

\* Giuseppe Cantatore  
\* Vinio Malagnino  
\* Paola Passariello

\* Università degli Studi di Roma "La Sapienza"  
Istituto di Clinica Odontoiatrica  
Direttore: Prof. Giovanni Dolci  
Cattedra di Odontoiatria Conservatrice  
Titolare: Prof. Guido Goracci

Corrispondenza:  
Dr. Giuseppe Cantatore  
P.zza Oderico da Pordenone, 1  
00145 Roma - Tel. 06/5135082

# Indagine al SEM di due differenti metodiche di detersione canalare

A SEM study of two different root canal cleaning techniques

## RIASSUNTO

In questo lavoro gli autori esaminano al SEM l'efficacia di due differenti metodiche di detersione canalare nella rimozione del fango dentinale. Sono stati selezionati 5 terzi molari mandibolari estratti, con un canale unico nella radice mesiale ed uno nella distale. I denti sono stati quindi rizetomizzati, divisi in due gruppi e preparati endodonticamente. Nel gruppo 1 l'irrigazione è stata eseguita con 5 cc di ipoclorito di sodio, nel gruppo 2 alternando ipoclorito al 5% in cloro attivo con una soluzione a base di EDTA al 15% + Cetrimide. Tutti i campioni sono stati poi fratturati longitudinalmente disidratati ed osservati al SEM. I risultati dimostrano che per una completa detersione canalare con eliminazione del fango dentinale dai tubuli occorre alternare l'ipoclorito con una soluzione di EDTA. Questa osservazione è spiegabile se consideriamo che il fango dentinale presenta 2 componenti: una componente organica su cui agisce l'ipoclorito ed una componente inorganica calcificata che può essere rimossa solo con soluzioni acide o chelanti.

**Parole chiave:** Detersione canalare. Tubuli dentinali. Fango dentinale.

## ABSTRACT

### Introduction

Thorough canal cleaning is difficult due to the structure of the dentin and the formation of the smear layer during canal preparation. The smear layer adheres to the dentin underneath and must be removed before root canal obturation, because it is an unstable substratum that can contain bacteria within itself. The authors used an SEM to evaluate the efficacy of two different techniques for root canal cleansing and for the removal of the smear layer.

### Materials and methods

Five extracted lower third molars with a single canal in the distal and mesial roots

were used. The teeth were bisected in order to obtain two groups of roots and subsequently submitted to root canal preparation according to the "crown-down" technique using Profiles-4-taper (Tulsa Dental). In the first group, irrigation was done with 5cc of sodium hypochlorite at 5% and at approximately 40° Oelsius (Nicol 5-Ogna®). Irrigation was done on the second group alternating sodium hypochlorite at 5% with a solution of 15% EDTA + Cetrimide (Largal ultra-Septodont®). A final rinse with Largal, followed by one with NaCl, was done before filling the canal. All the specimens were then split longitudinally, dried and examined under a scanning electron microscope (C) with an electron speed of 10Kv.

### Results

**Group 1:** In spite of using warm sodium hypochlorite, which is more active, the images revealed incomplete cleansing of the dentinal tubules; the smear layer was forced into the dentinal tubules for several microns, but didn't fill them completely.

**Group 2:** The cleaning of the root canal wall appeared to be complete and the smear layer eliminated; the tubules seemed widened, more calcified, more sensitive to the action of the EDTA solution, and contained no peritubular dentin.

### Conclusions

For complete removal of the smear layer, it is necessary to alternate irrigation with sodium hypochlorite and an EDTA solution. This observation can best be explained by the fact that the smear layer contains two components, one of which is organic and can only be removed with an acid or chelating solution.

**Key words:** Root canal cleaning. Dentinal tubules. Smear layer.

## INTRODUZIONE

La detersione completa del canale radicolare rappresenta sicuramente una delle chiavi del successo in Endodonzia eliminando completamente batteri, tossine e residui organici dal cavo pulpare e consentendo un più intimo contatto dei materiali da otturazione con le pareti canalari.

Purtroppo ottenere un'efficace detersione canalare non è semplice a causa della struttura stessa della dentina e della formazione del fango dentinale. La dentina presenta al suo interno una complessa rete di tubuli il cui numero e diametro cresce man mano che ci si avvicina al cavo pulpare. Tronstad (1), Garberoglio (2) e Brännström (3) sono stati tra i primi ricercatori ad osservare al SEM la dentina sia sana che cariata.

Tronstad (1) ha rilevato un numero di tubuli dentinali variante da circa 60,000/mm<sup>2</sup> con diametro medio di 2-3 µm in prossimità della polpa a circa 7,000/mm<sup>2</sup> con diametro medio di 0,5 µm alla giunzione amelo-dentinale. Garberoglio (2) e Brännström (3) hanno rilevato 45,000 tubuli/mm<sup>2</sup> con diametro 2,5 µm nella dentina peripulpare, 29,500 tubuli/mm<sup>2</sup> con diametro 1,2 µm nella dentina intermedia e 19-20,000 tubuli/mm<sup>2</sup> con diametro 0,9 µm alla giunzione amelo-dentinale. La dentina pertanto può essere assimilata ad una membrana semipermeabile che può in varie condizioni consentire il passaggio di batteri e loro tossine con conseguenze che possono portare all'insuccesso endodontico.

Il fango dentinale rappresenta uno strato amorfo di detriti granulari che si forma ogni qualvolta e comunque vengano incisi meccanicamente i tessuti duri del dente (4). Consta di subunità globulari di idrossiapatite (5) dal diametro di 0,05-0,1 µm immerse in un film organico di collagene gelatinoso e strettamente aderente alla dentina tubulare ed ai tubuli dentinali al cui interno si spinge per alcuni micron (5). La morfologia del fango dentinale varia a seconda dell'area in cui si produce; per la presenza di una dentina più soffice e della predentina (6) risulta particolarmente abbondante dopo la preparazione meccanica del canale, mentre

Cantatore G, Malagnino V, Passariello P. Indagine al SEM di due differenti metodiche di detersione canalare. *G Il Endo* 1994; 4: 151-56

non si forma nelle zone che non vengono strumentate (7). Il ruolo del fango dentinale in Endodonzia è controverso; di sicuro è stato dimostrato che non è in grado di sigillare ermeticamente i tubuli dentinali e che consente, pur rallentandolo, il passaggio di varie specie batteriche come il *proteus vulgaris* (8). Inoltre lo smear layer può contenere batteri che si possono moltiplicare indisturbati al suo interno e non costituisce un substrato stabile a cui fare aderire le nostre otturazioni canalari; al contrario si dissocia facilmente a contatto con le sostanze acide derivanti dai batteri o dal ristagno dei fluidi tissutali (6, 7). Per questi motivi il fango dentinale deve essere accuratamente rimosso prima di procedere all'otturazione canalare.

Basandoci su questi principi abbiamo deciso di valutare le capacità detergenti di due differenti metodiche di irrigazione canalare scegliendo, come metodo di indagine, la microscopia elettronica a scansione, particolarmente adatta allo studio della dentina (9). Il microscopio elettronico a scansione consente inoltre di ottenere immagini tridimensionali e di osservare superfici anche molto ampie su campioni ottenibili con relativa facilità e con minima contrazione (9).

## MATERIALI E METODI

Sono stati selezionati 5 terzi molari mandibolari inclusi, biradicolati, estratti per vari motivi a pazienti di età inferiore ai 30 anni e con anatomia endodontica di tipo I secondo Weine cioè con un canale unico nella radice mesiale ed uno nella distale. Si è data la preferenza a tali elementi dentari in quanto mai venuti a contatto nel cavo orale con tutti quegli stimoli batterici (carie), meccanici (traumi occlusali), fisico-chimici (calore, materiali da otturazione) o fisiologici (invecchiamento) che possono produrre alterazioni strutturali nell'organo pulpo dentinale (9); in altre parole i terzi molari inclusi di pazienti giovani presentano una dentina perfettamente integra, ideale per uno studio microscopico. Tutti i denti, conservati in formalina al 10%, sono stati sottoposti ad a-



Fig. 1 - Profile 0,4 Tapers (Tulsa Dental<sup>®</sup>) adoperati per la preparazione dei canali radicolari.  
Fig. 1 - Profile 0,4 Tapers used for the root canal preparation.

pertura della camera pulpare con punte diamantate tronco-coniche, rizotomizzati in modo da ottenere 2 gruppi di 5 radici a due a due simili nella microstruttura dentinale e preparati endodonticamente con le seguenti metodiche:

**Gruppo 1:** Per la preparazione meccanica sono stati adoperati Profile 0,4 Tapers (Tulsa Dental<sup>®</sup>) strumenti al nichel-titanio di recente introduzione negli Stati Uniti ed in corso di sperimentazione da noi, che tendono per alcune caratteristiche strutturali (punta smussa, angoli di taglio piatti) a lasciare superfici dentinali ben deterse e particolarmente lisce (Fig. 1). Gli strumenti, disponibili attualmente in 4 misure, sono stati adoperati in ordine decrescente portandoli progressivamente alla lunghezza di lavoro corrispondente all'apice anatomico dei denti e facendoli lavorare per rotazione continua oraria a 175 gpm. Subito dopo, il terzo coronale dei canali è stato svasato con frese di Gates (Maillefer<sup>®</sup>) # 1-4 ed infine le pareti sono state raccordate con Profile 0,4 Tapers # 1-4 portando il numero dei giri a 1.000 gpm.

Al passaggio di ogni strumento è seguita un'irrigazione con 5 cc di ipoclorito di Na al 5% in cloro attivo (Nicolor 5 Ogna<sup>®</sup>) alla temperatura di circa 37-40°C che introdotto nei canali tramite aghi da irrigazione #30, è stato lasciato agire per 4 minuti prima di passare allo strumento successivo. Dopo l'ultimo Profile i canali sono stati irrigati continuamente con ipoclorito caldo per 4 minuti allo scopo di ottenere condizioni di detersione ottimali ed asciugati con coni di carta.

**Gruppo 2:** I canali sono stati preparati meccanicamente con la stessa sequenza operativa descritta per il gruppo 1 mentre per l'irrigazione ci si è attenuti al seguente schema:

- dopo l'uso di ogni strumento sono state introdotte nel canale, tramite una siringa con ago #30, alcune gocce di una soluzione a ba-

se di EDTA al 15% e Cetrimide (Largal Ultra-Septodont<sup>®</sup>) sufficienti a riempirlo completamente. La soluzione è stata lasciata agire per circa 4 minuti e poi rimossa con un lavaggio di 5 cc di ipoclorito di sodio al 5% in cloro attivo (Nicolor 5 Ogna<sup>®</sup>). Dopo l'ultimo strumento è stata effettuata un'ultima applicazione di Largal Ultra e, dopo 4 minuti, un'irrigazione finale con 5 cc di Nicolor. I canali sono stati infine asciugati con coni di carta. L'ipoclorito di sodio nel gruppo 2 è stato adoperato a temperatura ambiente. Rispetto alla sequenza operativa descritta da Goldman (10, 11) e Yamada (12) [EDTA al 17% (Canalclean neutro - Ogna) ed a pH 7,2 alternato ad ipoclorito al 5,25%] abbiamo dato la preferenza ad una soluzione di EDTA leggermente meno concentrata (15%) associandola però ad una sostanza tensioattiva come la "Cetrimide" in grado, abbassandone la tensione superficiale, di favorirne la penetrazione in profondità (13).

Tutti i campioni sono stati poi fratturati longitudinalmente dopo avere praticato sulla loro superficie esterna delle intaccature parallele alla linea di frattura, disidratati in soluzioni di alcool etilico a concentrazioni crescenti (30%, 50%, 70%, 90%, 100%) e quindi essiccati con la tecnica del "critical point" (sostituzione dell'alcool con CO<sub>2</sub>) (9). Infine i campioni così preparati sono stati montati su apposite basette, metallizzati con platino dello spessore di circa 200Å ed osservati al SEM (Cambridge Instruments Ltd. 150A) con un'accelerazione di 10 KV. Le immagini al SEM hanno interessato il terzo medio ed apicale dei canali (9).

## RISULTATI

1. Per effetto delle procedure di detersione canalare i tubuli dentinali si presentano di

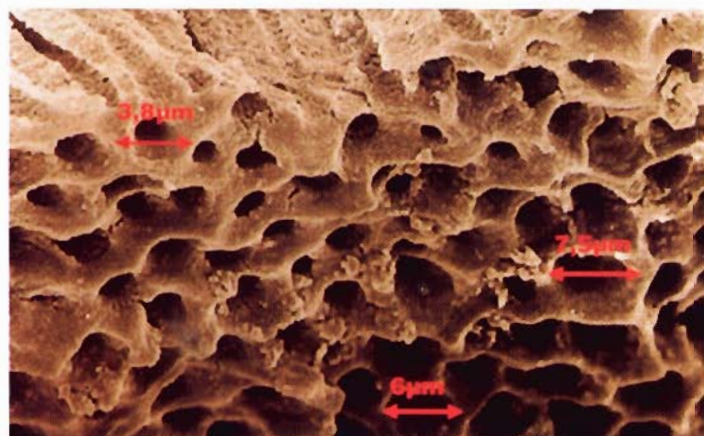


dimensioni superiori a quelle riportate in letteratura, con diametri tubulari fino a 6-8  $\mu\text{m}$  (Fig. 2); il numero dei tubuli da noi rilevato ( $\sim 47.000/\text{mm}^2$ ) corrisponde a quanto osservato da Garberoglio (2) e Brännström (3). La prova di questo allargamento è data dalla scomparsa della dentina peritubulare, come già riportato da Brännström nel 1981 (14) (Fig. 3). Ne consegue un aumento della permeabilità dentinale di circa il 25-30% (15) che favorisce sia il passaggio dei batteri verso la polpa, sia la diffusione di vari me-

dicamenti, applicati nel canale radicolare, verso la superficie esterna del dente. A tale proposito ricordiamo un recente lavoro di Foster e Kulid (16) in cui gli autori hanno dimostrato un cospicuo incremento della diffusione attraverso i tubuli dentinali dell'idrossido di calcio applicato nel canale radicolare dopo rimozione del fango dentinale laddove l'irrigazione con solo ipoclorito di sodio non aveva alcun effetto. Risultati analoghi sono riferiti da Abbott e coll. (17) adoperando il triamcinolone associato alla di-

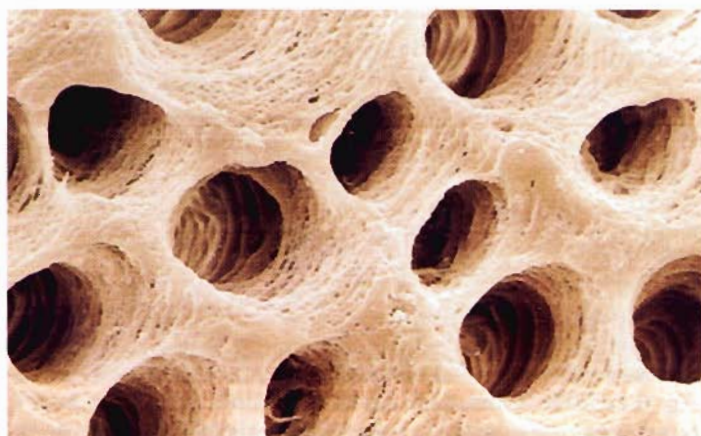
metilclortetraciclina (Ledernix®) come medicamento endocanalare.

2. L'osservazione delle immagini a piccolo ingrandimento (50-100X) si rivela particolarmente adatta allo studio degli effetti degli strumenti endodontici sulla superficie dentinale. Nei denti detersi con solo ipoclorito si osserva una caratteristica striatura a bande circonferenziale probabilmente legata all'azione delle lame degli strumenti in rotazione (Figg. 4, 5). Il particolare a 100X rivela che queste strie corrispondono ad ammassi



**Fig. 2** - L'osservazione della dentina canalare trattata rivela tubuli dentinali svasati e con diametri fino a 6-8  $\mu\text{m}$ .

**Fig. 2** - The observation of the root canal dentin showing widened dentinal tubules with a diameter of up to 6-8  $\mu\text{m}$ .



**Fig. 3** - (3.000X) - Trattamento con EDTA + NaOCl; scomparsa della dentina peritubulare, svasatura dei tubuli, deterzione completa.

**Fig. 3** - (3.000X) - Irrigation treatment by EDTA + NaOCl; the peritubular dentin has disappeared the tubules are extended, the deterction is complete.



**Fig. 4** - (50X) - Trattamento con NaOCl al 5%; si osservano i solchi lasciati dalle lame degli strumenti in rotazione.

**Fig. 4** - (50X) - Root canal irrigation using only 5% NaOCl: one can see the grooves left by the blades of the rotating instruments.



**Fig. 5** - (100X) - Particolare della Fig. 4: i solchi sono delimitati da depositi di fango dentinale.

**Fig. 5** - (100X) - A magnification of Figure 4; the grooves are delimited by smear layer deposits.



localizzati di fango dentinale che sembra del resto rivestire completamente la superficie canalare sotto forma di particelle di vario diametro (Fig. 5). I campioni trattati con NaOCl + EDTA al contrario non presentano alcuna striatura ma solo dei solchi molto leggeri tanto che la superficie nel complesso appare liscia, quasi levigata con una fine punteggiatura scura (Figg. 6, 7) che già a 100X si dimostra corrispondere agli orifizi

dei tubuli dentinali (Fig. 7).

3. La detersione con il solo ipoclorito, anche se adoperato caldo, si rivela insufficiente a rimuovere completamente il fango dentinale la cui presenza si è rivelata costante in tutti i campioni. Lo smear layer risulta indistinguibile dalla dentina sottostante ed occlude in modo parziale ed incompleto l'imbocco dei tubuli (Fig. 8) con formazioni granulari dal diametro di 2-3  $\mu$ m o con ammas-

si irregolari più grossi con diametro di circa 5-10  $\mu$ m. In alcune aree lo strato appare più compatto (Fig. 9) in altre invece, specie gli ingrandimenti maggiori (Fig. 10), si riescono ad individuare chiaramente i contorni dei tubuli al cui interno il fango dentinale si spinge per alcuni  $\mu$ m confermando quanto osservato da Mader e coll. nel 1984 (6).

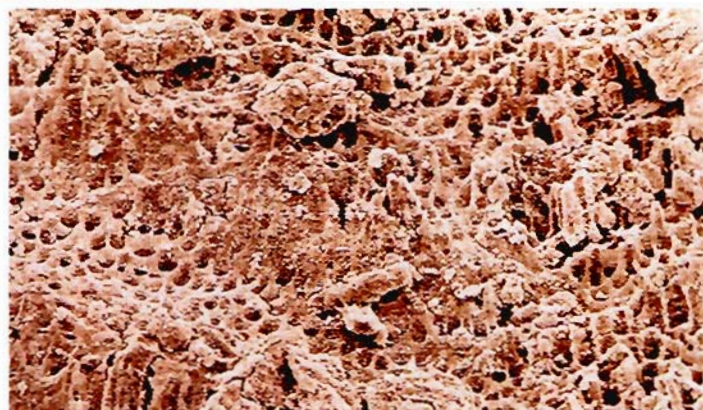
4. L'uso alternato di ipoclorito al 5% ed EDTA si dimostra un'efficace tecnica di deter-



**Fig. 6 - (50X) - Trattamento con EDTA + NaOCl: si osserva una superficie solcata in maniera molto più superficiale che in Fig. 4.**  
**Fig. 6 - (50X) - Root canal irrigation with EDTA + NaOCl: here one can see that the surface grooves are just visible.**



**Fig. 7 - (100X) - Particolare della Fig. 6: cominciano a rendersi visibili gli imbocchi dei tubuli dentinali.**  
**Fig. 7 - (100X) - A magnification of Fig. 6: the openings of the dentinal tubules begin to become visible.**



**Fig. 8 - (500X) - Irrigazione con solo NaOCl al 5%: il fango dentinale è depositato sulla parete del canale in ammassi irregolari indistinguibili dalla dentina sottostante, occludendo parzialmente l'imbocco dei tubuli.**  
**Fig. 8 - (500X) - Root canal irrigation with just 5% NaOCl: the smear layer is deposited on the walls of the canal in irregular masses indistinguishable from the dentin beneath, partially obscuring the tubules openings.**



**Fig. 9 - (2.000X) - Irrigazione con solo NaOCl al 5%: il fango dentinale ricopre in uno spesso strato la parete del terzo apicale del canale.**  
**Fig. 9 - (2.000X) - Root canal irrigation with just 5% NaOCl: the smear layer covers the wall of the root canal apical third in a thick strata.**



sione canalare; già agli ingrandimenti minori (200X) il canale appare privo di detriti e con gli orifizi tubulari ben delineati (Fig. 11). Gli ingrandimenti maggiori (2000-5000X) rivelano imbocchi tubulari ampi, leggermente svasati, completamente detersi da ogni detrito (Fig. 12) e privi di dentina peritubulare (particolarmente sensibile alle soluzioni detergenti adoperate perché più mineralizzata: 2, 3, 14) tanto da lasciare in-

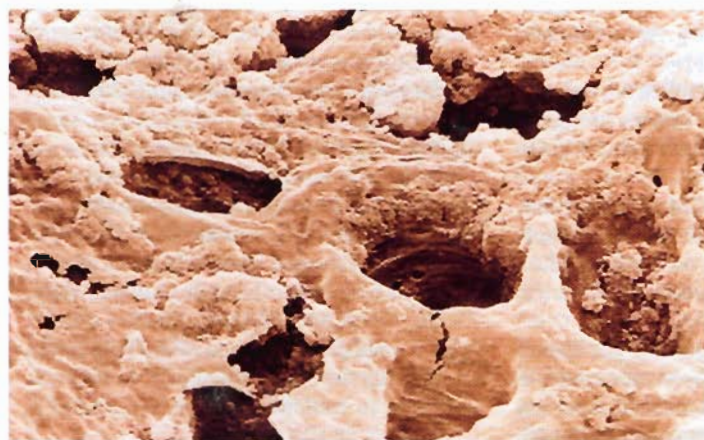
travedere una fine trama di fibre collagene (Fig. 13).

## CONCLUSIONI

Possiamo così riassumere le conclusioni di questo nostro studio:

■ Il fango dentinale non riesce in alcun modo ad occludere completamente i tubuli per cui non costituisce un sigillo ermetico al passaggio dei batteri.

L'irrigazione con solo ipoclorito di sodio al 5%, pur accurata ed abbondante, non è sufficiente a detergere completamente il canale come era del resto logico attendersi considerando che l'ipoclorito si rivela efficace solo nella lisi di residui organici (10-12).



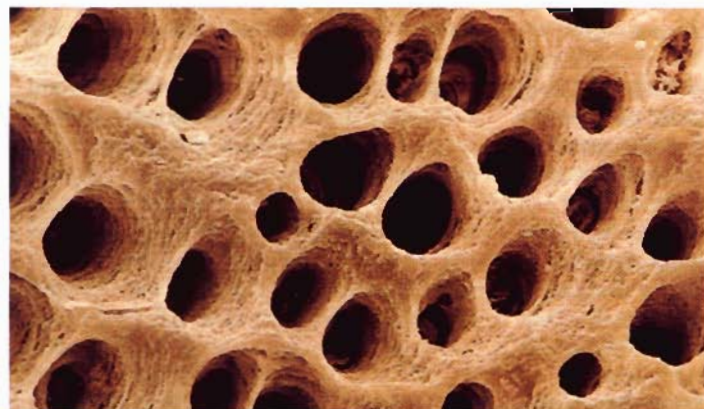
**Fig. 10 - (5.000X) - Irrigazione con solo NaOCl al 5%: i tubuli dentinali nella regione apicale non sono perfettamente detersi, lo smear layer si spinge al loro interno per alcuni micron.**

**Fig. 10 - (5.000X) - Root canal irrigation with just 5% NaOCl: the dentinal tubules are not perfectly cleaned and the smear layer has been forced inside them for some microns.**



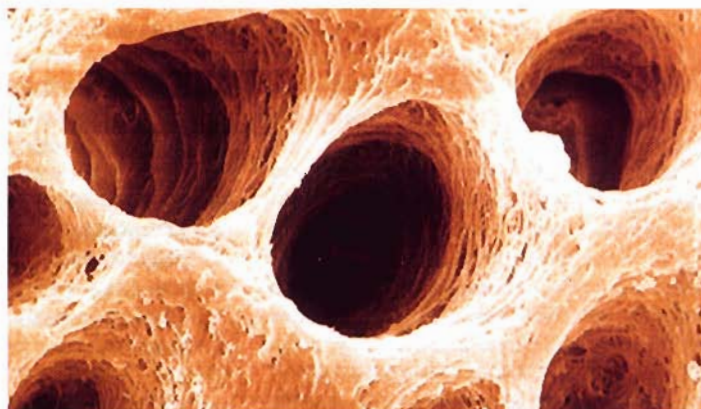
**Fig. 11 - (200X) - Irrigazione con EDTA + NaOCl al 5%: la detersione accurata evidenzia l'imbocco dei tubuli dentinali.**

**Fig. 11 - (200X) - Root canal irrigation with EDTA + 5% NaOCl: the cleaning is complete as one can see by the openings of the dentinal tubules.**



**Fig. 12 - (2.000X) - Irrigazione con EDTA + NaOCl al 5%: gli imbocchi ai tubuli dentinali si presentano svasati e privi di dentina peritubulare. Non si osserva smear layer.**

**Fig. 12 - (2.000X) - Root canal irrigation with EDTA + 5% NaOCl: the openings of the dentinal tubules are widened and lacking peritubular dentin. One can see no smear layer.**



**Fig. 13 - (5.000X) - Irrigazione con EDTA + NaOCl al 5%: si osservano i tubuli dentinali perfettamente detersi.**

**Fig. 13 - (5.000X) - Root canal irrigation with EDTA + 5% NaOCl: one can see that the dentinal tubules are completely cleaned.**

■ L'irrigazione con ipoclorito associato ad EDTA assicura invece una detersione completa dell'endodonto; la soluzione chelante infatti agisce sulla parte mineralizzata del fango dentinale rendendo accessibile all'azione litica dell'ipoclorito la parte organica.

■ La rimozione completa del fango dentinale comporta un aumento di diametro dei tubuli con un incremento della permeabilità dentinale al passaggio dei batteri e delle loro tossine di circa il 30% (15). Questa osservazione introduce un nuovo criterio di qualità dei materiali da otturazione canalare, cioè la loro capacità di ridurre la permeabilità della dentina e di sigillarne i tubuli, criterio su cui la ricerca endodontica si sta già muovendo con tutta una serie di lavori che spaziano dall'uso dei laser (18) a quello degli adesivi dentali (19), delle guttaperche a basso peso molecolare e dei composti a base di ossalato di Ca e ferrico e di nitrato di K (20).

## BIBLIOGRAFIA

- 1 - Tronstad L. Ultrastructural observation on human coronal dentin. *Scand Dent J* 1973; 81: 101-11
- 2 - Garberoglio R, Brännström M. Scanning electron microscopic investigation of human dentinal tubules. *Arch Oral Biol* 1976; 21: 335-62
- 3 - Brännström M, Garberoglio R. The dentinal tubules and the odontoblastic process: a SEM study. *Acta Odontol Scand* 1972; 30: 291-311
- 4 - Pashley DH, Michelich V, Kehl T. Dentin permeability: effects of smear layer removal. *J Prosthet Dent* 1981; 46: 531-7
- 5 - Eick JD, Cobb CM, Chapell RP, Spencer P, Robinson SI. The dental surface and its influence on dentinal adhesion. Part I. *Quintessence Int* 1991; 22: 967-77
- 6 - Mader LL, Baumgartner JC, Peters DD. A Scanning electron microscopic investigation of the smeared layer on root canal walls. *J Endodon* 1984; 10: 477-83
- 7 - McComb D, Smith. A preliminary scanning electron microscope study of root canals after endodontic procedures. *J Endodon* 1975; 1: 238-42
- 8 - Williams S, Goldman M. Penetrability of the smeared layer by a strain of *Proteus Vulgaris*. *J Endodon* 1985; 11: 385-8
- 9 - Goracci G, Mori G, Casa de'Martini L, Bazzucchi M. Analisi ultrastrutturale della dentina peritubulare e del lume tubulare dei denti sani. *Minerva Stomatol* 1993; 42: 205-16
- 10 - Goldman LB, Goldman M, Kronman JH, Lin PS. Scanning electron microscope study of a new irrigation method in endodontic treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1979; 48: 79-83
- 11 - Goldman LB, Goldman M, Cavaleri R, Bogis G, Lin PS. The efficacy of several irrigating solutions for endodontic: a scanning electron microscopic study: Part 2. *J Endodon* 1982; 8: 487-92
- 12 - Yamada RS et al. A scanning electron microscopic comparison of a high volume flush with several irrigating solutions. Part 3. *J Endodon* 1983; 9: 137-42
- 13 - Aktener BO, Gengiz T, Piskin B. The penetration of smear material into dentin tubules during instrumentation with surface-active reagents: a SEM study. *J Endodon* 1989; 15: 588-90
- 14 - Brännström M. *Dentina e polpa in Conservativa*. 1ª ed. Torino: Cides Odonto Ed 1983; 20-4
- 15 - Pashley DH. Considerations of dentine permeability in cytotoxicity testing. *Int Endod J* 1988; 21: 143-54
- 16 - Foster KH, Kulild JC, Weller RN. Effect of smear layer diffusion of calcium hydroxide through radicular dentin. *J Endodon* 1993; 19: 136-40
- 17 - Abbott PC, Hume WR, Heithersay GS. Barriers to diffusion of Ledermix paste in radicular dentin. *Int Endod J* 1989; 5: 98-104
- 18 - Stabholz A, Moshonov J, Rotstein I. L'uso dei laser in Endodonzia: l'utilizzo sui tessuti dentali duri e sul periapice. *Gli Endo* 1993; 1: 6-12
- 19 - Goracci G, Casa de'Martini L, Mori G, Bazzucchi M. Adesivi di quarta generazione: analisi dei rapporti con la dentina-II parte. *Dent Cadmos* 1993; 13: 60-81
- 20 - Fogel HM, Pashley DH. Dentin permeability: effects of endodontic procedures on root slabs. *J Endodon* 1992; 16: 442-5