

Roberto Gerosa  
Massimo Vitali

Università degli Studi di Verona  
Cattedra di Odontoiatria Conservatrice  
Titolare: Prof. Giacomo Cavalleri

Corrispondenza:  
Dr. Roberto Gerosa  
Università degli Studi di Verona  
Clinica Odontoiatrica  
37134 Verona - Via delle Menegone  
Tel. 045/8074251 - Fax 045/8202142

# Confronto sperimentale della preparazione canalare in vitro di due strumenti endodontici: ProFile .04 Taper e Lightspeed

An *in vitro* comparison of the shaping between two endodontic instruments: ProFile .04 Taper and Lightspeed.

## RIASSUNTO

L'obiettivo della presente ricerca è quello di definire il comportamento *in vitro* di due strumenti endodontici in nichel-titanio: il ProFile .04 Series 29 Rotary Instruments ed il Lightspeed. È stato utilizzato un metodo di valutazione della sagomatura dei canali endodontici, teso alla standardizzazione dei campioni e delle condizioni di utilizzo. Una preparazione canalare ideale dovrebbe avere una forma a conicità continua, il più possibile simile a quella originale, ma nei canali curvi, gli strumenti endodontici tendono a rimuovere più dentina dal lato esterno della curvatura apicale che da quello interno, con la formazione di una sezione irregolare del canale con una cospicua zona di dentina non trattata. Per l'analisi della strumentazione si è proceduto valutando le variazioni morfologiche prodotte dall'alesatura dei canali endodontici simulati all'interno di 24 endoblocks in resina epossidica divisi in due gruppi corrispondenti ai due strumenti endodontici impiegati.

Sia il ProFile che il Lightspeed hanno prodotto una maggior rimozione dentinale sul versante esterno del canale nelle sezioni che vanno dall'apice a quella condotta a 6 mm dallo stesso. I risultati ottenuti indicano, comunque, che entrambi i file in nichel-titanio siano in grado di raggiungere gli obiettivi di una corretta modellazione del sistema canalare.

**Parole chiave:** Endodonzia. Strumenti.

## ABSTRACT

### Introduction

There are two main objectives of endodontic instrumentation: to remove pulp, bacteria and necrotic residue from the root canal, and to shape the canal in such a way that the filling material will form a complete seal. Ideal canal preparation should result in a tapered shape and the morphology of the apical section should closely resemble the original shape. However, most endodontic instruments remove more dentin from

the outer parts of the apical curve, which means that one part of the curve has an irregular shape and a considerable amount of remaining dentin. To remedy this inconvenience, new nickel-titanium instruments have been developed to achieve adequate canal shapes. The object of this study is to evaluate the performance of the ProFile .04 Taper Series and Lightspeed instruments.

### Material and Methods

We assessed the morphological variations produced by drilling simulated root canals in 24 epxidic resin endoblocks divided into two groups corresponding to the two types of instruments used: the ProFile .04 Taper Series and the Lightspeed. The root canals were photographed before and after instrumentation. The pre- and post-instrumentation slides were then superimposed and projected; the outlines of the respective profiles were then traced onto a paper (570x420 mm). In order to measure the shifting of the root canals and areas where dentin had been removed, the outlines were analyzed using a digital analysis software provided by the National Health Institute (NIH IMAGE 1.60, public domain software). We recorded the following measurements in our study: size of areas where dentin was removed, degree of tapering for each canal (13 levels for each) both on the concave and convex sides of the curves, degree and direction of the shifting of the central path of the canal.

### Results

The values corresponding to the amount of dentin removed can be found in figures 1-6.

### Discussion and conclusion

Both the ProFile and the Lightspeed removed the greatest amount of dentin from the outer edges of the canal in the 1-6 mm sections. The ProFile removed more dentin from the outer edges of the canal than did the Lightspeed instruments, especially at 3mm from the apex. At apex and at 1 mm from the apex, the ProFile proved to be more conservative, but removed more dentin from the outer edges in sections 7 mm - 12 mm. Regarding dentin on the inner edges of the canal curves, the ProFile

removed less dentin in all sections than the Lightspeed. There was a significant difference at the 3 mm level. This value, together with the amount removed from the outer edges, shows a slight shifting of the canal center caused by the ProFile at the 3 mm level.

The Lightspeed produced a more marked and uniform tapering, particularly on the inner edges, where the instrument obtained nearly ideal results.

The ProFile ideally removed more dentin from the inner edges. On the outer edges it was most aggressive in the pre-apical areas (2-4 mm).

Our results show that under our study conditions both Ni-Ti files are able to adequately taper the root canal. The ProFile instruments produced less tapering, however, causing very slight alteration to the original symmetry of the canals, though without ever getting near the risk of stripping. The Lightspeed proved efficient in producing a generally more tapered and regular shape, except at the apical level, where the ProFile shaping was preferable.

In reality, the shapes resulting from instrumentation by both the ProFile and the Lightspeed instruments were very similar; in fact, both files produce acceptable shaping of the root canal system.

**Key words:** Endodontics. Instruments.

## INTRODUZIONE

Gli obiettivi primari della strumentazione endodontica sono due: rimuovere completamente il tessuto pulpare, i batteri ed i residui necrotici dal canale radicolare, e sagomarlo affinché possa facilmente accogliere i consueti materiali da otturazione per un completo sigillo, prevenendo la percolazione batterica (1, 2).

Una preparazione canalare ideale dovrebbe avere tutte le pareti dentinali pulite ed una forma a conicità continua per facilitarne l'otturazione (1, 3). È inoltre desiderabile l'ottenimento di una sezione apicale che presenti una forma il più possibile simile a quella originale (1, 4). Gli obiettivi della strumentazione ideale sono più facilmente

Gerosa R, Vitali M. Confronto sperimentale della preparazione canalare *in vitro* di due strumenti endodontici: ProFile .04 Taper e Lightspeed. *G It Endo* 1997; 4: 178-183

raggiungibili in canali rettilinei che in canali sottili e curvi. Infatti gli strumenti endodontici tendono, a causa della loro rigidità, a rimuovere più dentina dal lato esterno della curvatura apicale che da quello interno (5). Quando questo effetto diventa pronunciato, si può incorrere in errori di procedura gravi come gradini, zipping o perforazioni (1, 2, 5). Ciò comporta la formazione di una sezione irregolare del canale con una cospicua zona di dentina non trattata. È quindi evidente l'importanza cruciale del ruolo giocato dagli strumenti endodontici, nel determinare i risultati della terapia eseguita. Per questo motivo sono stati sviluppati molti nuovi strumenti e tecniche di sagomatura al fine di produrre forme canalari adeguate e con minime deviazioni (5-13). Dapprima i costruttori hanno cercato la soluzione intervenendo soprattutto sulla forma della sezione, sul disegno del profilo e dello strumento in generale e solo più tardi sul perfezionamento dei materiali impiegati per la sua costruzione. I primi strumenti endodontici erano costituiti da una lega piuttosto rigida, l'"acciaio al carbonio", mentre la lega nichel-titanio è stata introdotta soltanto negli ultimi anni come un possibile materiale alternativo, o sostitutivo, per il suo basso modulo di elasticità (14-17).

L'obiettivo della presente ricerca è quello di definire il comportamento *in vitro* di due strumenti endodontici in nichel-titanio di ultima generazione: il ProFile .04 Taper Series 29 Rotary Instruments (Tulsa Dental Products, Tulsa, OK, USA) ed il Lightspeed (Lightspeed Technology Inc., San Antonio, Texas).

I ProFile sono costituiti da un gambo e da una parte lavorante lunga 16 mm; essi presentano una sezione definita ad U con dorso radiale che permette la sagomatura radiale del canale, e favorisce la fuoriuscita dei frustoli dentinali durante la rotazione dello strumento (19, 20, 21). Hanno inoltre uno standard dimensionale basato su un incremento percentuale ( $K=29,17\%$ ).

Il Lightspeed, presenta una punta pilota modificata lunga 0,75 mm, una breve superficie di taglio ed un gambo liscio, flessibile e non svasato (18). Questo strumento è simile ad una sottile fresa di Gates Glidden, ma

ciascuna delle misure disponibili del set di Lightspeed presenta, in realtà, un disegno peculiare e specifico per la funzione svolta.

## MATERIALI E METODI

Per l'analisi della strumentazione si è proceduto valutando le variazioni morfologiche prodotte dall'alesatura dei canali endodontici simulati all'interno di 24 endoblocks in resina epossidica divisi in due gruppi corrispondenti ai due strumenti endodontici impiegati: ProFile .04 Taper Series 29 Rotary Instruments e Lightspeed.

Sia per la tecnica ProFile che per la tecnica dei Lightspeed, si è proceduto, innanzitutto, alla verifica della pervietà dei canali ed alla misurazione della lunghezza di lavoro.

Per migliorare le caratteristiche di scorrimento degli strumenti è stato utilizzato un lubrificante canalare a base di glicerina: questo si è reso necessario allo scopo di rendere maggiormente simili le condizioni di strumentazione su endoblock e su elemento dentario naturale *in vivo*. Per la tecnica di strumentazione ci si è riferiti ai dettami forniti dalle case produttrici.

Prima dell'esecuzione della strumentazione degli endoblocks è stato necessario registrare con precisione le caratteristiche della forma e le dimensioni dei canali prima della loro svasatura: si è proceduto, cioè, alla fotografia con lo stereomicroscopio degli endoblocks (riempiti con colorante nero per evidenziarne meglio i profili) con una pellicola a bassa sensibilità per diapositive che permette un'alta definizione: (Kodak Ektachrome 64 ASA Professional, Eastman Kodak, Rochester, NY, USA). È molto importante, in questa fase, assicurarsi di registrare e poter perfettamente riprodurre la posizione e l'orientamento dei campioni montati sul microscopio, nonché il fattore d'ingrandimento e la distanza obiettivo-endoblock; la sezione quadrata e la forma di parallelepipedo regolare degli endoblocks sono stati molto favorevoli a questo scopo. I campioni strumentati sono stati, quindi, ricollocati sullo stativo del microscopio e rifotografati. A questo punto, le diapositive pre- e post-strumentazione ottenute per cia-

scun canale, sono state proiettate sovrapposte su schermo e sono stati disegnati su fogli di carta (570x420 mm) i tracciati risultanti dei rispettivi profili pre- e post-strumentazione. In questa fase, per la perfetta sovrapposizione dei canali, sono state molto utili le piccole imperfezioni della resina, come le piccole bolle d'aria incluse, ed anche alcuni riferimenti e fori appositamente prodotti negli endoblocks sul medesimo piano focale dei canali. Per la misurazione del trasporto del canale e delle aree di dentina rimossa si è proceduto alla digitalizzazione con uno scanner dei tracciati ed alla successiva elaborazione delle immagini con un programma di analisi delle immagini fornito dal National Health Institute (NIH IMAGE 1.60/ PC IMAGE, Public Domain Software per Power Macintosh, versione '96).

Le superfici e le distanze, misurate in pixels con NIH IMAGE, sono state convertite in millimetri tramite un apposito sistema di taratura. I risultati ottenuti sono stati infine esportati in un foglio di calcolo (Lotus 123 Versione 5/'96). In questo studio sono state eseguite le seguenti misurazioni:

- estensione delle aree di dentina rimossa;
- estensione della svasatura canalare, come distanza lineare, in millesimi di mm, dal profilo canalare pre-strumentazione a quello post-strumentazione. Questa misurazione viene condotta a 13 livelli del canale, sia sul versante concavo, sia su quello convesso;
- estensione e direzione del trasporto del centro del canale, riferito a vari livelli dello stesso, in millesimi di mm.

## RISULTATI

Nelle figure 1 e 2 sono schematizzati rispettivamente i modelli di rimozione dentinale relativi al gruppo dei ProFile ed al gruppo dei Lightspeed. I valori medi di rimozione dentinale, calcolati ad intervalli di 1 mm dall'apice all'imbocco canalare, vengono rappresentati in modo tale da poter essere direttamente riferiti alle dimensioni dei canali originali (blocchi di colore blu). In rosso sono evidenziate, per ciascun livello



di misurazione, le distanze fra la superficie esterna del canale originale e la superficie esterna dello stesso canale alesato; in giallo le distanze relative alle superfici interne.

Nelle figure 3 e 4 sono schematizzati i valori medi dello spostamento del centro del canale (blocchi di colore bianco), calcolati a ciascuno dei 13 livelli considerati. In questa rappresentazione è possibile valutare con immediatezza sia l'entità che la direzione (indicata dalla posizione dei blocchi rispetto all'asse Y) di tale trasporto, in rapporto alla rimozione dentinale. Nelle figure 5 e 6 sono rappresentate le aree di rimozione dentinale media prodotte rispettivamente dai ProFile e Lightspeed.

L'asse orizzontale indica il canale originale, raddrizzato e posto uguale a zero per esigenze grafiche.

## DISCUSSIONE

Pur rimanendo entro valori buoni, sia il ProFile che il Lightspeed hanno prodotto una maggior rimozione dentinale sul versante esterno del canale nelle sezioni che vanno dall'apice a quella condotta a 6 mm dallo stesso.

Si può notare che, in generale, il ProFile ha prodotto una rimozione dentinale sul versante esterno maggiore di quella del Lightspeed. Tale differenza, però, è significativa solo a livello della sezione a 3 mm dall'apice. In corrispondenza dell'apice e ad 1 mm da esso, il ProFile si è rivelato leggermente più conservativo. Dalla sezione 7 mm fino alla sezione 12 mm, il ProFile ha rimosso meno dentina sul versante esterno. Sul versante interno il ProFile ha rimosso meno dentina del Lightspeed ad ogni sezione considerata. Significativa è la differenza a livello 3 mm. Questo dato, unitamente a quello della rimozione dentinale sul versante esterno, indica un certo spostamento del centro del canale eseguito dal ProFile a livello della sezione 3 mm.

Il Lightspeed ha prodotto una svasatura del canale più accentuata, uniforme e regolare, soprattutto nel versante interno, ove lo strumento ottiene risultati quasi ideali, essendo anche progressivamente conica. Il ProFile

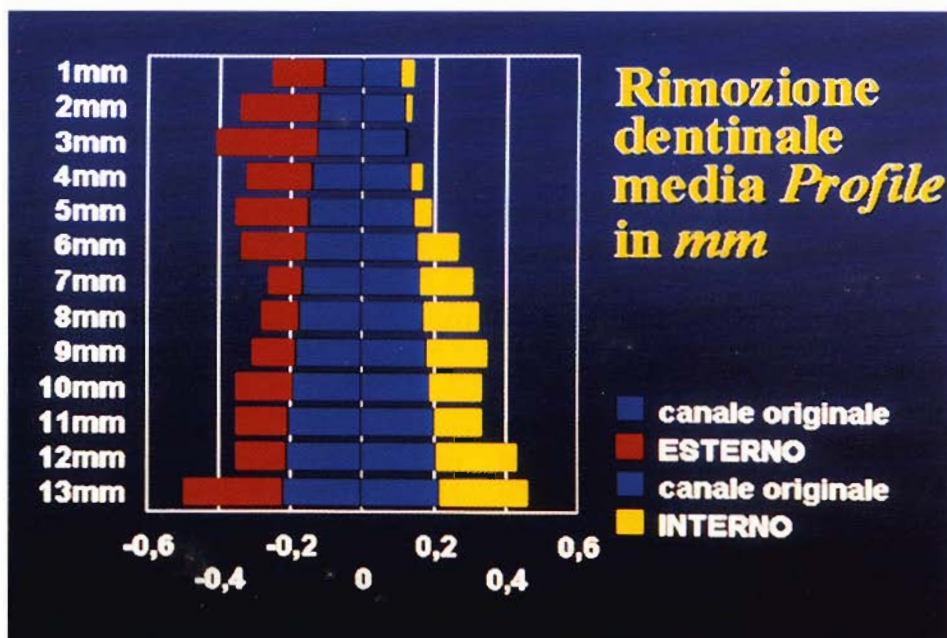


Fig. 1 - Il grafico indica i valori medi di rimozione dentinale nella zona interna ed esterna del canale dell'endoblock mediante l'utilizzo del ProFile.

Fig. 1 - Average amount of dentin removed (ProFile).

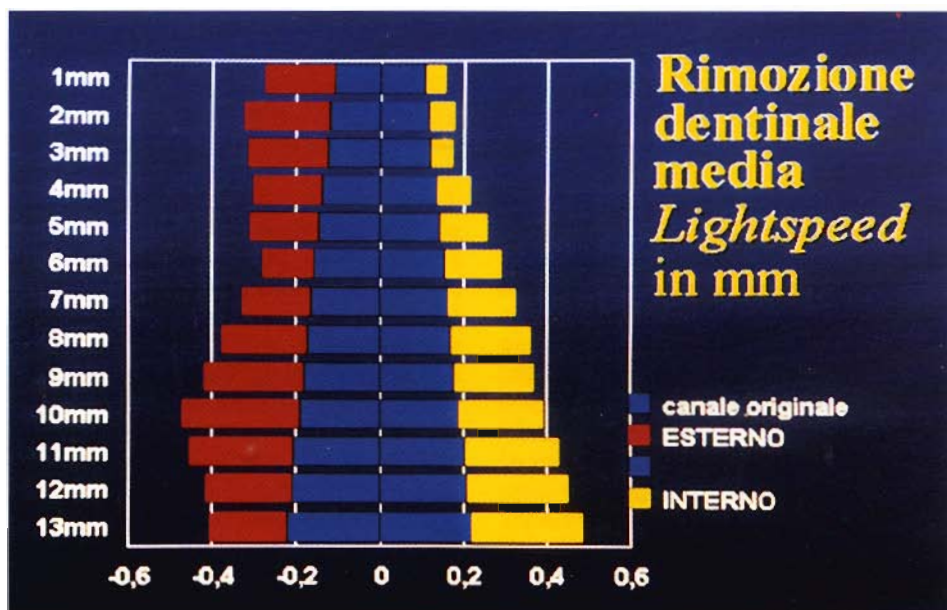


Fig. 2 - Il Grafico indica i valori medi di rimozione dentinale nelle zone interne ed esterne del canale dell'endoblock mediante l'utilizzo di Lightspeed.

Fig. 2 - Average amount of dentin removed (Lightspeed).

ha prodotto una rimozione dentinale quasi ideale sul versante interno. Su quello esterno ha dimostrato una maggior aggressività in zona pre-apicale (2, 3, 4 mm), mentre più coronalmente si è comportato in modo regolare, rispettando la morfologia canale originale.

Spostamento del centro canale: il Lightspeed ha prodotto, in generale, preparazioni ben centrate lungo l'asse longitudinale dei canali. Lo spostamento del centro è stato generalmente di scarsa entità, soprattutto nella parte centrale del canale, dove lo strumento ha lavorato in modo ideale. A livello apicale c'è stato un leggero spostamento del centro verso l'esterno, maggiore di quello prodotto dal ProFile.

Anche il ProFile si è comportato in modo molto regolare nella parte centrale del canale. Più apicalmente ha determinato un trasporto esterno del centro del canale a livello di 2, 3, 4 mm dall'apice. Ad ogni livello il suo comportamento è stato leggermente meno conservativo di quello del Lightspeed, esitando in un leggero raddrizzamento del canale.

È da considerare importante, però, il miglior comportamento del ProFile in apice.

È importante ricordare la necessità di correggere il tipo di strumentazione step-back standard col Lightspeed, per poterla confrontare con le altre (si deve cioè diminuire da 1 mm a 0,5 mm l'arretramento dello strumento ad ogni successivo passo, da #45



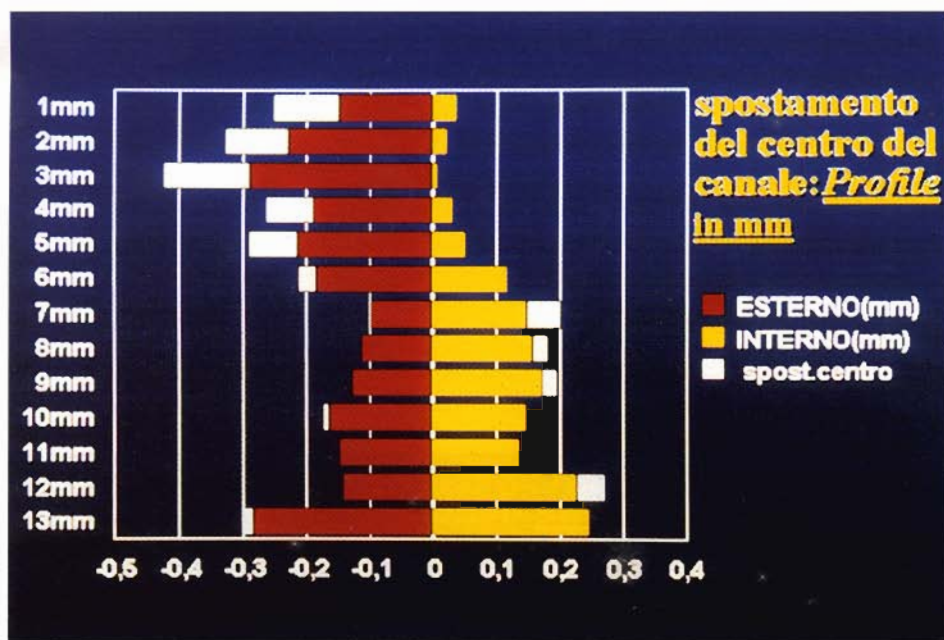


Fig. 3 - Il grafico indica lo spostamento del centro del canale dell'endoblock mediante l'utilizzo del ProFile.

Fig. 3 - Area where dentin was removed (ProFile).

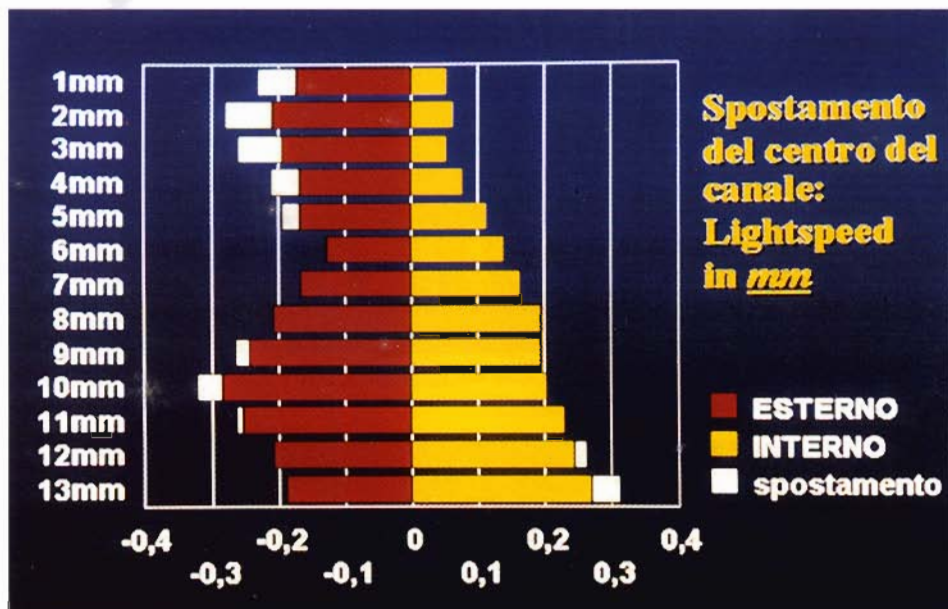


Fig. 4 - Il grafico indica lo spostamento del centro del canale dell'endoblock mediante l'utilizzo del Lightspeed.

Fig. 4 - Area where dentin was removed (Lightspeed).

a #60). Essa presenta, infatti, le mezze misure, rendendo la step-back molto meno svasata se eseguita ad intervalli di 1 mm. Questo tipo di preparazione abbondante ha il vantaggio di facilitare la detersione dai detriti dentinali perché agevola il flusso dell'irrigante, ed inoltre permette una più semplice otturazione tridimensionale in gutta-perca. Durante la sagomatura dei canali si è notata la sensazione tattile di una rapida e scorrevole progressione degli strumenti all'interno dei canali in resina. I ProFile hanno registrato un comportamento molto favorevole per l'operatore, in quanto non hanno creato molti problemi nel passaggio da ogni strumento a quello successivo più grande. Con pochi passaggi è stato facile

giungere in apice, poiché i ProFile, nonostante una elevata conicità, si sono impegnati nella resina a livelli relativamente prossimi alla lunghezza di lavoro. In questo studio i Lightspeed sono stati impiegati ad una velocità elevata, vicino al limite massimo consigliato per questi strumenti ritenendo di non correre il rischio di compromettere le validità dell'analisi. Il fabbricante raccomanda di utilizzare lo strumento ad una velocità costante fra 750 e 2000 rpm (Lightspeed Product Information. San Antonio, Tx: Lightspeed technology, Inc.). Questo valore della velocità di rotazione è in contrasto con quelli di altri sistemi al nichel-titanio per micromotore, come lo stesso ProFile (100-200 giri/min.). A 750

giri/min. è possibile avvertire molte delle irregolarità del canale, attraverso il cosiddetto feedback; mentre alla massima velocità consigliata, la sensibilità tattile epicritica, circa la superficie canalare, viene perduta. Questo fenomeno potrebbe spiegarsi con la maggior aggressività dello strumento alle alte velocità di rotazione, la qual cosa si estrinsecerebbe in una più efficace rimozione dentinale, con conseguente notevole riduzione dello stress meccanico di flessione (principale responsabile della nostra sensibilità alla parete dentinale).

Ad alti regimi di rotazione è altresì ardua la sagomatura di canali stretti o curvi, a cagione dell'aumentata rigidità dello strumento. In questi casi è da preferire una velocità di 750-1300 giri/min.

In accordo con i costruttori, il nuovo standard di incremento percentuale del 29% fra le misure delle punte degli strumenti, adottato dalla Tulsa Dental Products (Tulsa OK, USA), permette un allargamento più progressivo e regolare fra due file successivi. Allorché si spinge un ProFile verso l'apice con velocità moderata, la sua punta a conicità non standard 0,04 produce una preparazione imbutiforme che mantiene la configurazione canalare iniziale in modo più fedele di altre strumentazioni automatiche, o di altri strumenti.

## CONCLUSIONI

Con la presente ricerca si è tentato di offrire un piccolo contributo alla conoscenza di due nuovi strumenti endodontici in nichel-titanio, che grande interesse e curiosità hanno suscitato nei clinici che ritengono l'endodonzia un ramo in continua evoluzione dell'odontoiatria, ricco di interessanti progressi ed innovazioni strumentali e metodiche.

In questo studio è stato utilizzato un metodo sperimentale per la valutazione della sagomatura dei canali endodontici, teso alla standardizzazione dei campioni e delle condizioni di utilizzo dei file; in tal modo è stato individuato il modello ideale di rimozione dentinale per ciascuno dei due strumenti analizzati.

I risultati ottenuti indicano che, nelle condizioni dello studio, entrambi i file in nichel-titanio siano in grado di produrre una svasatura corretta del canale endodontico.

Il ProFile ha conferito una forma meno affusolata, producendo qualche lieve alterazione della simmetria dei canali originali, senza mai avvicinarsi, tuttavia, al pericolo di stripping. Il Lightspeed si è rivelato capace di produrre una forma generalmente più affusolata e regolare, tranne a livello apicale, dove la sagomatura del ProFile si è rivelata migliore.

La forma dei canali alesati dai due strumenti presenta, in realtà, piccole differenze: entrambi i file, infatti, hanno raggiunto gli obiettivi di una corretta modellazione del sistema canalare.

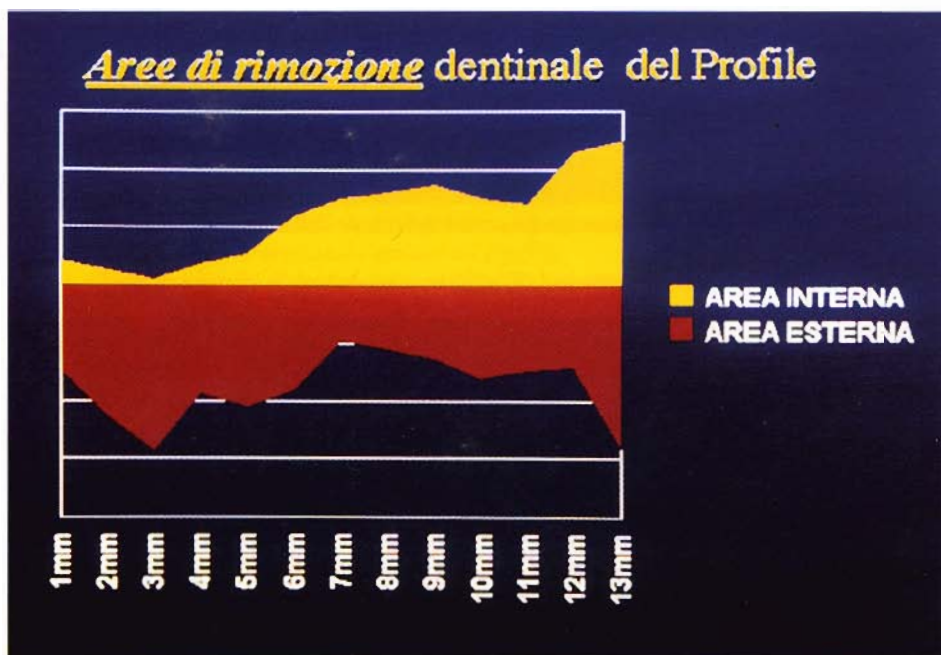


Fig. 5 - Area di rimozione dentinale prodotta dal ProFile all'interno dell'endoblock.

Fig. 5 - Deviation of canal path (ProFile).

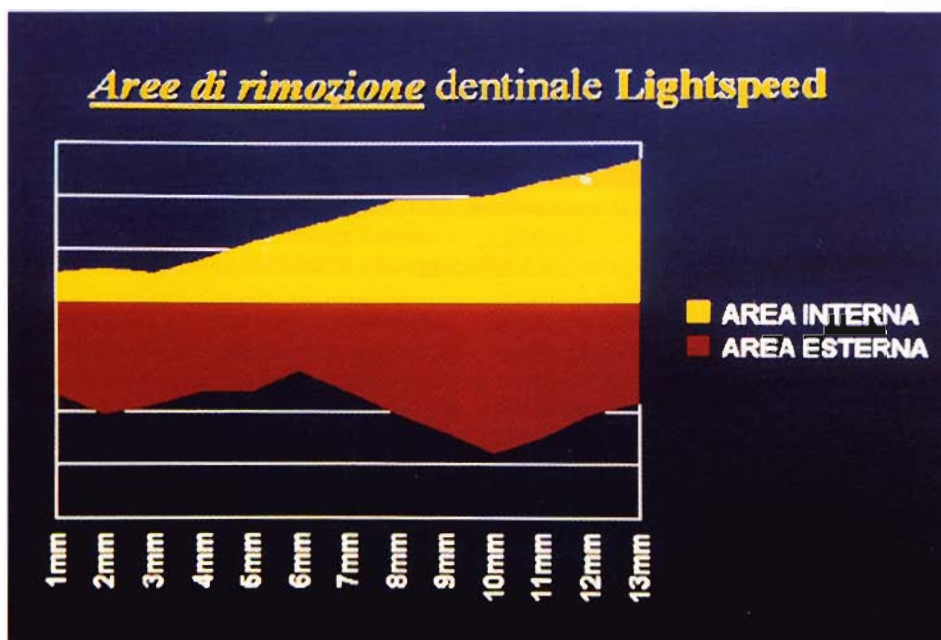


Fig. 6 - Area di rimozione dentinale prodotta dal Lightspeed all'interno dell'endoblock.

Fig. 6 - Deviation of canal path (Lightspeed).



## BIBLIOGRAFIA

1. Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am* 1974; 18: 269-96.
2. Ingle JI. A standardized endodontic technique using newly designed instruments and filling materials. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1961; 14: 83-91.
3. Gutman JL, Dumsha T. *Pathways of the pulp*. 4th ed. Strumento. St. Louis: CV Mosby, 1987;160-3.
4. Weine FS, Kelly RF, Lio PF. The effect of preparation procedures on original canal shape and on apical foramen shape. *J Endodon* 1975; 1: 255-262.
5. Walton RE. Histologic evaluation of different methods of enlarging the pulp canal space. *J Endodon* 1976; 2: 304-311.
6. Abou Ross M, Frank AL, Glick DH. The anticurvature method to prepare the curved root canal. *J Am Dent Assoc* 1980; 101: 792-4.
7. Roane JB, Sabala CL, Duncanson MG. The balanced force concept for instrumentation of curved canals. *J Endodon* 1985; 11: 203-11.
8. Sabala CL, Roane JB, Southard LZ. Instrumentation of curved canals using a modified tipped instrument: a comparison study. *J Endodon* 1988; 14: 59-64.
9. Samyn A, Nicholls JJ, Steiner JC. A comparison of stainless steel and nickel-titanium instruments in molar root canal preparation. *J Endodon* 1995; 21: 215.
10. Schafer E, Teppel J, Hoppel W. Properties of endodontic hand instruments used in rotary motion. Part 2. Instrumentation of curved canals. *J Endodon* 1995; 21: 493-7.
11. Bolanos OR, Jensen JR. Scanning electron microscope comparison of the efficacy of various methods of root canal preparation. *J Endodon* 1980; 6: 815-822.
12. Mullaney TP, Petrich JD. The ledged root canals: cause, prevention and correction. *J Endodon* 1990; 24: 13.
13. Briseno & Sonabend. The influence of different root canal instruments on root canal preparation; an *in vitro* study. *Int Endodon J* 1991; 23: 15-23.
14. Zmener O, Balabachan L. Effectiveness of nickel-titanium files for preparing curved root canals. *Endod and Dent Traumatol* 1995; 11: 121-3.
15. Coleman CL, Svec TA, Rieger MR, Wang M, Suchina A, Glickman GN. Stainless steel vs. Ni-Ti K-files: Analysis of instrumentation in curved canals. *J Endodon* 1995; 21: 221.
16. Bruce Poulsen W, Brent Dove S, del Rio CE. The effect of rotation velocity of engine-driven nickel-titanium instruments on root canal morphology. *J Endodon* 1995; 21.
17. Marsicovetere ES, Clement DJ, del Rio CE. Morphometric video-analysis of the engine driven nickel-titanium Lightspeed instrument system. *J Endodon* 1996; 22: 231-5.
18. Campos J. Comparison of mechanical and standard hand instrumentation techniques in curved root canals. *J Endodon* 1990; 16: 230-234.
19. Stone R, Zuolo M, Walton R. Apical transportation: Steel vs Ni-Ti hand vs Ni-Ti rotary. *J Endodon* 1995; 21: 216.
20. Diandreth M, Ellis R, Fagundes D. The effectiveness of hand and rotary files to maintain canal curvature: a comparison. *J Endodon* 1995; 21: 236.
21. Bentkover S, Wenckus C. Digital comparison of three instrumentation techniques in curved root canals. *J Endodon* 1994; 20: 205.