mcLink.it

Esame dei vari tipi di aghi per irrigazione endodontica e valutazione al S.E.M. della qualità della detersione canalare a livello apicale ottenibile con il loro impiego

Comparative S.E.M. evaluation of endodontic needles in root canal cleansing

RIASSUNTO

L'irrigazione del canale radicolare è una fase estremamente importante del trattamento endodontico, mediante la quale si vuole ottenere una detersione del sistema canalare quanto più efficace possibile. Contribuisce a tale obiettivo, naturalmente, anche la strumentazione, manuale o meccanica, dell'endodonto.

L'azione di detersione dell'irrigante si esplica attraverso una fase meccanica, affidata al semplice passaggio della sostanza nel canale, ed una fase chimica, che consiste nella sua reazione con i detriti presenti nell'endodonto. Tali detriti sono di duplice natura, organica e inorganica, per cui generalmente vengono utilizzati 2 diversi tipi di sostanze irriganti: una soluzione al 5% in Cl attivo di ipoclorito di sodio per la porzione organica ed una soluzione al 15% di E.D.T.A. per la porzione inorganica.

Questo studio si propone di esaminare vari tipi di aghi per irrigazione canalare e la loro efficacia nel permettere un sufficiente passaggio di irriganti nel terzo apicale. Tale analisi è stata eseguita *in vitro* mediante osservazione al S.E.M. delle pareti canalari nella regione apicale di 24 elementi dentali sottoposti a trattamento endodontico con strumenti meccanici in nichel-titanio a conicità aumentata e a lavaggi alternati con soluzione di ipoclorito di sodio e di E.D.T.A. La soluzione di ipoclorito è stata portata all'interno del canale tramite 4 tipi di aghi endocanalari diversi tra loro per calibro, lunghezza e forma della punta.

Il miglior livello di detersione è stato riscontrato dopo l'utilizzo di aghi di diametro minore, grazie alla loro migliore penetrazione all'interno del canale, che permetterebbe un più facile raggiungimento dell'apice rispetto ad aghi di lunghezza maggiore, mentre non sono state evidenziate significative differenze riguardo alla forma della punta, anche se l'impiego di aghi a punta cieca con apertura laterale sembrerebbe consigliabile.

Parole chiave:

Terapia endodontica.
Aghi per irrigazione canalare.
Fango dentinale.

ABSTRACT

Introduction

The most recent research shows that cleansing level of a shaped root canal depends not only on shaping techniques, but also on irrigation care.

Irrigation is a step of endodontic therapy. Its aim is the removal of dentinal debris.

Both chemical and mechanical actions of irrigating substances are effective in removing the debris: the former achieves this goal by the chemical reaction of irrigating substance with root canal debris, while the latter does it by the irrigating substance flow. All pulp fragments are therefore removed, and there is also a reduction of pulp bleeding and a great improvement in visibility.

Dentinal debris has both organic and inorganic composition. Hence its removal is achieved by the use of two kinds of substances: 5% hypochlorite solution for the organic component, and 15% liquid or gel E.D.T.A. solution for the inorganic component. The aim of this research was the examination of the effectiveness of various endodontic needles in making possible flowing and action of irrigating substances up to the apex.

Materials and methods

Twentyfour extracted teeth were selected for this study. All of them were endodontically treated with rotary Ni-Ti instruments and were alternatively irrigated with hypochlorite and E.D.T.A. solution. In all samples E.D.T.A. was introduced into root canal by a plastic pipette. Four groups, including six samples each, were created according to the type of needle used to irrigate root canal with hypochlorite solution.

The groups were categorized as follows:

■ group 1: irrigation was made using a Gauge n. 30 needle, Max-I-Probe® (Hawes Dental-Switzerland), 25 mm length, with blind rounded tip and side chink;

■ group 2: irrigation was made using a Gauge n. 22 needle, EndoEze System® (Ultradent Products, Inc.-USA), 18 mm length, with straight tip;

■ group 3: irrigation was made using a Gauge n. 27 needle, Monoject® (Sherwood-USA), 25 mm length, with docked tip and side cavity;

■ group 4: irrigation was made using a Gauge n. 31 needle, Endo-Eze System® (Ultradent Products, Inc.-USA), 25 mm length, with straight tip.

After this procedure samples were arranged for S.E.M. analysis. They were longitudinally dissected by cryo-fracture into two parts, placed on a stub, covered by a 25 nm gold film and observed using a model Stereoscan 360 Cambridge Instruments (UK) scanning electron microscope under high power (<5000 X magnification) with a 10 KV electron beam acceleration.

The apical section of the root canal was analysed for each sample according to the following criteria:

- 0: totally absent debris;
- 1: small debris amount, occluding less than 50% of dentinal tubules' orifices;
- 2: high debris amount, occluding more than 50% of dentinal tubules' orifices.

Results

As reported in table 2, group 1, where irrigation was made using a 30 Gauge needle, Max-I-Probe®, obtained the best result. A remarkable percentage of samples in this group (83%) was completely cleansed. Good results were achieved in group 4, where the irrigation was made using a 31 Gauge needle, Endo-Eze System®. In this group about 67% of samples was completely cleansed.

In group 2, where irrigation was made using a 22 Gauge needle, Endo-Eze System®, 67% of samples showed a high quantity of fragments left, whereas in group 3, in which

Altamura C, Majori M, Caiazza S, Fornisano G, Cantatore G. Esame dei vari tipi di aghi per irrigazione endodontica e valutazione al S.E.M. della qualità della detersione canalare a livello apicale ottenibile con il loro impiego. *C It Endo* 2001; 4: 158-164

root canals were irrigated using a 27 Gauge needle, Monoject[®], 50% of samples showed a high quantity of debris.

Conclusions

The best cleansing level was achieved in those groups of teeth in which a small diameter needle was used: therefore the use of thin needles could be advisable, because of their better penetration into the root canal space.

There is no important difference between using either a blind, a docked or a straight tip needle, though a blind tip with side chink seems to be better, because of less danger of pushing canal debris over root apex.

Moreover, needle length seems to be important too, because it seems not to be possible reaching easily the root apex, using a lower length needle.

Key words:

Endodontic therapy.

Endodontic irrigation needles.

Smear layer.

pende non solo dalle tecniche di strumentazione utilizzate, ma anche dalla cura con la quale il canale è irrigato (4, 5).

L'obiettivo dell'irrigazione canalare consiste infatti nella rimozione del fango dentinale. Tale operazione viene effettuata mediante un'azione chimica, ossia di reazione tra la sostanza impiegata e i detriti, organici e inorganici, presenti all'interno del canale (6), ed un'azione meccanica, dovuta allo scorrimento del liquido irrigante lungo il canale radicolare. In questo modo si ottiene sia l'asportazione di tutti i detriti staccatisi dalle pareti del canale ed entrati in soluzione, sia una diminuzione del sanguinamento pulpare e di conseguenza un notevole miglioramento della visibilità (7). Contribuisce alla rimozione del fango dentinale anche l'effetto effervescenza, ottenuto dalla contemporanea presenza nel canale di diverse sostanze che sviluppano ossigeno libero (8). Per tutte queste ragioni è consigliabile eseguire la preparazione canalare sempre in presenza di una cospicua quantità di irrigante (5, 7).

Naturalmente l'irrigazione canalare presenta anche alcuni inconvenienti, dovuti tuttavia esclusivamente all'impiego di sostanze ad alta componente gassosa, che potrebbero causare l'eventuale formazione di enfisema sottocutaneo, oppure ad una non corretta esecuzione della tecnica, che porterebbe, invece che alla rimozione del fango dentinale, ad una sua spinta al di là dell'apice radicolare. Tali fattori sono entrambi responsabili di dolore postoperatorio (9, 10).

L'endodonto è un complesso sistema anatomico-fisiologico, la cui completa ed estesa detersione si rivela molto spesso impossibile con gli strumenti impiegati nel corso della preparazione canalare, in modo particolare a livello dell'apice, in cui il diametro del canale, uniformemente rastremato in senso corono-apicale, è minore e molto frequentemente sono presenti canali accessori e biforcazioni nella porzione terminale (11).

La struttura tubulare della dentina in ele-

menti non trattati si presenta completamente pervia e libera da qualsiasi tipo di residuo. Sulla superficie dentinale di un elemento trattato endodonticamente è invece sempre presente, per l'uso di strumenti rotanti in fase di preparazione della cavità d'accesso e di strumenti manuali o meccanici durante la preparazione canalare, uno spesso strato di detriti granulari, di dimensioni variabili da 0,5 a 15 µm di diametro, costituiti da particelle inorganiche calcificate e materiali organici, quali processi odontoblastici, cellule del sangue, detriti pulpari e batteri, denominato fango dentinale (12, 13). E' possibile distinguere il fango dentinale in superficie (*smear layer*), ossia lo strato di detriti disposto per 1-2 µm di spessore sulla dentina intertubulare, cui aderisce tenacemente, e profondo (*smear plug*), costituito, invece, dai frammenti che penetrano all'interno dei tubuli fino a una profondità di 40 µm (14, 15).

La sua duplice natura, organica e inorganica, implica che la rimozione debba essere effettuata impiegando 2 tipi di sostanze (16, 17). Al giorno d'oggi si utilizza prevalentemente, per rimuovere la componente inorganica, una soluzione al 15-17% del sale biosodico dell'acido etilendiamino-tetracetico o E.D.T.A., liquida o in gel, e, nei confronti della componente organica, una soluzione al 5% in cloro attivo di ipoclorito di sodio.

La prima è una sostanza chelante, ossia caratterizzata dalla capacità di legare gli ioni Ca⁺⁺ della dentina, demineralizzandola. La soluzione viene portata all'interno del canale, fino a riempirlo, mediante una pipetta in plastica, e la sua azione viene potenziata spingendola verso l'apice con gli strumenti endodontici impiegati. La sua efficacia termina quando tutti i siti chelanti sono saturati, per cui essa viene lasciata nel canale per circa 2 minuti, dopodiché va rinnovata (18, 19).

L'ipoclorito di sodio, ottenuto iniettando il gas cloro in una soluzione di idrossido di sodio, svolge, oltre alla nota azione detergente, sbiancante, deodorante e lubrificante, anche un'attività nel contempo antisettiva.

INTRODUZIONE

L'importanza dell'irrigazione in endodonzia è riconosciuta oggi dalla maggior parte degli operatori (1-3).

Tale fase si inserisce all'interno della sequenza operativa del trattamento endodontico, costituita in primo luogo dall'apertura della camera pulpare, al fine di consentire l'iniziale accesso ai canali radicolari; una volta eseguito il sondaggio di pervietà, è nella seconda fase, la preparazione canalare, che assume particolare importanza l'irrigazione endodontica, la quale viene effettuata più volte fino al momento dell'otturazione canalare, terza ed ultima fase del trattamento endodontico.

I risultati delle ricerche eseguite in questi ultimi anni mostrano che il grado di detersione di un canale radicolare preparato di-

ca e istolitica selettiva nei confronti della polpa dentale e dei detriti organici. Viene utilizzato a scorrimento nel canale radicolare e necessita di essere rinnovato frequentemente poiché la sua azione tende a diminuire rapidamente a contatto con il materiale organico (16, 17, 20). Per il suo impiego ci si serve di aghi endocanalari appositi.

Attualmente gli aghi impiegati in endodonzia, tutti fabbricati in acciaio, differiscono per calibro, lunghezza e punta.

Obiettivo di questo studio è stato analizzare *in vitro*, da un punto di vista ultrastrutturale, la qualità della detersione dell'endodonto sondabile e non sondabile ottenuta a livello apicale di elementi monoradicoli estratti, impiegando gli stessi tipi di irrigante e aghi endocanalari differenti tra loro per calibro, lunghezza e forma della punta (Fig. 1).

MATERIALI E METODI

A tale scopo sono stati selezionati 24 elementi dentali monoradicoli, estratti a causa di patologia parodontale, privati della loro porzione coronale, e trattati endodonticamente con strumenti meccanici in nichel-titanio a conicità aumentata.

Ciascun campione è stato irrigato, tra uno strumento e l'altro, alternativamente con una soluzione al 5% di ipoclorito di sodio e una soluzione al 17% di E.D.T.A., utilizzando per l'ipoclorito 4 diversi tipi di aghi, la cui punta è stata sottoposta ad osservazione allo stereomicroscopio a 40 ingrandimenti (Figg. 2-5).

I 24 campioni sono stati suddivisi in 4 gruppi di 6 elementi ciascuno, a seconda del tipo di ago endocanalare impiegato:

■ **nel gruppo 1** è stato utilizzato un ago Gauge n. 30, Max-IProbe® (Hawe-Neos Dental - Switzerland), corrispondente ad un diametro di 0,3 mm, lunghezza pari a 25 mm, con punta cieca arrotondata ed apertura laterale;

■ **nel gruppo 2** l'irrigazione è stata eseguita con un ago Gauge n. 22, Endo-Eze System® (Ultradent Products, Inc.-USA), corrispondente ad un diametro di 0,7 mm, lunghezza di 18 mm e punta piatta;

■ **nel gruppo 3** è stato impiegato un ago Gauge n. 27, Monoject® (Sherwood - USA), corrispondente ad un diametro di 0,4 mm, lunghezza di 25 mm, con punta mozza ed incavo laterale;

■ **nel gruppo 4** i campioni sono stati irrigati con un ago Gauge n. 31, Endo-Eze System® (Ultradent Products, Inc.-USA), corrispondente ad un diametro di 0,25 mm,

lunghezza pari a 25 mm e punta piatta.

I campioni sono stati successivamente sezionati, presso l'Università "Gabriele D'Annunzio" di Chieti, per criofrattura, mediante azoto liquido, secondo un piano parallelo all'asse maggiore del dente, previa incisione, sulla superficie della radice, di un solco longitudinale di profondità pari a metà dello spessore dentinale, al fine di creare un piano di taglio preferenziale (Fig. 6).

Una volta effettuata la sezione, le 2 metà di



Fig. 1 - I quattro tipi di aghi impiegati nella ricerca (da destra verso sinistra).

Fig. 1 - Needles used in this experimentation (from right to left).



Fig. 2 - Visione allo stereomicroscopio (40 X) della punta dell'ago Max-I-Probe (gruppo 1).

Fig. 2 - Max-I-Probe needle's tip stereo-microscope view (40X).



Fig. 3 - Visione allo stereomicroscopio (40 X) della punta dell'ago Endo-Eze System 22 G (gruppo 2).

Fig. 3 - Endo-Eze System 22 G needle's tip stereo-microscope view (40X).



Fig. 4 - Visione allo stereomicroscopio (40 X) della punta dell'ago Monoject (gruppo 3).

Fig. 4 - Monoject needle's tip stereo-microscope view (40X).

ciascun elemento dentale sono state montate su una basetta in alluminio (*stub*), ricoperte con uno strato d'oro spesso 25 nm, utilizzando uno *sputter coater* Balzers mod. SCD 050, e sottoposte ad osservazione a 5000 ingrandimenti mediante microscopio elettronico a scansione Stereoscan 360 (Cambridge Instruments -UK), con un'accelerazione del fascio di elettroni pari a 10 KV.

Particolare attenzione è stata rivolta alla porzione apicale del canale, allo scopo di analizzare, sulla superficie dentinale delle pareti canalari, quale livello di detersione si fosse raggiunto con ciascuno degli aghi utilizzati, in termini di presenza di detriti all'imbocco dei tubuli.

Le sezioni sono state valutate applicando, per ciascun campo microscopico analizzato, i criteri elencati nella tabella 1.

RISULTATI E DISCUSSIONE

Nella prima immagine al S.E.M. relativa al gruppo 1 è possibile osservare una superficie assolutamente libera da qualsiasi tipo di detrito sia all'interno dei tubuli, sia sulla dentina intertubulare, indice di un elevato

livello di detersione, a cui si potrebbe senz'altro attribuire, secondo i nostri criteri di valutazione, valore 0 (Fig. 7). La seconda immagine mostra invece una esigua quantità di frammenti, sebbene non rilevante, agli imbocchi dei 2/7 dei tubuli dentinali, tanto da poterla classificare come 1 (Fig. 8). La prima immagine relativa al gruppo 2 mostra la permanenza, dopo l'irrigazione del canale, di una cospicua quantità di detriti,

presenti non solo all'imbocco dei tubuli ma anche all'interno degli stessi, permettendo di attribuire a tale immagine valore 2 (Fig. 9). Ugualmente estesi in superficie, ma di dimensioni notevolmente minori, si presentano invece i detriti nella seconda immagine dello stesso gruppo, a cui si può pertanto assegnare valore 1 (Fig. 10).

L'immagine successiva, relativa al gruppo 3, alla quale si attribuisce valore 1, mostra un



Fig. 5 - Visione allo stereomicroscopio (40 X) della punta dell'ago Endo-Eze System 31 G (gruppo 4).

Fig. 5 - Endo-Eze System 31 G needle's tip stereo-microscope view (40X).



Fig. 6 - Immagine del campione sezionato per criofrattura.

Fig. 6 - Dissected sample by cryo-fracture.

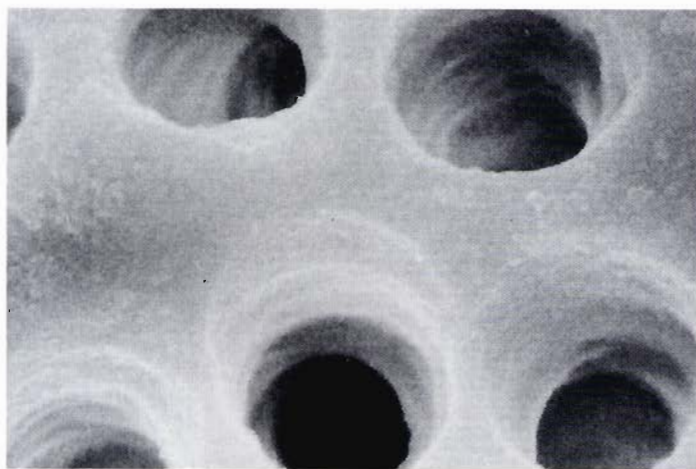


Fig. 7 - Immagine al S.E.M. (5000 X) della superficie dentinale endocanalare di un campione del gruppo 1 (irrigazione con ago Max-I-Probe).

Fig. 7 - S.E.M. observation (5000 X) of a root canal surface in a group 1 sample.

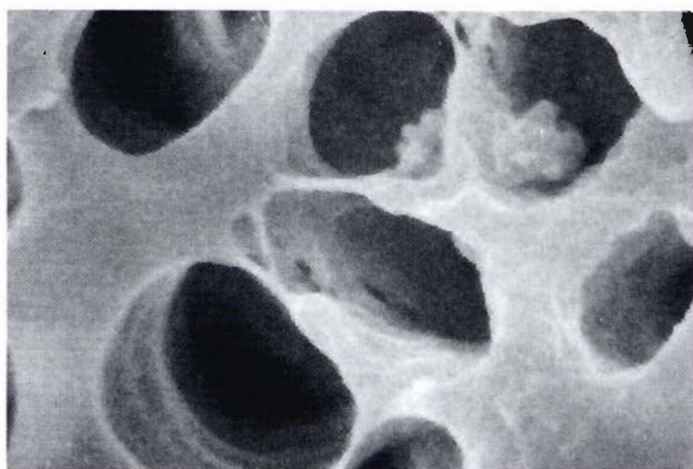


Fig. 8 - Immagine al S.E.M. (5000 X) della superficie dentinale endocanalare di un campione del gruppo 1 (irrigazione con ago Max-I-Probe).

Fig. 8 - S.E.M. observation (5000 X) of a root canal surface in a group 1 sample.

livello di detersione accettabile, raggiunto per la maggior parte dei tubuli presenti (Fig. 11), ma ancora nella seconda immagine una elevata quantità di frammenti occlude gli imbocchi di più del 50% dei tubuli (valore 2) e delle isole di *smear layer* sono presenti sulla superficie dentinale di una discreta porzione del campo di osservazione (Fig. 12).

La prima immagine, relativa al gruppo 4 (Fig. 13), mostra una detersione di qualità molto buona, caratterizzata dalla completa assenza, o minima deposizione, di frammenti sulla superficie dentinale (valore 0), e solo nella seconda immagine (Fig. 14) 1/6 dei tubuli si presenta completamente obliterato, e altri 2/3 non totalmente detersi (valore 1).

La valutazione complessiva di tutti i campioni analizzati per ciascun gruppo ha fornito i risultati mostrati nella tabella 2. Dal numero di campioni a cui in ogni gruppo sono stati assegnati i diversi valori indicanti il grado di detersione ottenuto sono state successivamente calcolate le percentuali mediante la seguente proporzione:

numero totale dei campioni per gruppo: numero di campioni parziale per ciascun valore = 100: % ottenuta.

Nel gruppo 1, nel quale sono stati ottenuti i migliori risultati, è stata riscontrata una totale assenza di frammenti nella maggior parte dei campioni (83%), mentre solo un 17% ha mostrato una minima permanenza

di detriti.

Nel gruppo 4, in cui sono stati ottenuti buoni ma meno soddisfacenti risultati, la percentuale di campioni in cui è stata riscontrata una totale assenza di detriti è stata del 67%, e in un 33% ne è stata osservata una minima permanenza.

Nel gruppo 3 solo un 33% dei campioni ha ottenuto la totale rimozione dei detriti, il

50% ha mostrato una minima permanenza di frammenti, e nel rimanente 17% la quantità di detriti è risultata significativa. Nel gruppo 2 nessuno dei campioni ha raggiunto una totale detersione, una minima quantità di detriti è stata riscontrata nel 33%, mentre la quantità di detriti è risultata elevata in più della metà dei campioni (67%).

CRITERI DI VALUTAZIONE PER CAMPO MICROSCOPICO	
0	assenza totale di detriti
1	presenza di una minima quantità di detriti, tale da obliterare meno del 50% degli imbocchi dei tubuli dentinali
2	presenza di una elevata quantità di detriti, tale da obliterare più del 50% degli imbocchi dei tubuli dentinali

Tab. 1 - Valori attribuiti ai diversi gradi di detersione ottenuti con ciascun tipo di ago utilizzato.

Tab. 1 -Values assigned to cleansmg levels using different types of needles.

RISULTATI DELL'ANALISI MICROSCOPICA			
	0	1	2
Gruppo 1	5	1	0
Gruppo 2	0	2	4
Gruppo 3	2	3	1
Gruppo 4	4	2	0

Tab. 2 - Risultati ottenuti dall'analisi al S.E.M. per ciascun gruppo di campioni.

Tab. 2 - S. E. M. observation's results regarding each group.

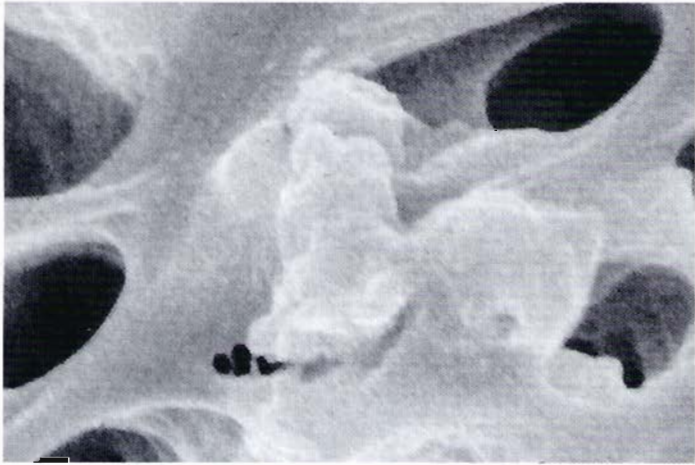


Fig. 9 - Immagine al S.E.M. (5000 X) della superficie dentinale endocanalare di un campione del gruppo 2 (irrigazione con ago Endo-Eze System 22 G).

Fig. 9 - S.E.M. observation (5000 X) of a root canal surface in a group 2 sample.

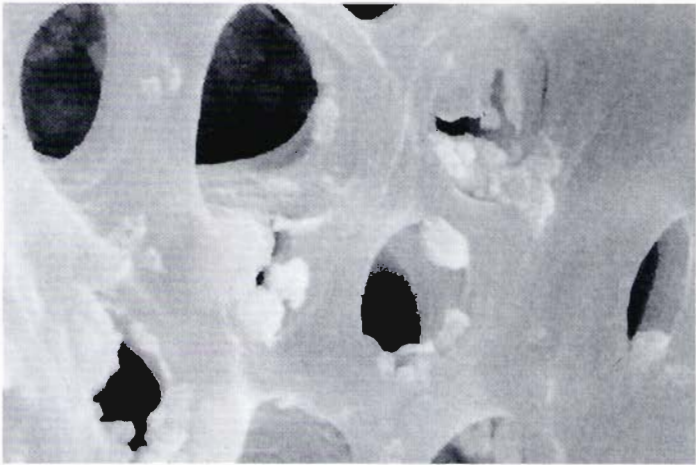


Fig. 10 - Immagine al S.E.M. (5000 X) della superficie dentinale endocanalare di un campione del gruppo 2 (irrigazione con ago Endo-Eze System 22 G).

Fig. 10 - S.E.M. observation (5000 X) of a root canal surface in a group 2 sample.

CONCLUSIONI

Tali risultati potrebbero già fornire alcune indicazioni riguardo al sistema di irrigazione consigliabile, sebbene si tratti certamente di un'analisi preliminare, dato l'esiguo numero di campioni osservati.

E' tuttavia da considerare il notevole grado di detersione ottenuto in entrambi i gruppi in cui l'ago utilizzato possedeva un dia-

metro molto piccolo, che potrebbe rendere consigliabile l'impiego di aghi sottili, in quanto, possedendo una migliore capacità di penetrazione nel canale, sarebbero in grado di raggiungere meglio proprio la porzione apicale, oggetto della nostra analisi in questo studio.

Non sembrano invece esistere significative differenze riguardo alla detersione ottenibile servendosi di aghi con diversa forma della punta, anche se, tuttavia, una punta cieca con apertura laterale sarebbe più indicata,

per il minor rischio di spinta dei detriti oltre l'apice radicolare, laddove con una punta piatta tale inconveniente potrebbe presentarsi con maggiore facilità.

Oltre al diametro, anche la lunghezza dell'ago sembra avere la sua importanza, e ciò è intuibile, in quanto una lunghezza minore non permette certamente un agevole raggiungimento dell'apice, suggerendo pertanto l'impiego di aghi almeno di media lunghezza.

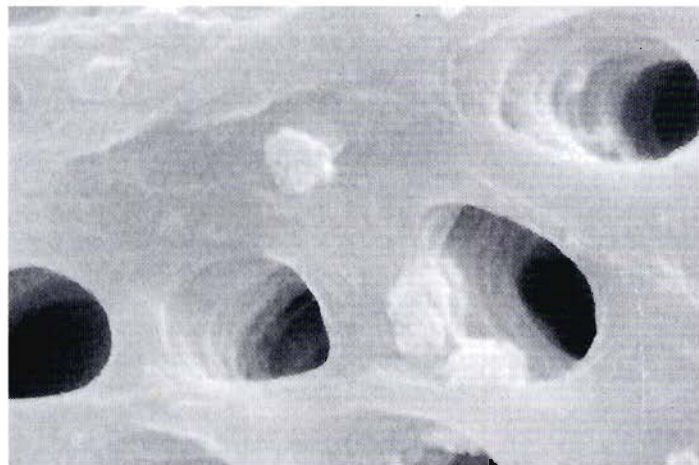


Fig. 11 - Immagine al S.E.M. (5000 X) della superficie dentinale endocanalare di un campione del gruppo 3 (irrigazione con ago Monoject).

Fig. 11 - S.E.M. observation (5000 X) of a root canal surface in a group 3 sample.

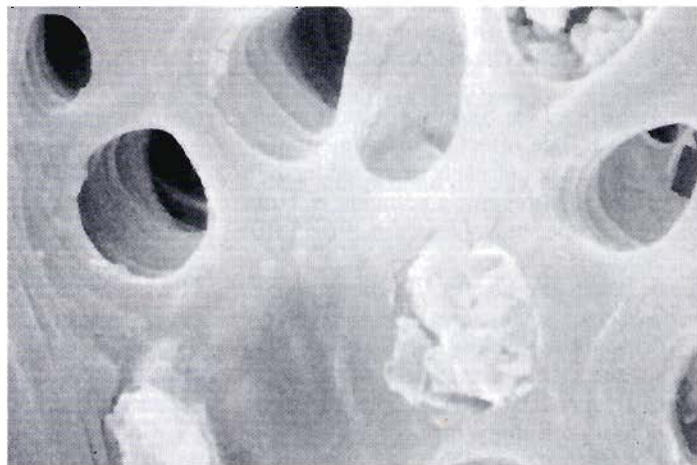


Fig. 12 - Immagine al S.E.M. (5000 X) della superficie dentinale endocanalare di un campione del gruppo 3 (irrigazione con ago Monoject).

Fig. 12 - S.E.M. observation (5000 X) of a root canal surface in a group 3 sample.

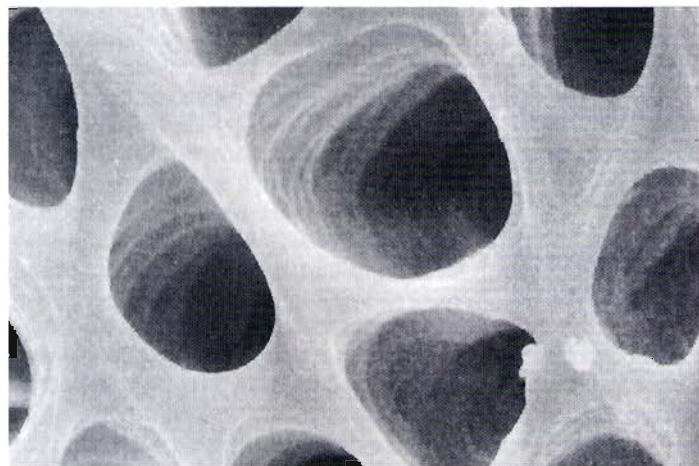


Fig. 13 - Immagine al S.E.M. (5000 X) della superficie dentinale endocanalare di un campione del gruppo 4 (irrigazione con ago Endo-Eze System 31 G).

Fig. 13 - S.E.M. observation (5000 X) of a root canal surface in a group 4 sample.

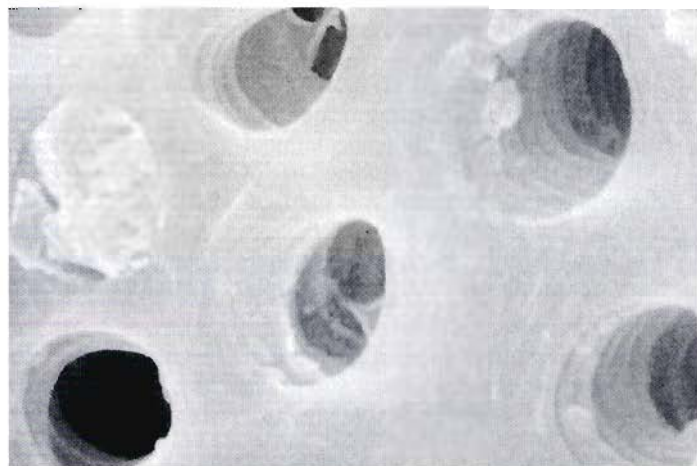


Fig. 14 - Immagine al S.E.M. (5000 X) della superficie dentinale endocanalare di un campione del gruppo 4 (irrigazione con ago Endo-Eze System 31 G).

Fig. 14 - S.E.M. observation (5000 X) of a root canal surface in a group 4 sample.

BIBLIOGRAFIA

1. Weine FS. Endodontic therapy. 3rd ed. Saint Louis, CV. Mosby Company, 1982.
2. Cohen S, Burns RC. Pathways of the pulp. 3rd ed. Saint Louis, C. V. Mosby Company, 1984.
3. Macthou P. L'irrigation en endodontie. *Actualités OdontoStomat* 1980; 131: 387-394.
4. Rubin LM, Skobe Z, Krakow AA, Gron P. The effect of instrumentation and flushing of freshly extracted teeth in endodontic therapy: a scanning electron microscope study. *J Endodon* 1979; 5 (II): 328-35.
5. Baker NA, Eleazer PD, Averbach RE, Seltzer S. Scanning electron microscopic study of the efficacy of various irrigating solutions. *J Endodon* 1975; 1 (4): 127-35.
6. Taylor MD, Austin JH. The solvent action of antiseptics on necrotic tissue. *J Exp Med* 1918; 27: 155.
7. Grossman LI. Irrigation of root canals. *J Amer Dent Ass* 1943; 30: 1915-7.
8. Svec TA, Harrison TW. The effect of effervescence debridement of the apical region of root canal. *J Endodon* 1981; 7 (7): 335.
9. Bhat KS. Tissue emphysema caused by hydrogen peroxyde. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1974; 38 (2): 304-7.
10. Harrison JW, Baumgartner JC, Zielke DR. Analysis of interappointment pain associated with the combined use of the endodontic irrigant and medications. *J Endodon* 1981; 7 (6): 272-6.
11. Mac Comb D, Smith DC. A preliminary scanning electron microscopic study of root canals after endodontic procedures. *J Endodon* 1975; 1 (7): 238-42.
12. Boyer DB, Svare CV. The effect of rotary instrumentation on the permeability of dentin. *J Dent Res* 1981; 60: 961-71.
13. Cantatore G. Struttura dentinale e procedure endodontiche. *Dent Cad* 1995; 2: 13-45.
14. Negri PL, Eramo S, Lotito M, De Pino C. Il fango dentinale: caratteristiche ed interazioni. *Dent Cad* 1991; 3: 13-32.
15. Pashley DH, Michelich V, Kehl T. Dentin permeability: effects of smear layer removal. *J Prosthet Dent* 1981; 46: 531-7.
16. Yamada RS, Armas A, Goldman M, Lin PS. A scanning electron microscopic comparison of a high volume final flush with several irrigating solutions. Part 3. *J Endodon* 1983; 9 (4): 137-42.
17. Gildam M, Goldman LB, Cavaleri L, Bogis J, Lin PS. The efficacy of several endodontic irrigating solutions: a scanning electron microscopic study. Part 2. *J Endodon* 1982; 8 (11): 487-92.
18. Seidberg BH, Schilder H. An evaluation of E.D.T.A. in endodontics. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1974; 34 (4): 609-20.
19. Nygaard Ostby B. Chelation in root canal therapy. Ethylene diamine tetra acetic acid for cleaning and widening of root canals. *Odontol Tidskr* 1957; 65: 3-11.
20. Goldman LB, Goldman M, Kronman JH, Lin PS. The efficacy of several irrigating solutions for endodontic: a scanning electron microscopic study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1981; 52: 197-204.