

Ernesto Rapisarda
Teresa Roberta Tripi
Antonio Bonaccorso

Università degli Studi di Catania
Cattedra di Odontoiatria Conservatrice
Titolare: Prof. Ernesto Rapisarda

Corrispondenza:
Dott. Antonio Bonaccorso
Viale Africa, 46
95123 Catania
Tel.: 095388612
E-mail: Antonio_Bonaccorso@ctonline.it

Valutazione dell'efficacia di taglio e della profondità di lavoro di cinque differenti tipi di strumenti endodontici in nichel-titanio

Cutting efficiency and depth penetration of five rotary nickel-titanium endodontic instruments

RIASSUNTO

Introduzione: adoperare gli strumenti endodontici in nichel-titanio, per la preparazione dei canali radicolari, permette di migliorare la qualità della delicata fase di sagomatura ed assicura una riduzione dei tempi lavorativi. Tuttavia, i principali svantaggi di questi strumenti sono l'elevata fragilità, l'assenza di memoria elastica, la scarsa resistenza ai fenomeni di fatica ciclica, e l'accumulo di stress non quantificabile. Recentemente sono stati commercializzati strumenti che promettono un incremento dell'efficienza di taglio. Scopo dello studio è di valutare la capacità di taglio e la profondità di lavoro di cinque differenti strumenti rotanti in nichel-titanio.

Materiali e metodi: cento strumenti rotanti in nichel-titanio sono stati selezionati e divisi in cinque gruppi di 20 strumenti ciascuno: 20 ProFile (Gruppo A), 20 Quantec (Gruppo B), 20 K³ (gruppo C), 20 ProTaper F1 (Gruppo D), 20 RaCe (Gruppo E). Tutti gli strumenti ad eccezione dei ProTaper F1 avevano #25 in punta e conicità .04. Tutti i campioni esaminati sono stati introdotti all'interno di simulatori endodontici in resina, per un tempo di 60 secondi e con una velocità di 340 giri al minuto, mediante dispositivo meccanico appositamente realizzato (EndoMachine). I simulatori sono stati pesati prima e dopo ciascun esperimento. La massa di materiale rimosso da ogni strumento è stata pesata mediante bilancia elettronica digitale a cinque cifre. La capacità di taglio è stata valutata comparando il peso del simulatore, prima e dopo la fase di sagomatura all'interno degli Endo Training-Bloc.

Risultati: i risultati sono significativi dimostrando differenze dei valori sia nella capacità di taglio sia nella profondità di lavoro. I K³, i ProTaper e i RaCe presentano una capacità di

taglio superiore rispetto ai ProFile e ai Quantec. Lo strumento K³ presenta la misura maggiore nella profondità di lavoro. Il ProFile è lo strumento con l'efficacia di taglio minore nelle condizioni sperimentali dello studio.

Conclusioni: le nuove tipologie di strumenti permettono una maggiore efficacia sulla dentina in termini di rimozione. Ciò permette di avere strumenti efficaci e allo stesso tempo sicuri. Le caratteristiche dei nuovi strumenti in nichel-titanio in termini d'efficienza di taglio e profondità di lavoro sono migliori rispetto agli utensili rotanti tradizionali.

Parole chiave:
Strumenti in nichel-titanio,
capacità di taglio.

ABSTRACT

Introduction: endodontic nickel-titanium files are useful instruments for root canal preparation. Ni-Ti endodontic instruments have made possible an enhanced quality of canal preparation and a reduction of working time. However, the disadvantages of these instruments are their high degree of fragility, absence of elastic memory, low fatigue resistance. Recently a variety of new instruments have been used to improve cutting efficiency. The aim of this study was to investigate the cutting efficiency and depth penetration of different Ni-Ti rotary instruments.

Materials and methods: 100 Ni-Ti rotary instruments were used. 20 RaCe, 20 K³, 20 ProFile, 20 Quantec, all .04 taper #25, and 20 ProTaper F1, were divided into five groups of 20 elements each. Group A: 20 ProFile rotary instruments; Group B: 20 Quantec rotary instruments; Group C: 20 K³ rotary instruments; Group D: 20 F1 ProTaper rotary instruments; Group E: 20 RaCe rotary instruments. All the

experimental files were introduced into resin-simulated canals (Endo Training-Bloc) and rotated at a constant rate of 340 rpm. Each file was used in a new plexiglass simulator. Each file was exposed to one sequence of instrumentation on a new bloc. Each sequence consisted of one cycle of 60 seconds. No irrigation was carried out. The Endo Training-Blocs were weighed at the beginning of the experiment and after each cycle. The amount of the material removed was determined. To obtain a greater uniformity in the canal preparation, all blocks were prepared by a mechanical device (EndoMachine). Cutting efficiencies were compared measuring the amounts of material removed by different instruments. The mean value and standard deviation for the amount of removed material was calculated for each instrument after each cycle.

Results: each instrument after 60 seconds of work cycles showed different penetrative efficiency and cutting capacity. Group C (K³) and Group D (ProTaper F1) samples showed greater cutting ability compared with the other groups. The difference in depth penetration between the group C-D and the other samples was evident. K³ showed higher values of depth penetration and cutting efficiency. ProFile was the instrument with the worst value in depth penetration and cutting efficiency.

Conclusions: our study has shown that Group C and D demonstrated differences in mechanical characteristics, greater cutting efficiency and greater depth penetration. Our results have indicated that samples of Group A and B showed lower values in their cutting ability. To improve the cleaning and shaping of root canals, research has produced endodontic instruments that are more and more efficient and safe. The performance of the crown down technique, together with the effectiveness on Ni-Ti instruments, have determined the appearance of a new endodontic

instruments with different blade design, coil distance, sequence of tip diameters and taper.

Key words :

Rotar y nickel-titanium instruments, cutting efficiency.

INTRODUZIONE

Il trattamento endodontico ha subito negli ultimi anni notevoli e profondi cambiamenti, di pari passo con la messa a punto di nuove tecniche e con la produzione di materiali innovativi, sia dal punto di vista tecnologico che meccanico.

L'introduzione delle leghe in Ni-Ti in endodonzia ha permesso la realizzazione di strumenti endodontici meccanici a conicità aumentata in grado di sagomare i canali radicolari perfettamente ed in pochi minuti (1). I primi strumenti endodontici in Ni-Ti, proposti in alternativa o in combinazione ai tradizionali strumenti d'acciaio, sono apparsi sul mercato agli inizi degli anni '90, per un uso manuale (2). Successivamente, modificando la morfologia, sono state commercializzate nuove serie, per un utilizzo in rotazione meccanica. Gli strumenti in nichel-titanio a conicità aumentata si differenziano dalla strumentazione ISO d'acciaio per:

- Maggiore flessibilità e conseguente migliore mantenimento dell'anatomia originaria, caratteristica più evidente negli strumenti con diametro in D_1 maggiore di #30 (3);
- Minore numero di casi in cui si formano gradini, stripping e false strade (4);
- Più veloce curva d'apprendimento;
- Preparazioni canalari convenienti dal punto di vista *morfologico* (conicità adeguata alla successiva fase d'otturazione) (5) e minima modificazione della morfologia canale originaria;
- Possibilità di conoscere prima l'esatta conicità del canale;
- Possibilità di conoscere ai vari livelli di preparazione il diametro del lume canale;
- Riduzione del numero di strumenti necessario per preparare i canali;
- Risparmio di tempo;
- Riduzione del numero di sedute, sia nei casi semplici sia in quelli complessi;
- Maggiore frequenza di separazioni;
- Maggiore suscettibilità ai fenomeni d'usura e di "spuntamento" (6).

I primi studi sugli strumenti rotanti in Ni-Ti hanno evidenziato, a parità di design e morfologia, una capacità di taglio inferiore rispetto ai corrispondenti strumenti d'acciaio

(7). I ProFile (Maillefer, Svizzera), tra i primi strumenti apparsi sul mercato, presentavano, per esempio, un disegno delle lame ideato più per levigare le pareti dei canali che per tagliarle. Eseguono quindi una rimozione poco aggressiva della dentina canale (8).

Gli strumenti d'ultima generazione si caratterizzano per una morfologia innovativa. Nei ProTaper (Maillefer, Svizzera), nei RaCe (FKG, Svizzera) e nei K³ (Analytic, USA) si è reso più aggressivo l'angolo di taglio, divenuto più parallelo all'asse dello strumento (9). La sezione radiale degli strumenti si è resa triangolare (RaCe, ProTaper) o a tripla elica (K³), per aumentare il numero delle lame di taglio. L'angolo di taglio attivo non agisce come una pialla sulla superficie della dentina ma possiede, secondo le case produttrici, un'efficacia maggiore nella sagomatura veloce dei canali radicolari.

Scopo dello studio è valutare l'efficienza di taglio e misurare la profondità di lavoro nelle diverse tipologie di strumenti endodontici in Ni-Ti, paragonando gli strumenti di nuova generazione (ProTaper, RaCe, K³) con i primi strumenti meccanici (ProFile e Quantec).

MATERIALI E METODI

Cento strumenti rotanti in nichel-titanio sono stati esaminati. Tutti gli strumenti avevano un diametro in punta #25 e conicità .04 (Fig. 1), ad eccezione dello strumento ProTa-

per. Per confrontare la capacità di taglio e la profondità di lavoro della serie ProTaper con le altre tipologie di strumenti, si è utilizzato un file F1 (Finishing 1), diametro #20 e conicità variabile (Fig. 2), non essendo disponibile un ProTaper con punta 25 e conicità .04.

Gli strumenti sono stati divisi in cinque gruppi, venti per gruppo:

Gruppo A: 20 strumenti ProFile (Maillefer, Svizzera);

Gruppo B: 20 strumenti Quantec (Analytic, Usa);

Gruppo C: 20 strumenti K³ (Analytic, Usa);

Gruppo D: 20 strumenti ProTaper (Maillefer, Svizzera);

Gruppo E: 20 strumenti RaCe (FKG, Svizzera).

Cento simulatori endodontici in resina (Endo Training-Bloc, Maillefer) sono stati utilizzati come campioni per verificare la capacità di taglio e la profondità di lavoro nei differenti cinque tipi di strumenti adoperati (Fig. 3). I prototipi in plexiglas utilizzati per la simulazione di laboratorio presentavano ciascuno peso differente, ma identica morfologia: base quadrata di spigolo 10 mm e altezza 30 mm. Nel corpo in resina è ricavato un canale conico passante, che parte da quota 16,5 mm (rispetto alla base) e che possiede una conicità iniziale di circa il 3%. Tutti gli strumenti sono stati utilizzati ad una velocità costante di 340 rpm.

Al fine di poter rendere costante la pressione esercitata sul manipolo per tutto il tempo di alesaggio, e quindi per eliminare le in-



Fig. 1 - Tutti gli strumenti valutati nello studio: RaCe, Quantec, K³, ProFile, e ProTaper. Tutti gli strumenti utilizzati, ad eccezione dei ProTaper, possiedono #25 e conicità .04.

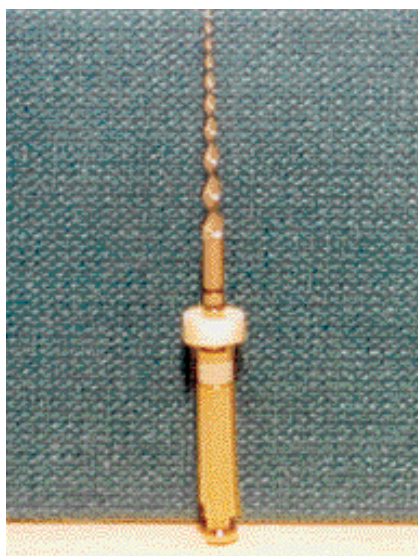


Fig. 2 - Il ProTaper F1, adoperato per il confronto con gli altri strumenti. Questo strumento ha un diametro in D_0 di #20, ma da D_1 a D_3 possiede una conicità .07.

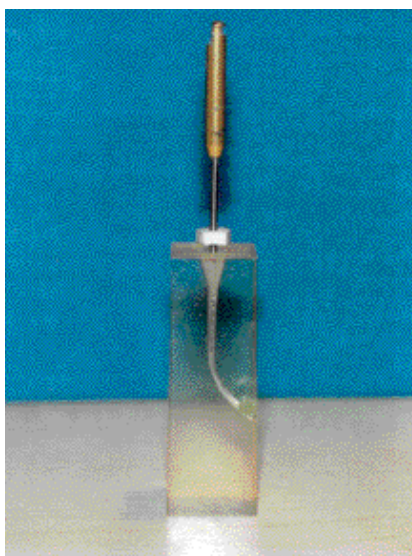


Fig. 3 - L' Endo Training-Bloc utilizzato nello studio.

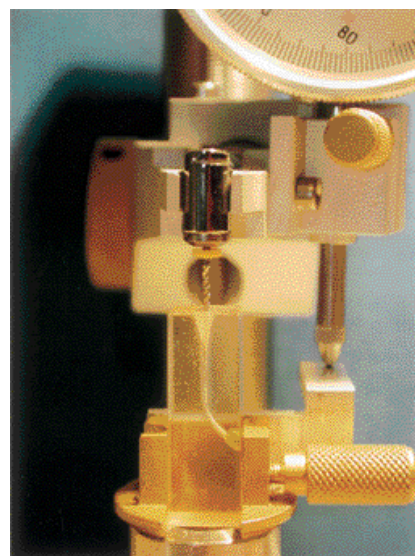


Fig. 4 - Dispositivo meccanico realizzato per far ruotare gli strumenti all'interno dei simulatori eliminando la componente soggettiva dovuta alla pressione esercitata dall'operatore.

fluenze soggettive dovute alla mano dell'operatore, è stato costruito un apposito apparato sperimentale (EndoMachine, Officine Barbagallo, Catania, Italia) che consente di stabilire con precisione la forza esercitata sul singolo strumento endodontico (Fig. 4). Il peso utilizzato nello studio è stato di 500 grammi.

Gli strumenti sono stati inseriti all'interno dell'apposito foro presente sugli Endo Training-Bloc, e fatti ruotare utilizzando un motore TC Motor 3000 (Nouvag Ag).

Ogni strumento ha lavorato in maniera continua all'interno di un simulatore endodontico nuovo per 60 secondi: 8 secondi per permettere alla punta dello strumento di giungere all'altezza dell'invito tronco-conico del simulatore; 25 secondi per raggiungere la profondità di lavoro massima; 25 secondi alla lunghezza di lavoro massima; 2 secondi per permettere allo strumento, rimosso il peso, di fuoriuscire dal simulatore. Ognuno dei singoli Endo Training-Bloc è stato pesato prima e dopo l'alesatura operata dagli strumenti, me-

diente bilancia elettronica digitale a cinque cifre. Per ogni strumento adoperato è stata misurata la differenza tra il peso iniziale e quello finale, dopo la fase di sagomatura di 60 secondi. Tutti i simulatori endodontici, prima di essere pesati, sono stati ripuliti con un getto d'aria pura (Dust-Off Plus), al fine di eliminare ogni eventuale residuo di resina dall'interno dei canali artificiali. Nessuna irrigazione è stata effettuata durante la sagomatura.

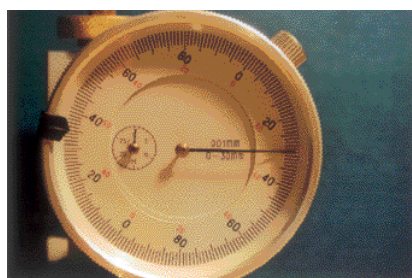


Fig. 5 - Misuratore di profondità collegato con il dispositivo meccanico.

Al fine di valutare la profondità di lavoro ottenuta dai vari strumenti dopo 60 secondi di sagomatura, si è adoperato un apposito misuratore meccanico, in grado di valutare differenze nell'ordine del decimo di millimetro (Fig. 5).

Per ogni gruppo di strumenti si sono avuti venti valori concernenti la rimozione di materiale e altrettanti riguardanti la profondità di taglio. Per ogni gruppo è stato calcolato il valore medio e la deviazione standard della singola misura.

RISULTATI

I risultati in termini di capacità di taglio e di profondità di lavoro sono riportati nelle figure 6 e 7. I valori sull'efficienza di taglio sono riportati in milligrammi per 60 secondi d'alesaggio. Il valore della profondità di lavoro è espresso in millimetri di penetrazione all'interno dell'Endo Training-Bloc dopo un tempo di 60 secondi.

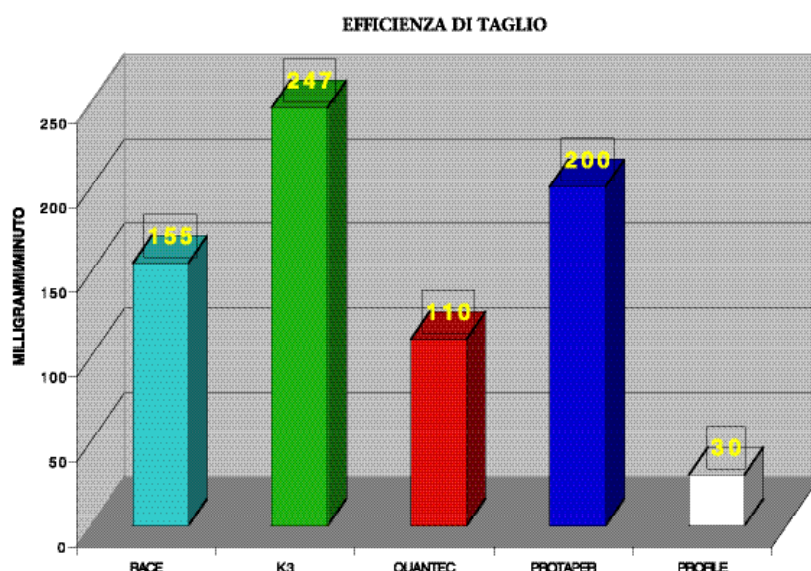


Fig. 6 - Grafico relativo alla capacità di taglio dei vari strumenti espressa in milligrammi per 60 secondi di lavoro all'interno dei simulatori.

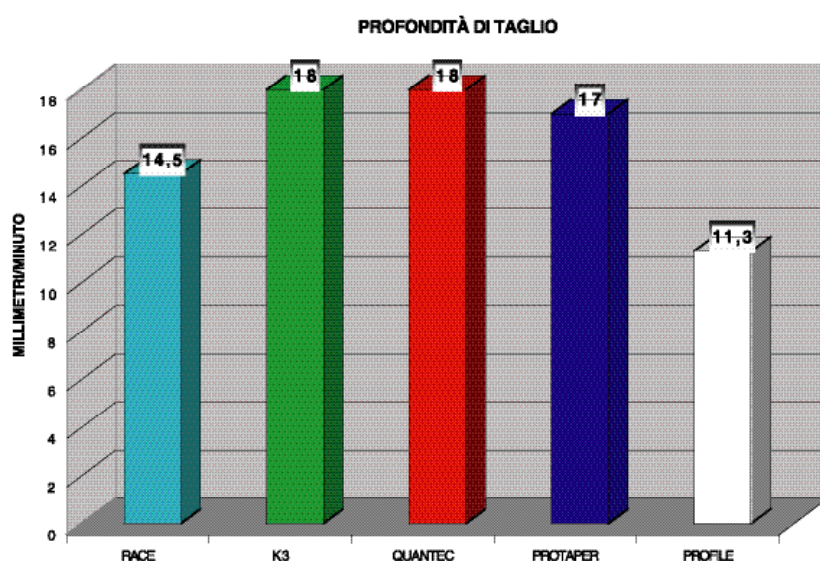


Fig. 7 - Grafico relativo alla profondità di penetrazione dei vari strumenti espressa in millimetri per 60 secondi di lavoro all'interno dei simulatori.

CONCLUSIONI

È noto che gli strumenti endodontici in nichel-titanio di nuova generazione hanno una

sezione radiale diversa rispetto agli strumenti precedenti. Nel caso dei ProTaper, si è ottenuta una sezione triangolare convessa, efficace nell'azione di taglio (tre angoli), ma allo stesso tempo capace di mantenere una cospicua massa di metallo, al fine di sopporta-

re meglio gli stress torsionali meccanici (10). I ProTaper possiedono un'innovativa conicità progressiva. I nostri dati riguardanti la capacità di taglio dei ProTaper permettono di apprezzarne l'efficacia nel rimuovere la resina dalle pareti dei simulatori. Questo risultato conferma quanto espresso dal recente studio di Malentacca e Lalli, i quali hanno trovato essere più efficienti i ProTaper e i K³, strumenti di più recente fabbricazione, tra quelli testati nella prova di taglio con il movimento in rotazione continua (11). La profondità di lavoro ottenuta dallo strumento ProTaper F1 ha raggiunto valori medi elevati (17 mm), tenendo conto del fatto che gli strumenti utilizzati nell'esperimento avevano necessariamente conicità maggiori rispetto a quelle degli altri quattro gruppi. Infatti questo strumento ha un diametro in D₀ di #20, ma da D₁ a D₃ possiede una conicità .07.

I RaCe (Reamer with Alternating Cutting Edges) presentano un passo delle spire irregolare. Il disegno delle lame presenta segmenti più brevi, nei quali il margine di taglio ha andamento elicoidale, alternati a segmenti più lunghi, con un margine di taglio parallelo all'asse maggiore dello strumento (9). La modifica nel passo dello strumento è ideata al fine di prevenire l'avvitamento nel canale, più probabili a causa della sezione con angolo di taglio non neutro. I risultati sull'efficacia di taglio e sulla capacità di penetrare nei canali radicolari fanno classificare questi strumenti tra quelli capaci di tagliare e penetrare efficacemente la dentina.

I K³ sono strumenti di terza generazione prodotti dalla Analytic, in due conicità (.04 e .06) con calibri in punta dal 15 al 60 e tre lunghezze (21, 25 e 30 mm). Sono presenti nella serie anche gli Orifice Opener per la preparazione del terzo coronale, che hanno conicità .08 e .10 e calibro in punta 25. Tra le caratteristiche principali della serie K³ ricordiamo: la punta non lavorante; l'angolo di taglio positivo; l'angolo delle spire che aumenta andando dalla punta verso il manico; la sezione radiale a tripla elica, asimmetrica, stabilizzatrice, atta a mantenere lo strumento ben centrato nel canale.

I K³ presentano due sezioni radiali più larghe e con ampio scarico, allo scopo di ridurre l'attrito e aumentare la resistenza agli stress torsionali. I valori ottenuti da questo studio *in vitro* dimostrano che i K³ presentano un'elevata azione di taglio sulle pareti degli Endo Training-Bloc; contemporaneamente presentano il massimo valore per ciò che concerne la profondità di lavoro (18 mm).

I ProFile, strumenti già affermati nella loro sequenza d'utilizzo, hanno dimostrato scarsa efficienza di taglio e capacità poco elevata di penetrare il canale artificiale in resina. Questi dati sono confermati da lavori precedenti presenti in letteratura (12). Recentemente è stato consigliato di adoperare i ProFile nella fase finale della sagomatura per rifinire il canale, raccordando le varie fasi della precedente preparazione, prima di otturare lo spazio endodontico. Sono strumenti "sicuri", flessibili, da utilizzare ad esempio dopo i ProTaper, che possiedono un'efficacia maggiore nel sagomare il canale.

I Quantec, pur essendo strumenti apparsi non di recente sul mercato e quindi considerati di prima generazione, si caratterizzano per un'efficienza di taglio maggiore ri-

spetto ai ProFile, ma minore in relazione a RaCe, ProTaper e K³. Tuttavia, raggiungono valori elevati nella prova di misurazione della profondità di taglio, pari ai K³, dimostrando una buona propensione a "sondare" il canale. Possono essere quindi considerati strumenti con una buona capacità penetrativa.

In conclusione, in base ai dati presenti in letteratura e come conseguenza di questo studio, che ricordiamo non essere *in vivo* e quindi non avere la pretesa di essere totalmente confrontabile con ciò che avviene realmente all'interno dei canali radicolari, si possono classificare le lime endodontiche in nichel-titanio in tre categorie: taglienti, intermedie e poco taglienti (Tab. 1). Sarà il clinico a scegliere, in base alle caratteristiche del

TAGLIENTI	INTERMEDI	NON TAGLIENTI
Protaper	Quantec	ProFile
K ³		
RaCe		

Tab. 1 - Classificazione degli strumenti valutati nello studio in base alla capacità di taglio.

canale (lunghezza, diametro, raggio di curvatura), uno o più strumenti, adatti a sagomare in maniera tridimensionale lo spazio endodontico.

BIBLIOGRAFIA

1. Walia H, Branley WA, Gerstein H. An initial investigation of the bending and torsional properties of Nitinol root canal files. *J Endod* 1988; 14: 346-51.
2. Malagnino VA, Passariello P, Cantatore G. Caratteristiche delle leghe in nichel-titanio in relazione al loro possibile impiego endodontico. *G It Endo* 1994; 1: 10-15.
3. Cantatore G, Ceci A. Preparazione canalare con strumenti meccanici Ni-Ti. *Dental Cadmos* 1996; 64(2): 11-43.
4. Rapisarda E, Tripi TR, Bonaccorso A, Torrisi L, Gentile C. Valutazione in vitro delle lime endodontiche in Ni-Ti. *Dental Cadmos* 1998; 66(11): 37-45.
5. Glosson CR, Haller RH, Dove SB, del Rio CE. A comparison of root canal preparation using Ni-Ti hand, Ni-Ti engine driver and K-flex endodontic instruments. *J Endod* 1995; 1: 146-51.
6. Rapisarda E, Bonaccorso A, Tripi TR, Fragalà I, Condorelli GG. The effect of surface treatments of nickel-titanium files on wear and cutting efficiency. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2000; 89(3): 363-368.
7. Brockhurst P, Hsu E. Hardness and strength of endodontic instruments made from Ni-Ti alloy. *Aust Endod J* 1998; 24(3): 115-9.
8. Grande NM, Butti A, Brigante L, Milano L, Somma F. Valutazione morfologica di cinque sistemi per l'alesaggio canalare. Analisi delle sequenze operative. *Dental Cadmos* 2001; 7: 11-22.
9. Genova U, Poggio C, Dagna A, Cisternino A. Strumenti rotanti in Ni-Ti di nuova concezione. *Il Dentista Moderno* 2001; 3: 81-86.
10. Ruddle CJ. Nickel-titanium rotary systems. Review of existing instruments and geometries. *Dentistry Today* 2000; 19 (10): 86-95.
11. Malentacca A, Lalli F. Rotazione alternata nell'uso degli strumenti in nichel-titanio. *G It Endo* 2002; 16(2): 79-84.
12. Rapisarda E, Barbagallo G, Passariello P, Malagnino VA. Strumentazione meccanica ed otturazione tridimensionale. Limiti e complementarietà di alcune tecniche operative. *G It Endo* 2002; 16(2): 85-94.