

** Giacomo Cavalleri
* Pietro De Fazio
** Roberto Gerosa
** Gianluca Menegazzi
** Claudio P. Salvinelli

* Università degli Studi di Chieti
Cattedra di Odontoiatria Conservatrice
Titolare: Prof. Pietro De Fazio
** Università degli Studi di Verona
Cattedra di Odontoiatria Conservatrice
Titolare: Prof. Giacomo Cavalleri

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

Strumenti endodontici in Ni-Ti: prove comparative di due tipi di Ni-Ti files

Ni-Ti endodontic instruments: comparative trials between of two types of Ni-Ti files

RIASSUNTO

Da alcuni anni sono comparsi sul mercato nuovi strumenti costruiti utilizzando una lega di recente creazione, il nichel-titanio, con il proposito di trasferire in campo endodontico le innovative peculiarità metallurgiche che questo materiale ha già dimostrato possedere in altri campi. Gli autori intendono analizzare due tipi di Ni-Ti files che si differenziano nella filosofia costruttiva, comparandone le proprietà meccaniche sottoponendoli a test di torsione, flessione e capacità di taglio nonché confrontando i risultati ottenuti con quelli emersi da test effettuati in precedenza su analoghi strumenti in acciaio inox. Tra i due tipi di Ni-Ti files si è osservato un notevole divario per quanto riguarda la capacità di taglio mentre sia il test di torsione che il test di flessione hanno dato valori sostanzialmente sovrapponibili.

La capacità flessoria dimostrata dai nuovi strumenti è risultata essere davvero eccezionale se paragonata a quella posseduta dai tradizionali strumenti in acciaio tanto da indicarne l'utilizzo specifico in canali radicolari molto curvi, come già osservato da altri autori (1, 2, 3).

Parola chiave: Strumenti endodontici.

tanium orthodontic arches, which were first used in orthodontics by Andreasen in 1971 (12). Their study shed light on a possible new generation of endodontic instruments with the most ideal characteristics for treating curved root canals (1). Today there are many different brands of nichel-titanium files on the market and we, in our investigation, wanted to compare the two best-sold brands on the Italian market.

Materials and methods

The files we chose for our comparative study were the following:

- MacFile, manufactured in the United States;
- Nitiflex, manufactured by Maillefer (Balagny, Switzerland).

The MacFiles (Fig. 1) were designed by John McSpadden several years ago; numbers 8 through 15 have the same design as a K-file, whereas numbers from 20 on are a modification of the H-file devised by McSpadden himself.

The Nitiflex files (Fig. 2, 3), which have only been on the market a few months, derive directly from K-files and have triangular-shaped cross sections, the sides of which, beginning with n. 15, the smallest, up to n. 60, the largest, are first convex and then gradually become concave in order to maintain equal flexibility as the diameter increases with increasing number size (Fig. 4). Also the tip has been rounded off and the transition angle reduced.

To assess cutting ability we used 32 number 20 files divided into 4 groups of 8 files each. The first group consisted of MacFiles, the second of Nitiflex files, the third of stainless steel H-files as a reference group, and the fourth of Nitiflex files that had been sterilized with water steam in an autoclave for one cycle (Tab. 1).

Results and discussion

Table 4, which refers to cutting ability, shows rather discordant mean values. The MacFiles proved to have very limited cutting ability; so much so that the mean value of 0.006 mm is nearly 10 times less than that of the Nitiflex files which was 0.056 mm. The sterilized Nitiflex files showed a reduction in cutting ability of nearly 40%

compared to the Nitiflex files that had not been sterilized, but values much higher than those for stainless steel K-files obtained in a previous study (13, 14).

Table 5 refers to torsion tests and shows that the value of 761.87% for the MacFiles rates a little higher than the 624.75% given for the Nitiflex files, although this discrepancy is hardly discernible in clinical practice.

Conclusions

Even though our experiments involved only the mechanical properties of Ni-Ti files, at the same time we wished to bring to attention the characteristics of these new files and to encourage their use in clinical practice. Our results showed the pros and cons of the new materials used in manufacturing these files: there was a reduction in the cutting ability of the MacFiles; whereas Maillefer, which has kept the design of their files practically identical to the traditional K-files it was producing in 1915 (17), has been able to give its Nitiflex files a cutting ability quite similar to that of stainless steel H-files. It is interesting to note, however, that the Nitiflex files sterilized with one cycle in the autoclave had a considerable reduction in efficacy, and this could be their weak point. Further studies are necessary, as our tests are purely indicative in this regard.

The resistance to torsion for both sets of Ni-Ti files was rather disappointing. Higher values for this test would have increased the versatility of these instruments and offered more guarantee for their safety. In fact, the new files are recommended specifically for very curved root canals; as our tests showed, they have exceptional flexibility compared to stainless steel files and can easily penetrate the most tortuous canals, with "bayonet" or "hook" methods (2). They have the advantage of allowing instrumentation that was unsatisfactory with traditional methods and instruments, as well as shaping, cleaning and sealing canals with no alterations to their original anatomy.

Key word: Endodontic instruments.

ABSTRACT

Introduction

Over the years there have been numerous modifications to endodontic instruments, both in design and in the type of material used to manufacture them. In 1988 an article appeared in the *Journal of Endodontics* in which the authors Walia, Brantley and Gerstein reported the results of one of the first studies aimed at assessing the torsional and bending properties of files made from an alloy and manufactured in 1960 by Naval Ordnance Laboratory in Silver Spring, Maryland. This new alloy was nichel-titanium (1).

To conduct the tests, the authors made the new instruments themselves from nichel-ti-

Cavalleri G, De Fazio P, Gerosa R, Menegazzi G, Salvinelli C. Strumenti endodontici in Ni-Ti: prove comparative di due tipi di Ni-Ti files. *C H Endo* 1996; 1: 6-11

INTRODUZIONE

Gli strumenti endodontici hanno subito nel corso degli anni numerose modificazioni sia per quanto riguarda i disegni strutturali, sia per il tipo di materiale adottato per la loro fabbricazione. All'inizio del secolo, quando i primi esemplari fecero la loro comparsa in Odontoiatria, venivano costruiti impiegando acciaio al carbonio che conferiva agli strumenti una rigidità ed una fragilità difficil-

mente controllabili (4, 5, 6).

Nel 1961 Ingle propose il passaggio a leghe contenenti oltre a ferro e carbonio anche nichel, cromo ed altri metalli che potessero rendere lo strumentario più flessibile, più resistente alle fratture e perciò maggiormente versatile (7, 8, 9).

Si passò quindi agli acciai inox di moderna concezione con cui ancora oggi viene prodotta la maggior parte degli strumenti endodontici (10, 11). Nel 1988, sul *G. of Endodon.*, venne pubblicato un articolo in cui gli autori, Walia, Brantley e Gerstein, illustra-

vano i risultati di una prima indagine mirata a valutare le proprietà di torsione e di flessione di files costruiti con una lega messa a punto nel 1960 dal Naval Ordnance Laboratory di Silver Spring, Maryland e cioè il nichel-titanio (1).

Per poter effettuare i vari tests, i ricercatori ricavarono loro stessi gli strumenti da archi ortodontici in Ni-Ti che sono stati introdotti in Ortodonzia da Andreasen a partire dal 1971 (12).

Attraverso un unico processo di lavorazione, partendo da un arco di 0,020 inch., vennero ottenuti files del n° 15.

Quello studio dimostrò la possibile nascita di una nuova generazione di strumenti endodontici con caratteristiche tali da rappresentare il presupposto ideale per il trattamento di canali curvi (1).

Attualmente sono ormai molte le case produttrici ad aver avviato la commercializzazione di files in Ni-Ti e perciò abbiamo voluto metterne a confronto due tra quelli più facilmente reperibili sul mercato italiano.

MATERIALI E METODI

Gli strumenti prescelti per effettuare i vari test sono stati:

- Mac File prodotto negli Stati Uniti.
- Nitiflex prodotto dalla ditta Maillefer (Balgates, Svizzera)

La ditta Maillefer ha inoltre messo a disposizione le attrezzature, ideate e costruite dalla stessa, per l'esecuzione dei vari test.

I Mac Files, (Fig. 1) che sono stati ideati da John McSpadden alcuni anni addietro, presentano dal n°08 al n°15 il disegno di un file K, mentre dal n°20 in poi l'autore ha modificato un file H dandogli una sezione trasversale con due lame contrapposte che dovrebbero mantenere lo strumento al centro del canale e rendere minore lo sforzo di ciascuna lama durante l'azione di taglio: una seconda modifica consiste nell'aumento progressivo dell'angolo di inclinazione delle lame in senso coronario-apicale, diminuendo così l'impegno delle lame più apicali, mentre quelle più coronali saranno facilitate

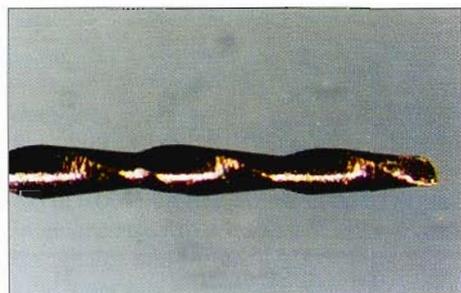


Fig. 1 - MacFile: ingrandimento della punta.

Fig. 1 - MacFile: magnified view of the tip.

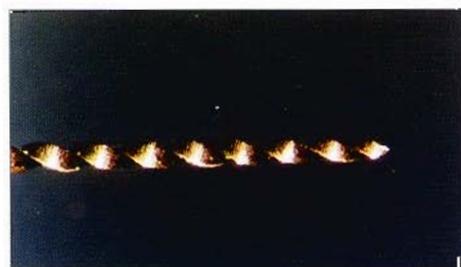
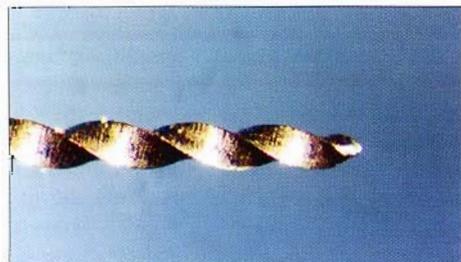


Fig. 2 e 3 - Nitiflex: ingrandimento della punta.

Fig. 2 and 3 - Nitiflex: magnified view of the tip.

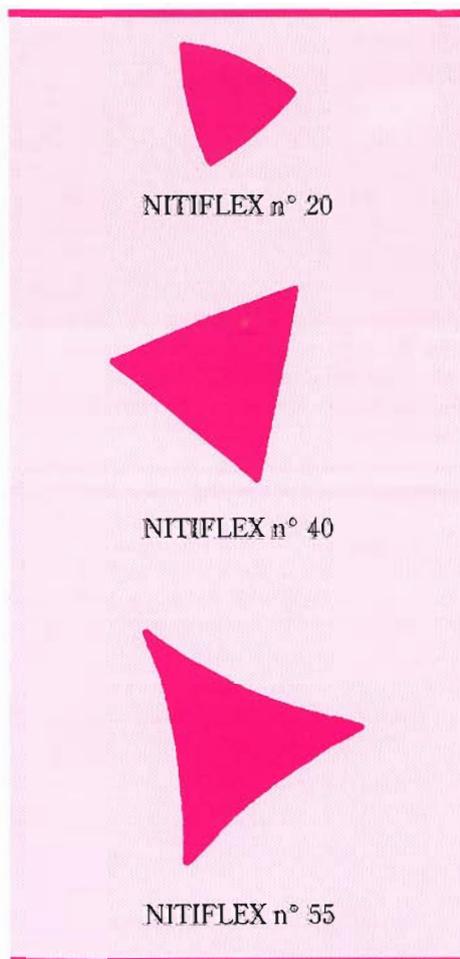


Fig. 4 - Nitiflex: variazione geometrica della sezione trasversale all'aumentare del diametro.

Fig. 4 - Nitiflex: geometric variations of the cross-section as the diameter increases.

nell' allontanamento dei detriti dentinali. Il disegno è completato da una terza lama meno profonda, avente lo scopo di diminuire ulteriormente lo sforzo esercitato su ogni lama.

McSpadden consiglia di utilizzare i Mac Files in rotazione continua, sfruttando in questo modo le caratteristiche proprie della lega Ni-Ti (3).

Il Nitiflex della Maillefer, (Figg. 2, 3) che è stato commercializzato da alcuni mesi, deriva direttamente da un file K a sezione trasversale triangolare, i lati della quale, dal n° 15 che è il più piccolo al n° 60, il più grande, assumono un andamento che da convesso diviene progressivamente concavo per mantenere uguale la flessibilità degli strumenti nonostante l'aumentare del diametro. Infine, la punta è stata arrotondata e l'angolo di transizione attenuato.

A differenza del Mac File, per i Nitiflex non viene consigliata dalla casa costruttrice nessuna specifica modalità d' utilizzo.

Per valutare la capacità di taglio si sono utilizzati 32 strumenti del n° 20 divisi in 4 gruppi di 8 elementi ciascuno; il primo gruppo costituito da Mac File, il secondo da Nitiflex, il terzo da file H in acciaio come riferimento ed il quarto da Nitiflex sottoposti ad un ciclo di sterilizzazione in autoclave a vapore d' acqua (Tab. 1).

L'apparecchio per tale indagine fa compiere al file un movimento in avanti e contemporaneamente di rotazione sul proprio asse per tre volte; quindi il file viene fatto tornare indietro senza ulteriori rotazioni. Durante questo ciclo completo il file è appoggiato su un blocchetto di plexiglass su cui si determina l' azione di taglio (Figg. 5, 6).

Ciascun strumento è stato sottoposto ad un carico di 8 gr. e la durata di ogni prova è stata di 5 min. e 33 sec. Con uno spessimetro di alta precisione si è misurato poi il solco lasciato dal file sul blocchetto.

Al test di torsione sono stati sottoposti complessivamente 24 strumenti del n° 25 divisi in tre gruppi di 8 file: Mac File, Nitiflex, Nitiflex sterilizzati come sopra (Tab. 2).

Questa prova è stata eseguita con il Torquemeter Memocouple, una macchina che fornisce al file, fissato agli estremi, una rotazione in senso orario o antiorario ad una velocità costante di 2 rpm fino a che lo

stress abbia determinato la frattura dello strumento. Un display digitale ed un amplificatore separati, controllano l'andamento del motore e registrano i dati relativi alla resistenza alla torsione ed alla deflessione angolare (Figg. 7, 9).

Altri 24 files del n° 30, suddivisi allo stesso modo sono stati utilizzati per la prova di flessione, eseguita con la stessa apparecchiatura di cui sopra, modificando solamente il dispositivo di presa dello strumento che viene ora sottoposto ad una sollecitazione lineare anziché rotatoria (Tab. III).

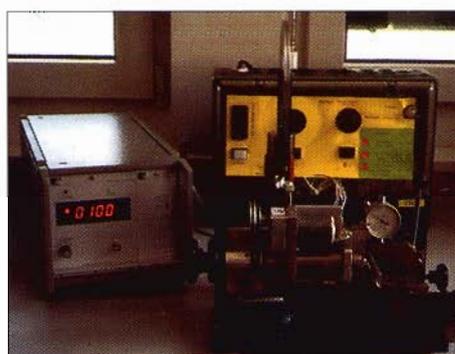


Fig. 5 - Apparecchio per la misurazione della capacità di taglio (Maillefer).

Fig. 5 - Device for measuring cutting ability (Maillefer).

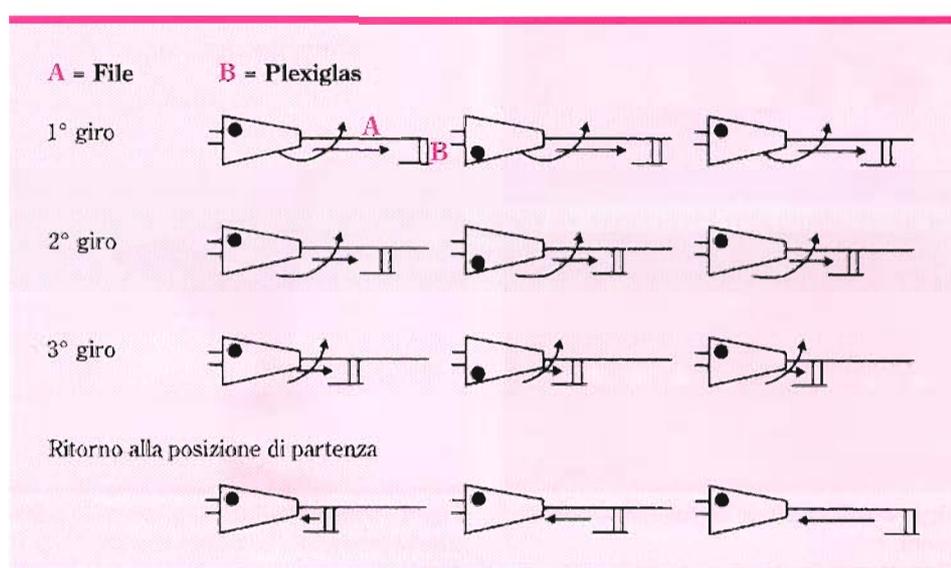


Fig. 6 - Schema dello svolgimento del test per la capacità di taglio.

Fig. 6 - Outline of cutting ability test.

Tab. 1 - Test di taglio.

Tab. 1 - Cutting test.

N°	Tipo di Strumento Type of Instrument	Mis. Size
8	MAC FILE	20
8	NITIFLEX	20
8	FILE H (control)	20
8	NITIFLEX (autoclave)	20

Tab. 2 - Test di torsione.

Tab. 2 - Torsion test.

N°	Tipo di Strumento Type of Instruments	Mis. Size
8	MAC FILE	25
8	NITIFLEX	25
8	NITIFLEX (autoclave)	25

Tab. 3 - Test di flessione.

Tab. 3 - Bending test.

N°	Tipo di Strumento Type of Instrument	Mis. Size
8	MAC FILE	30
8	NITIFLEX	30
8	NITIFLEX (autoclave)	30



Fig. 7 - Apparecchio per il test di torsione ed il test di flessione.

Fig. 7 - Device used for bending and torsion tests.

La punta viene inserita per 3 mm. nel morsetto; il dispositivo di flessione aggancia lo strumento ad una distanza di 17 mm. dalla presa di punta. Il test viene condotto fino ad una prefissata quota di deflessione angolare. in questo caso di 45°, misurando quindi la flessibilità dello strumento definibile più semplicemente come forza di raddrizzamento (Figg. 7, 9).

RISULTATI E DISCUSSIONE

La tabella 4, relativa alla capacità di taglio evidenzia dei valori medi piuttosto discordanti tra loro.

I Mac File hanno mostrato una capacità molto limitata, tanto che il loro valore medio di 0,006 mm risulta essere circa 10 volte inferiore rispetto a quello fatto registrare dai Nitiflex che è stato di 0,056 mm.

Si è osservata invece una stretta vicinanza tra lo 0,056 mm. dei Nitiflex e lo 0,062 mm. ottenuto con i fileH in acciaio.

I fileH sono solitamente utilizzati per sfruttare la loro qualità principale, appunto l'ottima capacità di taglio ed è per questo che riteniamo più che buono il risultato ottenuto con i Nitiflex.

I Nitiflex sottoposti ad un ciclo di sterilizzazione in autoclave hanno fatto registrare una caduta della capacità tagliente vicina al 40% rispetto agli stessi strumenti non sterilizzati, di molto superiore a quella dimostrata da fileK in acciaio in una ricerca svolta precedentemente (13, 14), pur considerando che in quell'occasione è stata utilizzata un'autoclave con miscela Harvey, la quale sembra essere meno dannosa rispetto all'acqua. Questo dato è ancor più negativo se si considera che nel caso degli strumenti in acciaio la caduta del potere tagliente sembra aumentare con l'aumentare del numero di cicli di sterilizzazione a cui vengono sottoposti, perciò è verosimile la stessa relazione con i files in Ni-Ti. Sappiamo che l'effetto della sterilizzazione in autoclave è dato dall'alterazione a carico della punta e dei bordi taglienti in seguito a corrosione (15) e per questo motivo riteniamo necessaria

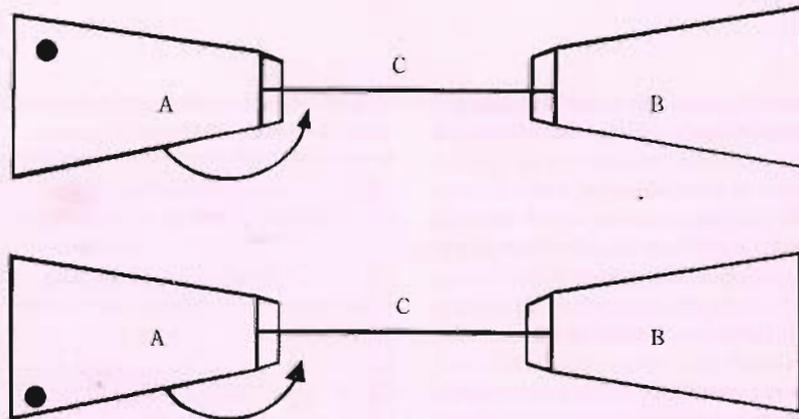


Fig. 8 - Schema dello svolgimento del test di torsione.

Fig. 8 - Outline of torsion test.

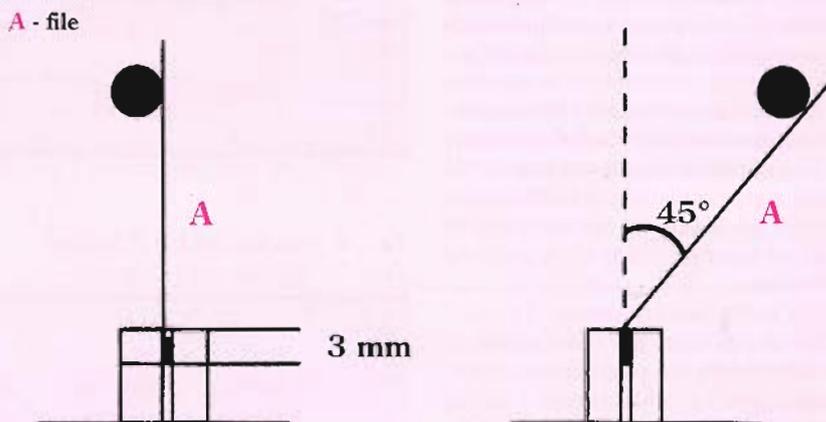


Fig. 9 - Schema dello svolgimento del test di flessione.

Fig. 9 - Outline of bending test.

Tab. 4 - Risultati del test di taglio.

Tab. 4 - Cutting test results.

N°	MAC FILE mm	NITIFLEX mm	FILE H mm	NITIFLEX (autoclave) mm
1	0,002	0,07	0,06	0,03
2	0,005	0,055	0,065	0,05
3	0,005	0,03	0,06	0,02
4	0,005	0,03	0,08	0,04
5	0,005	0,085	0,075	0,02
6	0,005	0,05	0,065	0,035
7	0,009	0,065	0,068	0,04
8	0,008	0,06	0,025	0,02
media mean	0,006	0,056	0,062	0,032

un'ulteriore ricerca che possa verificare l'effettiva resistenza a questo fenomeno della nuova lega.

La tabella 5 si riferisce alla prova di resistenza alla torsione e mostra che il valore di 761,87° fatto registrare dai Mac Files è leggermente migliore rispetto al 624,75° ottenuto dai Nitiflex anche se una tale discrepanza è difficilmente avvertibile durante l'utilizzo clinico.

La media raggiunta dai Nitiflex sottoposti a sterilizzazione ci indica che in questo caso non sembra esistere relazione tra la permanenza in autoclave ed il comportamento degli strumenti durante lo stress torsionale, confermando l'analogo andamento della ricerca precedente sugli strumenti in acciaio (13, 14).

È da notare che durante quelle prove, nelle quali erano stati testati dei files K in acciaio del n° 20, sottoposti allo stesso test con la medesima apparecchiatura, si registrarono valori medi oscillanti tra un massimo di 1009° ed un minimo di 420,8°, secondo la casa costruttrice.

Ci sembra inevitabile constatare che, sia i Mac Files sia i Nitiflex, pur collocandosi in un'area intermedia del range sopra citato, non raggiungono i risultati sperati. Infatti, dall'analisi delle caratteristiche fisiche della lega Ni-Ti, emerge un comportamento meccanico del tutto diverso in comparazione a quello mostrato dall'acciaio inox e tale diversità si pensava potesse esplicarsi anche aumentando significativamente la resistenza alla torsione in modo da prevenire le tanto temute fratture degli strumenti all'interno del canale; questi dati contrastano in parte con quanto affermato in proposito da altri autori in precedenza (2, 3, 16).

I valori medi elencati nella tabella 6 inerente la prova flessione dimostrano che il punto di forza di questi nuovi strumenti risiede proprio nella grande flessibilità.

Nonostante si siano utilizzati per questo test strumenti in Ni-Ti del n° 30, quindi con un diametro consistente e di conseguenza una notevole rigidità, si sono registrate medie di 18,98 gr cm per i Mac File e di 21,75 gr cm per i Nitiflex, valori che indicano un momento flettente inferiore della metà rispetto a quello riscontrato effettuando lo stesso test su file K del n° 20 in acciaio, do-

Tab. 5 - Risultati del test di torsione.

Tab. 5 - Torsion test results.

N°	MAC FILE		NITIFLEX		NITIFLEX (autoclave)	
	Angolo Angle (°)	Torque (gr/cm)	Angolo Angle (°)	Torque (gr/cm)	Angolo Angle (°)	Torque (gr/cm)
1	676	30,6	587	23,2	645*	19,6
2	789	28,7	711	32,2	629*	27,1
3	817	25,2	553	28,5	638*	26,1
4	774	27	597	25,5	750*	22
5	709	27,8	533	34,9	749*	29
6	776	28,5	862	26,4	573*	26,1
7	735	30,4	565	27,1	467*	33,8
8	819	25,1	590	30,9	739*	23,8
media mean	761,87°	27,91	624,75°	28,58	648,75*	25,93

Tab. 6 - Risultati del test di flessione.

Tab. 6 - Bending test results.

N°	MAC FILE		NITIFLEX		NITIFLEX (autoclave)	
	Momento flettente Bending moment (gr/cm)	Angolo di flessione Bending angle (°)	Momento flettente Bending moment (gr/cm)	Angolo di flessione Bending angle (°)	Momento flettente Bending moment (gr/cm)	Angolo di flessione Bending angle (°)
1	19,6	45	20,1	45	16,3	45
2	18,9	"	22,9	"	18,7	"
3	21,4	"	20,7	"	22,1	"
4	18,9	"	19,3	"	23,4	"
5	20,6	"	20,3	"	22,9	"
6	20,4	"	23,6	"	25,5	"
7	16,5	"	24	"	22,2	"
8	15,6	"	23,1	"	27,5	"
media mean	18,98	"	21,75	"	22,32	"

ve le medie si attestavano tra i 58,7 gr cm ed i 41,1 gr cm (13, 14).

Questi risultati confermano pienamente quanto emerso in lavori svolti da altri autori (1, 2, 3) e dimostra in modo ulteriore essere la strumentazione dei canali curvi l'indica-

zione principale all'utilizzo clinico dei Ni-Ti files.

Anche nella prova flessione come nel test di torsione non si sono riscontrate alterazioni significative dei dati dopo il ciclo di sterilizzazione.

CONCLUSIONI

Con la ricerca svolta, pur valutando le proprietà strettamente meccaniche dei nuovi Ni-Ti files, abbiamo voluto dare un ulteriore ausilio alla conoscenza e ad una migliore utilizzazione di questi strumenti nella pratica clinica. Dai risultati emersi nei vari test abbiamo potuto constatare sia i pregi che i difetti che il nuovo materiale conferisce ai files: si è notata una deficienza di taglio nei Mac File, mentre la Maillefer, mantenendosi quasi del tutto fedele al tradizionale disegno dei files K che dal 1915 è rimasto immutato (17), è riuscita a dare ai propri Nitiflex una capacità tagliente tanto buona da risultare addirittura simile a quella ottenuta dalle lime H in acciaio. È da considerare però la sensibile diminuzione nell'efficacia

dei Nitiflex stessi dopo un ciclo di sterilizzazione che potrebbe costituirne un punto debole; ci riserviamo comunque di attendere ulteriori specifici approfondimenti, visto l'intenzionalità puramente indicativa della nostra prova a riguardo.

La resistenza alla torsione di entrambi i Ni-Ti files non è risultata particolarmente brillante; valori alti in questa prova avrebbero sicuramente aumentato la versatilità degli strumenti rendendo il loro utilizzo ancora più sicuro. Una buona resistenza allo stress torsionale infatti, permette di diminuire la probabilità di frattura degli strumenti nel canale rendendo la terapia meno ansiosa per l'operatore, soprattutto nel trattamento dei canali molto curvi dove i bordi taglienti con più facilità si impegnano nella dentina bloccando lo strumento.

Sono appunto canali con curvature severe quelli a cui l'utilizzo dei nuovi files è indiriz-

zato in quanto, come è emerso anche dai nostri test, posseggono una flessibilità eccezionale se paragonata a quella degli strumenti in acciaio e che permette loro di percorrere senza sforzo apparente radici tortuose, con andamento a baionetta o con terzo apicale ad uncino (2), raggiungendo apici che con le metodiche e gli strumenti tradizionali difficilmente e spesso senza riuscirci, possono essere sagomati, detersi e sigillati mantenendone l'anatomia originale. L'avvio in tempi brevi di ulteriori studi, basati possibilmente su un tipo di sperimentazione che risulti essere più vicina possibile alle reali condizioni di impiego clinico, potrà confermare o smentire le aspettative sorte dalla valutazione delle innovative peculiarità di questi nuovi strumenti in Ni-Ti che a nostro avviso rappresentano in ogni caso una delle novità più importanti degli ultimi anni in campo endodontico.

BIBLIOGRAFIA

1 - Waila H, Brantley W, Gerstein H. "An initial investigation of the bending and torsional properties of NiTinol root canal files". *J Endodon*, 1988; 14: 7, 346-51
 2 - Malagnino VA, Passariello P, Cantatore G. "Caratteristiche delle leghe Ni-Ti in relazione al loro possibile impiego endodontico". *G It Endo* 1994; 1: 10-5
 3 - Malagnino VA, Passariello P, Cantatore G. "Il Macfile: descrizione, meccanismo d'azione, tecnica d'uso e primi risultati clinici". *G It Endo* 1994; 2: 48-55
 4 - Antony LP, Grossman LL. "Brief History of root canal treatment in the United States". *J Am Dent Assoc* 1945; 32: 43
 5 - Skillen VG. "Morphology of root canals". *J Am Dent Assoc* 1932; 19: 719
 6 - Grove CJ. "A single acceptable procedure for treatment and filling of root canals". *J Am Dent Assoc* 1930; 17: 1634
 7 - Ingle JJ. "A standardized endodontic technique utilizing newly designed in-

struments and filling materials". *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1961; 14: 83
 8 - Ingle JJ. "The need for endodontic instrument standardization". *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1955; 8: 1211
 9 - Ingle JJ, Levine M. "The need for uniformity of endodontic instruments, equipment, and filling materials". *Transaction of the Second International Conf on Endodontics*. Philadelphia, 1958, 123-42
 10 - American National Standards Institute: Proposed ADA specification for root canal files and reamer, Seventh draft as amended, 1973
 11 - Council on Dental Materials And Devices: New American Dental Assoc. Specification N° 28 for endodontic files and reamers. *J Am Dent Assoc* 1987; 93: 813
 12 - Andreasen GF, Hilleman TB. "An evaluation of 55 cobalt substituted NiTinol wire for use in orthodontics". *J Am*

Dent Assoc 1971; 82: 1373-75
 13 - Cavalleri G, De Fazio P, Menegazzi G, Gerosa R, Faccioni F. "Effetti della sterilizzazione sugli strumenti endodontici". *G It Endo* 1992; 4: 185-7
 14 - Cavalleri G, De Fazio P, Menegazzi G, Gerosa R, Nocini PF. "Effetti della sterilizzazione sugli strumenti endodontici". *G It Endo* 1992; 3: 104-8
 15 - Rubinstein RA. "Corrosion phenomenon of endodontic files; a colorimetric analysis. Master's thesis, Ann Arbor, University of Michigan, School of Dentistry, 1973
 16 - Nardi E, Gambarini G, Tosti D. "Recenti applicazioni di leghe Ni-Ti in Endodonzia". *Odontostomatologia* 1993; 6: 1128-32
 17 - Weine FS, Kelly RF, Bray KE. "Effect of preparation with endodontic handpieces on original canal shape". *J Endodon* 1976; 2: 298-330