

# Radici trasparenti: un modello per la didattica e la sperimentazione

Transparent roots: a model for teaching and experimentation

## RIASSUNTO

La necessità di provare gli strumenti endodontici su modelli che siano più vicini alla realtà dei modelli oggi disponibili ci ha portato a studiare una metodica con la quale le radici dentali vengono ridotte a sezioni e poi trattate con un procedimento che pur non alterandone le caratteristiche chimico-fisiche le rende trasparenti.

Questo fa di queste sezioni un quanto mai realistico modello didattico e sperimentale su cui testare l'azione dei nostri strumenti.

**Parole chiave:**

Sezioni sottili.

Tecniche di preparazione istologica.

Metodi di inclusione dei tessuti.

## ABSTRACT

The need to test endodontic instruments on models that are most similar to those available today has led us to study a method where the roots of teeth are divided into sections and then treated with a procedure that makes them transparent without altering their chemical and physical characteristics. These sections are very realistic models that can be used as teaching and experimental aids and for testing dental instruments.

**Parole chiave:**

Thin sections.

Histocytological preparation techniques.

Tissue Embedding/methods.

## INTRODUZIONE

La continua evoluzione degli strumenti utilizzati in endodonzia come ad esempio gli ultrasuoni o ancora di più gli strumenti rotanti ci hanno portato a cercare modelli sperimentali dove testare l'effettiva efficacia di quest'ultimi durante la loro azione.

Così le case produttrici hanno cercato di ri-

creare le condizioni in cui questi strumenti lavorano nel canale con modelli di plastica trasparente (Fig. 1) oppure con modelli computerizzati attraverso i quali osservare l'azione di taglio dello strumento sui tessuti duri del dente in condizioni anatomiche più possibile vicine alla realtà. Quindi si è iniziato prima con dei modelli molto semplici che consistevano in blocchetti di plastica con al centro un canale più o meno cilindrico in cui gli strumenti da testare trovavano delle condizioni ben lontane dal canale reale sia per quanto riguardava l'anatomia che la consistenza del materiale. Poi per enfatizzare la risoluzione di uno dei problemi più grossi degli strumenti rotanti, la loro frattura in canali curvi si sono creati modelli di plastica con canali curvi.

Ovviamente le pareti di questi canali sono assolutamente levigate e prive di tutte quelle asperità e irregolarità anatomiche (canali laterali, biforcazione ecc.) che hanno i canali reali e dove molto spesso si arrestano gli strumenti nella progressione verso l'apice.

Vista l'assoluta inattendibilità di questi modelli, anche se purtroppo molti lavori scientifici della letteratura nazionale ed internazionale si avvalgono di tali modelli per trarre le conclusioni in merito all'azione degli strumenti rotanti al Ni-Ti, ho pensato che fosse più semplice lavorare con un modello creato al computer sul quale fare i vari test.

Dopo aver speso molti mesi a creare un modello tridimensionale del dente con il suo bravo canale e degli strumenti da testare è arrivato il momento di introdurre le variabili che avrebbe incontrato lo strumento muovendosi nel canale, tra cui la variazione di forma del canale nella sezione longitudinale ed in quella trasversale escludendo assolutamente le irregolarità della parete canale impossibile da prevedere in modello computerizzato e la variazione d'attrito in funzione del tessuto dove lo strumento sta lavorando: dentina rammollita predentina, dentina di un bambino, o di una persona anziana, in più esistono le variabili della curvatura del canale e della troncoconicità. Ovviamente tali variabili vanno valutate contemporaneamente in quanto nel canale reale agiscono in tal modo e spesso è proprio la somma di tali variabili a creare il problema.

Purtroppo il computer da me utilizzato pur



Fig. 1 - Modelli di canale in vari materiali e forme.

essendo uno dei più potenti oggi in commercio non era in grado di far girare in programma introducendo più di una variabile alla volta e gli ingegneri con cui ho collaborato mi hanno assicurato che per far funzionare tale modello con tutte le variabili che io pretendevo sarebbero stati necessari i computer della NASA.

Il problema più grosso che abbiamo incontrato è stato quello di far lavorare uno strumento troncoconico in un canale altrettanto troncoconico con troncoconicità diverse mentre si muove verso l'apice. La maggior parte dei lavori scientifici che utilizzano questi tipi di modelli computerizzati lavorano con canali cilindrici con strumenti cilindrici il che risolve molti problemi al povero computer, ma è una condizione molto lontana dalla realtà.

Quindi visto che sia i modellini di plastica che quelli virtuali non ricreavano nemmeno lontanamente le condizioni del dente reale ho pensato che i migliori interpreti di se stessi sarebbe stati proprio il dente e lo strumento rotante al Ni-Ti bisognava riuscire solamente a vedere l'azione dello strumento mentre lavorava nella radice e quindi l'unico problema era rendere trasparente il dente senza alterarne la struttura dei tessuti duri. (1)

Esistono numerosi processi chimici che rendono trasparente il dente ma tutti prevedono la decalcificazione dei tessuti duri e quindi rendono la radice non utilizzabile per i nostri scopi. (3)

Dopo numerosi tentativi sono riuscito a mettere a punto una metodica per rendere

Malentacca A. Radici trasparenti: un modello per la didattica e la sperimentazione.

G It Endo 2001; 1: 23-28

trasparente la dentina senza decalcificarla e senza privarla della sua componente organica e quindi lasciando immutate le sue caratteristiche di durezza ed elasticità (8)

## MATERIALI E METODI

La condizione principale per ottenere delle buone sezioni trasparenti è la perfetta idratazione del dente. (4, 11) in nessuna fase del processo bisogna far disidratare la dentina in quanto le microscopiche bolle d'aria che si insinuano nei tubuli dentinali (2, 3) la rendono opaca ed ci impediscono di rende-

re completamente trasparente la sezione: quindi la cosa migliore è lavorare con denti appena estratti e possibilmente vitali, che verranno subito dopo l'estrazione conservati in acqua, lavati con una blanda soluzione di perossido di idrogeno, curettati e puliti sempre sotto getto d'acqua ed infine conservati in una soluzione di glicerolo e formalina al 2%.

Nella fase successiva i denti verranno messi in una grossa capsula di Petri asciugati in carta assorbente dall'eccesso di glicerolo poi lavati con uno spazzolino in una soluzione di alcool al 30%, poi sotto getto d'acqua si praticherà l'apertura della camera pulpare (Fig. 3) fino alla rimozione completa della polpa camerale fatto ciò si immergeranno i

denti in una soluzione allo 0.5% di blu di anilina in acido acetico all' 8% per una decina di minuti. Se avrete pulito accuratamente la superficie radicolare il colorante penetrerà nei vari forami di uscita del tessuto pulpare evidenziandoli. (Fig. 2 )

A questo punto evitando accuratamente che si seccino studieremo allo stereomicroscopio l'anatomia superficiale della radice decidendo quali piani di taglio attuare per meglio mettere in evidenza quello che ci interessa.

La fase successiva prevede l'usura (12, 15) delle radici in funzione dei piani scelti seguendo l'andamento del canale e facendo molta attenzione a mantenerlo sempre abbondantemente nella sezione. I canali spes-

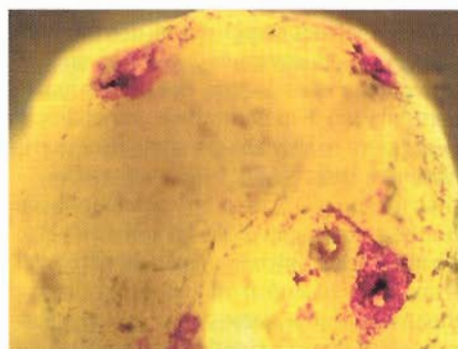


Fig. 2 - Apice con i forami apicali evidenziati dal colorante.



Fig. 3 - Da questa sezione appare chiaro il motivo per cui bisogna aprire la camera pulpare del dente. Il colorante penetra solo di qualche millimetro nel canale se l'unico punto di entrata è il forame apicale.

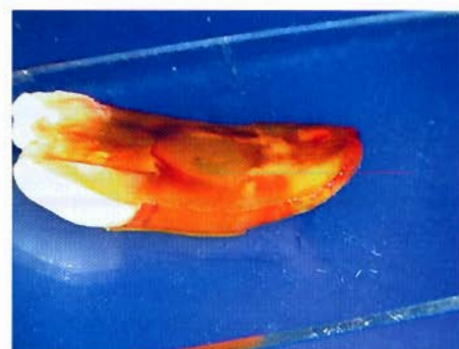


Fig. 4 - Radice che non è stato possibile tagliare su un unico piano e pertanto la sezione segue la curvatura naturale del canale.



Fig. 5 - Aspetto della sezione dopo colorazione con la miscela di Mallory 1.



Fig. 6 - Studio dei piani di taglio delle sezioni per meglio posizionarle sui vetrini dopo l'ultima fase del processo che le rende trasparenti.

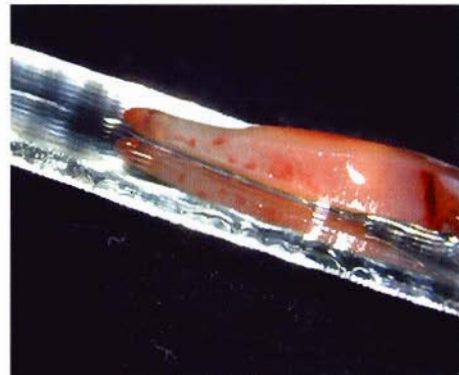
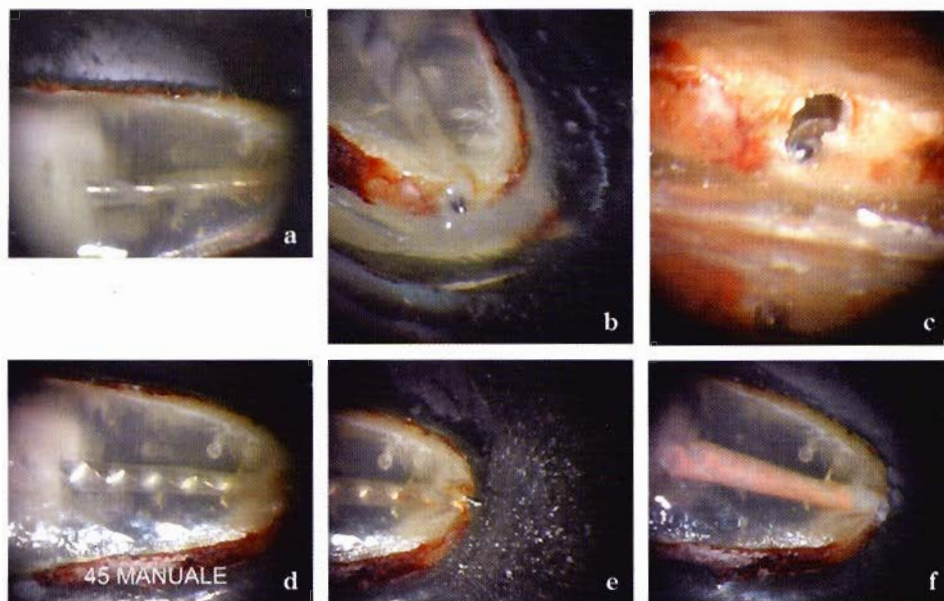


Fig. 7 - La sezione dopo il taglio per usura viene lasciata di uno spessore di almeno 2-3 mm per includere al suo interno tutto il canale.





**Figg. 8** - Efficacia dei vari tipi di preparazione canalare in un canale con forame apicale del diametro di un file n° 45.

**a. b.** Incongruenza dello strumento rotante con sezione in punta 20 con il tratto apicale del canale.

**c.** Deformazione dell'apice nel tentativo di prepararlo, spingendo oltre apice lo strumento rotante.

**d. e.** Preparazione manuale del tratto apicale.

**f.** L'otturazione mette in evidenza i due tipi di troncoconicità 0.12 per il tratto medio preparato con lo strumento rotante e 0.05 per quello apicale preparato manualmente.

so presentano una doppia curvatura su due piani e quindi molto spesso le nostre sezioni risulteranno alla fine anch'esse curve.

Questa è sicuramente la fase più delicata di tutto il processo in quanto se per errore il taglio tocca il canale la sezione è inutilizzabile in più bisogna calcolare quanta dentina verrà usurata internamente al canale dagli strumenti durante le fasi della preparazione per evitare che durante questa fase la sezione si separi in due porzioni, bisognerà calcolare inoltre che la sezione dovrà essere sottoposta ad una ulteriore riduzione alla fine del processo di colorazione. (5, 6)

Dopo questa prima sgrossatura delle radici e della corona i denti vengono immersi in acqua distillata e successivamente colorati, scegliendo tra varie metodiche per la colorazione dei tessuti pulpari ed del cemento radicolare ad esempio come la miscela I di Mallory, per 2-3 giorni in funzione dello spessore della sezione.

Dopo la colorazione la sezione viene lavata in acqua corrente e poi rifinita prima con frese a grana fine per turbina fino ad uno spessore di 2-3 mm e poi lucidate con dischi abrasivi montati su micromotore a grana progressivamente più fine, sempre sotto abbondante getto d'acqua. (Fig. 7)

Poi la sezione verrà lavata in acqua distillata e sottoposta ad un processo di sostituzione dell'acqua con l'alcool passandola in bagni di soluzione alcoliche a concentrazioni progressivamente crescenti del 30%, 50%, 80%, 96% ed alcool assoluto dove verrà lasciata finché il colorante che impregna i tubuli dentinali sarà scomparso rendendo la dentina finalmente trasparente ed i tessuti pulpari colorati di un colore rosso-marrone. (9, 10, 13, 14)

A questo punto le sezioni verranno trasferite in una capsula di Petri e sempre in bagno di alcool assoluto per osservarne meglio l'anatomia allo stereomicroscopio e per poi

posizionare la radice in maniera più consona ai nostri scopi.

Poi le sezioni verranno trasferite in metilbenzoato per alcuni giorni fino ad ottenere la completa trasparenza della dentina e successivamente passate nello xilene lavorando sotto cappa per evitare di inalare i vapori di questi reagenti altamente tossici.

Prima dell'inclusione in resina sintetica (7, 9) sarà necessario sondare il canale fino all'apice con un file sonda 0.8 o 10 e lasciarlo nel canale facendo sporgere dall'apice lo strumento di 1-2 mm e poi ricoprire l'accesso camerale e la zona dell'apice con vaselina per evitare che la resina da inclusione penetri nel canale rendendo così molto problematico se non impossibile il successivo sondaggio.

A questo punto la sezione verrà fissata ad un vetrino portaoggetti e quando l'andamento della sezione lo permette ricoperta con un vetrino copri-oggetti solo nella porzione radicolare lasciando liberi sia la corona che l'imbocco canalare attraverso i quali dovremmo introdurre gli strumenti.

La sezione è ora pronta per essere utilizzata per fini sia didattici che sperimentali, potremo così osservare come effettivamente lavorano gli strumenti in condizioni reali.

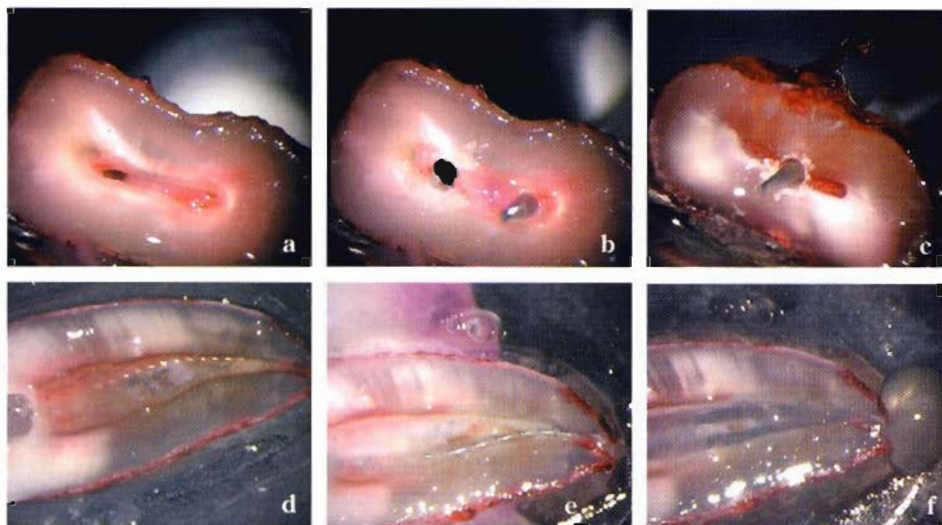
## DISCUSSIONE

Queste sezioni sono un formidabile strumento nel campo didattico in quanto meglio di ogni altro modello riproducono condizioni dove osservare la preparazione canalare il suo controllo le fasi dell'otturazione, gli errori e le complicazioni che possiamo incontrare nel dente reale. (Fig. 11)

Nei ritrattamenti osservando ad esempio quali sono le condizioni più a rischio per la frattura degli strumenti (Fig. 12) e testare le strategie più efficaci per la loro rimozione.

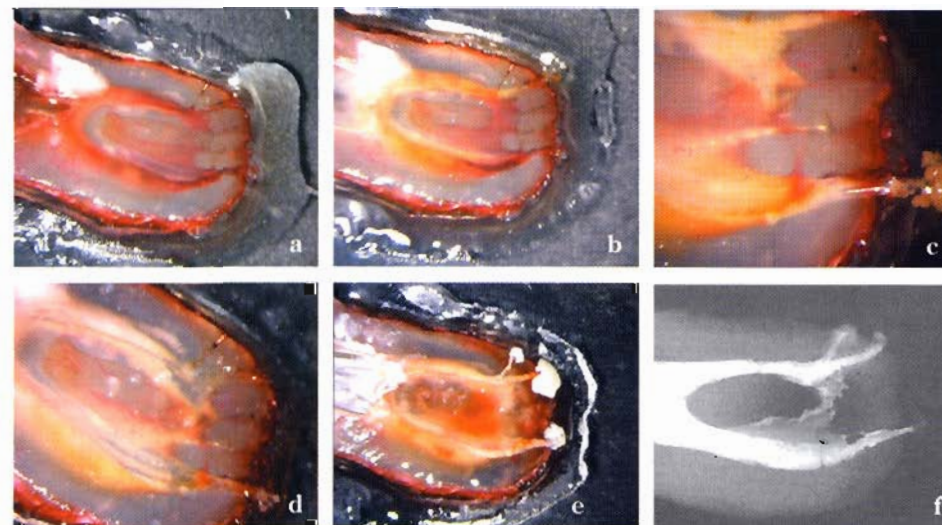
Nell'endodonzia chirurgica osservando come lavorano i vari strumenti per la preparazione della cavità retrograda e come si comportano i materiali durante le varie fasi dell'otturazione.





**Figg. 9 - a. b. c.** Azione degli strumenti rotanti in canali a sezione ellissoidale; lo strumento trova una strada preferenziale nel canale e continua a percorrerla fino alla fine della preparazione, lasciando ampie zone di canale non preparato che andranno poi rifinite a mano.

**d. e. f.** Stessa problematica vista in sezioni trasversali. Si può notare una zona non deteresa anche in prossimità dell'apice evidenziata dalla mancata asportazione del colorante.



**Figg. 10 -** Effetto combinato della strumentazione e dell'irrigante nella detersione del canale.

**a. b.** Le sezioni sono state colorate con un colorante che, a contatto con ipoclorito, da rosso vira sul giallo. In queste prime due sezioni i canali sono stati preparati con gli strumenti rotanti e si può chiaramente osservare le aree dei due canali principali che hanno cambiato di colore ma una vasta porzione di canale tra i due non è stata raggiunta né dagli strumenti tanto meno dall'ipoclorito.

**c. d.** Strumentazione manuale con file numero 10 d'acciaio in cui, precurvando lo strumento, si riesce a raggiungere anche le zone più inaccessibili di questo sistema canalare e di conseguenza a portare l'irrigante che a contatto con il colorante ne modifica il colore.

**e.** Fase dell'otturazione canalare.

**f.** Dalla radiografia si può notare che là, dove sono arrivati gli strumenti canalari durante la detersione, è arrivato l'irrigante e quindi è anche penetrato il materiale da otturazione sigillando quasi tutto lo spazio endodontico.

È molto istruttivo abbinare quelle sensazioni manuali con le quali noi endodontisti siamo abituati a convivere con un evento visibile ad esempio la resistenza alla penetrazione del tessuto pulpare fissato o mummificato distinguendola dal materiale d'otturazione o dal tessuto calcificato oppure la sensazione della dentina quanto lo strumento è andato fuori strada o ancora più importante capire quando la punta dello strumento sta lavorando all'apice o in sezioni più coronali del canale.

Tutto questo è indubbiamente importante ma il vero campo di utilizzo di queste sezioni è sicuramente quello sperimentale.

Ad esempio si può verificare:

1. L'efficacia dei vari tipi di preparazione canalare, controllando l'azione degli strumenti e analizzando le zone del canale in cui persiste il colorante sulle quali evidentemente gli strumenti non hanno lavorato (Fig. 9);

2. la congruenza degli strumenti in commercio con i vari tipi di anatomia canalare (Fig. 8);

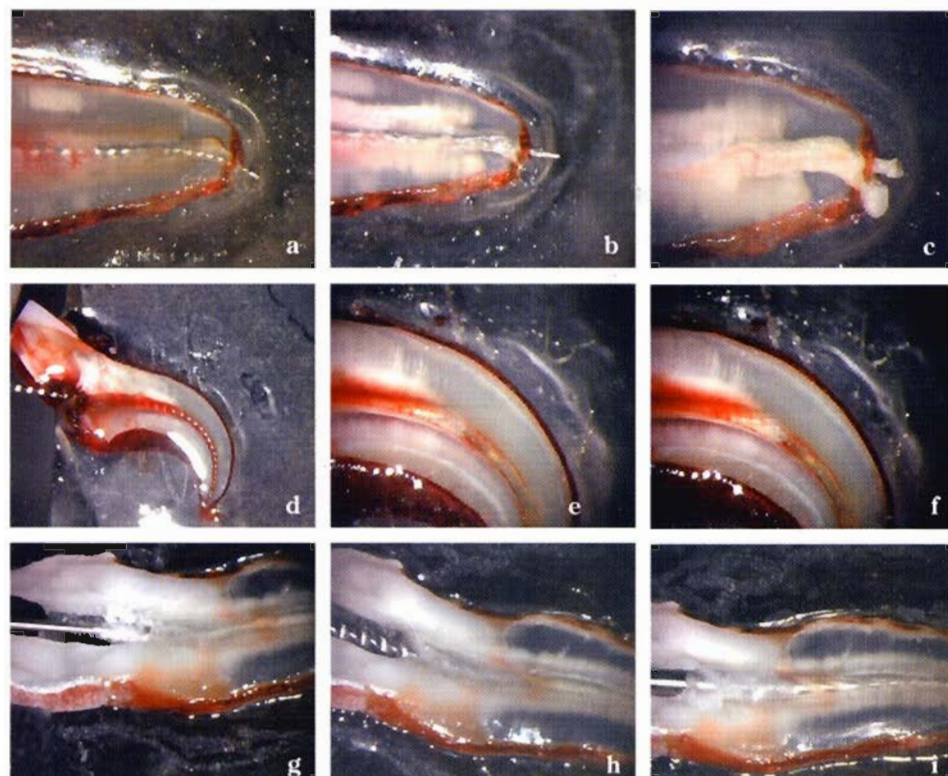
3. come vengono prodotti i detriti dentinali e soprattutto come vengono rimossi dagli strumenti e dagli irriganti;

Si potrà inoltre verificare l'azione degli irriganti nel canale e vedere a che distanza dallo strumento arriva la penetrazione nei tessuti pulpari di agenti come l'ipoclorito di sodio o EDTA (Fig 10);

4. testare l'efficienza e la resistenza degli strumenti in condizioni anatomiche particolari come:

- a. canali curvi,
- b. canali ellissoidali,
- c. anastomosi canalari,
- d. biforcazioni all'apice,
- e. canali calcificati (Figg. 9 - 10 - 11).





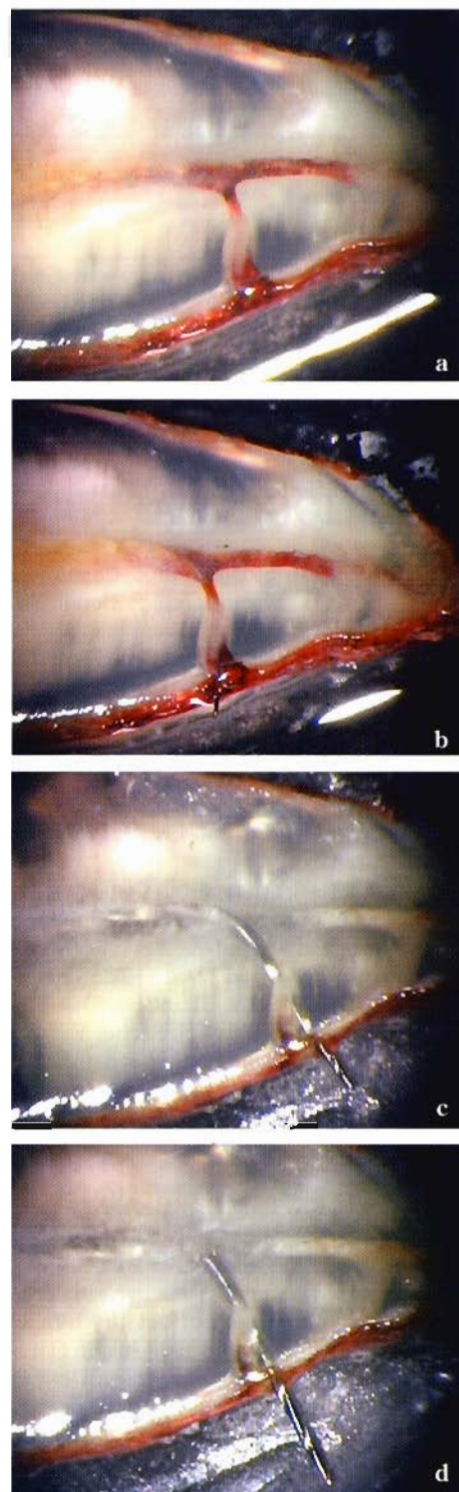
**Fig. 11 - Controllo dell'efficienza della strumentazione rotante al Ni-Ti in situazioni particolarmente stressanti.**

- a. Curvatura all'apice con raggio di curvatura molto piccolo facilmente sondabile con uno strumento a manuale precurvato.
- b. Lo strumento rotante sottoposto ad una eccessiva pressione ha perforato la radice.
- c. Visualizzazione dopo l'otturazione sia dell'apice che della perforazione.
- d. Canale con un angolo di curvatura di circa 90° e un raggio di curvatura molto ampio. Preparazione dell'apice con strumenti manuali.
- e. Preparazione della tronconicità con la strumentazione rotante al Ni-Ti durante la quale però non si riesce a far avanzare lo strumento oltre la curvatura.
- f. Insistendo con la strumentazione rotante si crea un gradino che non si riesce più a superare.
- g. Curvatura all'imbocco canalare. Preparazione dell'imbocco con le gates.
- h. i. Preparazione del canale con la strumentazione rotante; a fine preparazione la curvatura è stata rettificata perché nella porzione del terzo coronale lavora la parte con la sezione più grande e meno flessibile dello strumento che quindi non segue la naturale curvatura del canale.

## CONCLUSIONI

Dopo circa due anni di utilizzo di questi tipo di sezioni, a parte la loro palese utilità didattica, anche dal punto di vista sperimentale ho potuto constatare, grazie alla perfetta conservazione delle caratteristiche fisico-chimiche della dentina, la completa attendibilità delle prove effettuate nelle fasi della preparazione del canale, non altrettanto at-

tendibili invece sono le prove che possiamo effettuare durante l'otturazione del canale specie nella condensazione laterale e verticale della guttaperca che portano spesso le sezioni a fratture in quanto prevedendo, questo processo, l'usura delle radici compromette severamente la resistenza generale di quest'ultime.



**Fig. 12 - Pericolo insito nelle biforcazioni per la strumentazione al Ni-Ti.**

- a. b. Sondaggio della biforcazione con un file n° 10.
- c. d. Lo strumento, dopo aver preparato correttamente e velocemente il canale più rettilineo, nella fase finale ha imboccato la parte della biforcazione non trattata e la punta si è inevitabilmente fratturata.

## BIBLIOGRAFIA

1. Caropreso S, Bondioli L, Capannolo D, Cerroni L, MacChiarelli R, Condo SG. Thin sections for hard tissue histology: a new procedure. *J Microsc* 2000 Sept; 199 (Pt 3): 244-7. PMID: 10971805; UI: 20428893
2. Frank RM. Ultrastructure of human dentine 40 years ago-progress and perspectives. *Arch Oral Biol* 1999 Dec; 44(12): 979-84. Review. PMID: 10669074; UI: 20132558
3. Zhong W. Transmission electron microscopic observations on dentin structures stained with silver. *Kokubyo Gakkai Zasshi*. 1999 Jun; 66 (2): 189-222. Japanese. PMID: 10429409; UI: 99358040
4. El Feninat F, Ellis TH, Sacher E, Stangel I. Moisture-dependent renaturation of collagen in phosphoric acid etched human dentin. *J Biomed Mater Res* 1998 Dec 15; 42 (4): 549-53. PMID: 9827678; UI: 99043380
5. Grotz KA, Piepkorn B, Al-Nawas B, Duschner H, Bittinger F, Kann P, Beyer J, Wagner W. Confocal laser scanning microscopy: A nondestructive subsurface histotomography of healthy human bone. *Calcif Tissue Int* 1999 Jul; 65 (1): 8-10. PMID: 10369726; UI: 99298157
6. Uchtmann H, Wilkie D. High-pressure replica technique for *in vitro* imaging of pore morphologies in teeth. *Adv Dent Res* 1997 Nov; 11 (4): 467-71. PMID: 9470506; UI: 98131282
7. Wiesmann HP, Plate U, Hohling HJ, Barckhaus RH, Zierold K. Analysis of early hard tissue formation in dentine by energy dispersive X-ray microanalysis and energy-filtering transmission electron microscopy. *Scanning Microsc* 1993 Jun; 7 (2): 711-8. PMID: 8108683; UI: 94151626
8. Rohrer MD, Schubert CC. The cutting-grinding technique for histologic preparation of undecalcified bone and bone-anchored implants. Improvements in instrumentation and procedures. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1992 Jul; 74 (1): 73-8. PMID: 1324458; UI: 92375490
9. Bronson DD, Bidmon HJ, Tomaschko KH, Stumpf WE. Novel applications of acrylamide for cryosectioning of isolated cells, tissues, and arthropods. *J Histochem Cytochem* 1991 Sep; 39 (9): 1289-93. PMID: 1918945; UI: 92012949
10. Micheletti Cremasco M. Dental histology: study of aging processes in root dentine. *Boll Soc Ital Biol Sper* 1998 Mar-Apr; 74 (3-4): 19-28. PMID: 10965360; UI: 20420865
11. Watson TF. Fact and artefact in confocal microscopy. *Adv Dent Res*. 1997 Nov; 11 (4): 433-41. Review. PMID: 9470501; UI: 98131277
12. Piattelli A, Scarano A, Quaranta M. High-precision, cost-effective cutting system for producing thin sections of oral tissues containing dental implants. *Biomaterials* 1997 Apr; 18 (7): 577-9. PMID: 9105598; UI: 97259497
13. Hillmann G, Geurtsen W. Light-microscopical investigation of the distribution of extracellular matrix molecules and calcifications in human dental pulps of various ages. *Cell Tissue Res* 1997 Jul; 289 (1): 145-54. PMID: 9182609; UI: 97326061
14. Bjorndal L, Thylstrup A, Ekstrand KR. A method for light microscopy examination of cellular and structural interrelations in undemineralized tooth specimens. *Acta Odontol Scand* 1994 Jun; 52 (3): 182-90. PMID: 8091966; UI: 94378835
15. Rohrer MD, Schubert CC. The cutting-grinding technique for histologic preparation of undecalcified bone and bone-anchored implants. Improvements in instrumentation and procedures. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1992 Jul; 74 (1): 73-8. PMID: 1324458; UI: 92375490