



Disponibile online all'indirizzo www.sciencedirect.com

SciVerse ScienceDirect

journal homepage: www.elsevier.com/locate/gie



ARTICOLO ORIGINALE

Resistenza alla fatica ciclica di strumenti in lega Nichel-Titanio

Cyclic fatigue resistance of Nickel-Titanium instruments

Giovanni Franciosi, Linda Fulceri, Gerardo Cafaro, Raffaele Paragliola, Vittorio Franco, Cristiano Fabiani, Simone Grandini*

Dipartimento di Odontoiatria Conservativa ed Endodonzia, Tuscan School of Dental Medicine, Policlinico Le Scotte, Siena

Ricevuto il 18 ottobre 2011; accettato il 2 marzo 2012

Disponibile online il 18 aprile 2012

PAROLE CHIAVE

Fatica;
Ni-Ti;
Rotazione;
Resistenza;
Conicità.

KEYWORDS

Fatigue;
Ni-Ti;
Rotation;
Resistance;
Taper.

Riassunto

Obiettivi: Scopo di questo studio è stato valutare la resistenza alla fatica ciclica di strumenti endodontici utilizzati con un movimento di rotazione continua e alternata.

Materiali e metodi: Sono stati impiegati 40 FlexMaster e 20 MTwo. Tali strumenti sono stati sottoposti a test di fatica.

Risultati: Sono state rilevate differenze statisticamente significative tra tutti i vari gruppi.

Conclusioni: Conicità minori determinano una maggiore resistenza dello strumento alla fatica ciclica. La rotazione alternata porta a un incremento della vita media dello strumento e conferisce a strumenti di pari conicità maggiore resistenza alla fatica ciclica.

© 2012 Società Italiana di Endodonzia. Pubblicato da Elsevier Srl. Tutti i diritti riservati.

Summary

Objectives: The aim of the present study was to evaluate the fatigue resistance of FlexMaster and MTwo used in continuous rotation and in alternate movement, and the influence of various parameters on this.

Materials and methods: Forty FlexMaster and 20 MTwo were used, and subjected to fatigue test.

Results: Statistically significant differences were found among all groups.

Conclusions: Lower taper leads to increased resistance to cyclic fatigue of the instrument. Alternate rotation increases the average life of the instrument, and gives greater resistance to cyclic fatigue to those with similar taper.

© 2012 Società Italiana di Endodonzia. Published by Elsevier Srl. All rights reserved.

* Corrispondenza: Policlinico Le Scotte, Viale Bracci, Siena.
E-mail: grandini@unisi.it, simogr@gmail.com (S. Grandini).

Introduzione

Gli strumenti in Ni-Ti negli ultimi anni hanno subito una notevole evoluzione sia nella progettazione sia nella tecnica di utilizzo. La rotazione continua meccanica sottopone gli strumenti a "stress" maggiori rispetto a quelli che interessano gli strumenti in acciaio, che invece vengono usati con una tecnica manuale. Le principali cause che provocano la separazione degli strumenti canalari sono le forze torsionali (torque) e la fatica ciclica [1]. Per le prime, si deve considerare che lo strumento in rotazione all'interno del canale è sottoposto di norma a un "carico torsionale" dipendente dall'azione di taglio che le lame dello strumento esercitano sulla parete del canale. Un blocco accidentale della punta può provocare uno sforzo torsionale improvviso, tale da superare il limite elastico del materiale [2], così da avere prima la deformazione dello strumento e poi la frattura. L'altra causa di frattura è rappresentata dalla fatica ciclica (assai più importante nella pratica clinica, ove è la causa principale della separazione degli strumenti) [1–5]; è un fenomeno comune a tutte le leghe metalliche sottoposte a "stress" meccanici ripetuti. Si deve poi aggiungere il fatto che, quando uno strumento lavora in un canale curvo, viene anche sottoposto a "stress" flessori di entità variabile in base alla curvatura del canale. Quando inseriamo uno strumento in un canale curvo, la superficie che si trova nella parte esterna della curvatura viene sottoposta a stiramento, mentre quella che si trova nella parte interna subisce una compressione. Dopo una rotazione di 180°, le zone prima sottoposte a stiramento subiscono una compressione e viceversa, come è facilmente intuibile. L'alternarsi di forze di stiramento e compressione determina, all'interno della lega, la comparsa di discontinuità dalle quali può originare la frattura, favorita anche dal fatto che la resistenza del materiale può essere già in origine compromessa dalle incrinature e dai difetti di fabbricazione che concorrono a causare la fatica ciclica. Spesso, la frattura avviene senza alcun segno evidente di cedimento o di alterazione della morfologia superficiale dello strumento [6–8].

I risultati riportati da Malentacca et al. [9] hanno fatto capire che, non facendo eseguire allo strumento una rotazione completa (360°), si può limitare il rischio di rottura per fatica ciclica e che questo rischio è tanto minore quanto più si riduce l'angolo di rotazione (<360°). Da qui, la proposta di un movimento di rotazione alternata (orario e antiorario) permetterebbe di diminuire gli "stress" degli strumenti e quindi il rischio di frattura; con questo movimento, però, si pone il problema dell'accumulo dei detriti dentinali, che con un movimento alternato esattamente simmetrico nei due sensi di rotazione rimarrebbero confinati nel canale senza alcuna possibilità di emergere dall'imbocco canalare.

Ulteriori ricerche hanno individuato una soluzione, ovvero quella di utilizzare angoli di rotazione oraria e antioraria diversi (anche di poco): ciò consentirebbe allo strumento di portare fuori dal canale i detriti e darebbe anche il modo all'operatore di sbloccare lo strumento in caso di blocco della punta [9]. Proposto da Yared [10] nella tecnica di preparazione canalare prospettata, prevede l'utilizzo di un unico strumento rotante in Ni-Ti usando appunto il movimento cosiddetto reciprocante (*reciprocating*). Come suggerito da Yared [10] e Franco et al. [11], l'uso di un movimento alternato produrrebbe due vantaggi principali: da una parte,

la minore possibilità di un avvistamento dello strumento, dall'altra il facilitato avanzamento dello stesso all'interno del canale.

Lo scopo di questo studio è stato valutare la resistenza alla fatica degli strumenti in lega Nichel-Titanio (Ni-Ti) tipo FlexMaster (VDW; Dentsply, Germania) e MTwo (Sweden & Martina, Padova, Italia) impiegati con due diversi tipi di movimento: continuo e reciprocante [12]. Secondo l'ipotesi nulla, non esisterebbero differenze significative nell'utilizzo di strumenti in lega Ni-Ti in movimento continuo o reciprocante.

Materiali e metodi

L'analisi della resistenza alla fatica di tutti gli strumenti testati è stata effettuata con un dispositivo creato per l'occasione (mould metallico), costituito da una base di supporto a cui è collegato un sistema di bloccaggio rigido per il manipolo e da un'asta regolabile provvista di vari binari in cui lo strumento viene inserito (fig. 1). Nel nostro studio è stato usato il secondo binario, che costringe il file a una curva standard di 100° con arco di cerchio di 8,5 mm e raggio di 9 mm; lo strumento è stato inserito nel binario facendo coincidere la punta con la fine della curva, in modo che fosse tutto contenuto nel dispositivo senza fuoriuscire; così facendo, la porzione di ogni strumento testato che si viene a trovare nel binario (parte lavorante) è di 13 mm (fig. 2).

Tutti gli strumenti hanno subito lo stesso trattamento e la strumentazione è stata eseguita mediante un motore da endodonzia EndoPocket (ATR, Pistoia, Italia) con contrangolo Sirona VDW 6:1, programmabile in modo da effettuare movimenti in rotazione sia continua sia alternata; per quest'ultimo, l'angolo di rotazione è stato fissato a 140° per la rotazione oraria e a 70° per la rotazione antioraria (parametri usati anche da Yared [10] nel suo studio). La velocità è stata fissata al valore standard di 350 rpm ed è stato impostato il valore di torque massimo erogabile dall'apparecchio.

Lo strumento è stato fatto ruotare fino alla frattura, facilmente evidenziabile in quanto il dispositivo permetteva la visibilità della parte lavorante dello strumento durante il

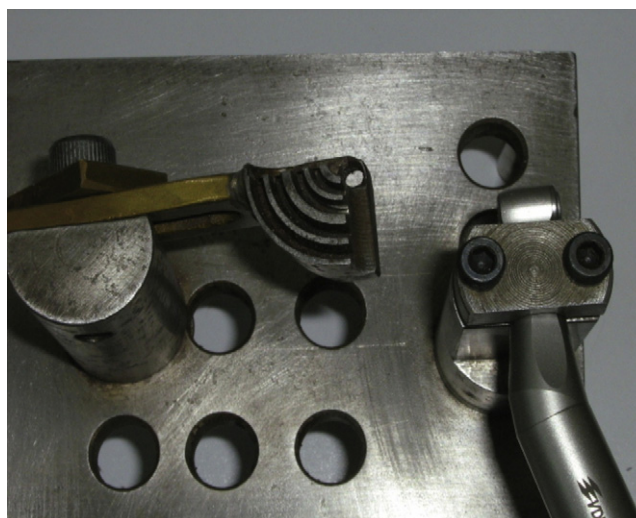


Figura 1 Mould metallico.

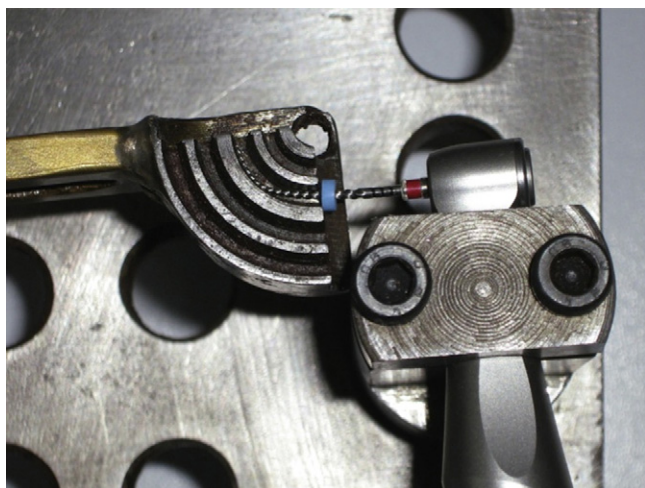


Figura 2 Porzione lavorante di 13 mm dello strumento inserito nel mould metallico.

test. Il tempo necessario per il manifestarsi delle fratture è stato registrato usando un cronometro digitale al 1/100 sec, azionato al momento dell'attivazione della macchina e fermato al momento della comparsa della frattura dello strumento.

Gli strumenti, tutti di lunghezza 25 mm, sono stati suddivisi in quattro gruppi:

- Gruppo 1: 10 strumenti 25.06 FlexMaster (Gruppo 1a), 10 strumenti 25.04 FlexMaster (Gruppo 1b), 10 strumenti 25.02 FlexMaster (Gruppo 1c) utilizzati con un movimento reciprocante.
- Gruppo 2: 10 strumenti 25.06 FlexMaster facendo effettuare allo strumento dapprima un movimento di rotazione continua per il 70% del tempo medio di resistenza (ricavato da un dato già in nostro possesso) e per il restante tempo con un movimento reciprocante.
- Gruppo 3: 10 strumenti 25.06 MTwo in movimento reciprocante.

- Gruppo 4: 10 strumenti 25.06 MTwo in rotazione continua per il 70% del tempo medio di resistenza (dato già in nostro possesso) e per il restante tempo con un movimento reciprocante.

Alcuni dati già in nostro possesso (Gruppo 0), riferiti a valori di resistenza alla fatica ciclica per strumenti impiegati in rotazione continua, sono stati utilizzati per paragonare i dati ottenuti; gli strumenti impiegati erano FlexMaster 25.06 (Gruppo 0a), FlexMaster 25.04 (Gruppo 0b), FlexMaster 25.02 (Gruppo 0c) e MTwo 25.06 (Gruppo 0d) (*tabella 1*).

I risultati ottenuti dallo studio sono stati analizzati statisticamente con il Software SigmaStat 3.5 (free version). L'analisi statistica è stata condotta con il test ANOVA a una via, mentre per il post-hoc è stato adoperato il test di Tukey.

Risultati

La *tabella 2* mostra i valori di resistenza alla fatica ciclica ottenuti, espressi in secondi, per i Gruppi 1 e 3. La *tabella 3* mostra i dati ottenuti per i Gruppi 2 e 4.

L'analisi statistica mostra differenze statisticamente significative tra il Gruppo 4 e il Gruppo 3 e 0d; tra il Gruppo 1c e i Gruppi 1a e 1b, mentre non sono emerse differenze statisticamente significative tra i Gruppi 1a e 1b e tra il Gruppo 2 e i Gruppi 1a e 0a. Inoltre, sono state riscontrate differenze statisticamente significative tra i Gruppi 1a e 0a, 1b e 0b e 1c e 0c.

Discussione

L'ipotesi nulla deve essere rigettata: esistono infatti differenze significative nell'impiego di strumenti rotanti in lega Ni-Ti in rotazione continua o alternata.

Il "test" di fatica ciclica studiano la resistenza alla frattura in vitro determinata dall'accumulo di cicli di tensione/compressione al punto di flessione massima dello strumento. La rilevanza clinica di questi risultati è difficile

Tabella 1 Tempi (in secondi) registrati per gli strumenti valutati in rotazione continua.

Campione	FlexMaster 25.06 (Gruppo 0a)	FlexMaster 25.04 (Gruppo 0b)	FlexMaster 25.02 (Gruppo 0c)	MTwo 25.06 (Gruppo 0d)
1	67	93	219	89
2	47	97	321	60
3	79	76	258	73
4	49	68	359	69
5	76	63	348	93
6	70	70	348	120
7	63	93	390	63
8	68	85	317	79
9	56	99	301	86
10	61	91	417	69
Media	63,3	83,5	327,8	80,1
DS	10,6	13,2	58,9	17,8

Tabella 2 Tempi (in secondi) registrati per i Gruppi 1 e 3 usati in movimento reciprocante.

Campione	FlexMaster 25.06 (Gruppo 1a)	FlexMaster 25.04 (Gruppo 1b)	FlexMaster 25.02 (Gruppo 1c)	MTwo 25.06 (Gruppo 3)
1	183	124	585	121
2	157	133	351	135
3	155	142	602	145
4	197	136	560	131
5	168	99	883	130
6	196	130	389	178
7	122	190	379	124
8	134	168	687	156
9	125	128	612	137
10	183	130	701	146
Media	162	138	574,9	140,3
DS	28,1	24,9	166,3	17,0

da comprendere completamente, perché queste condizioni differiscono molto dalla strumentazione canalare in vivo, nella quale la frattura può avvenire per diversi fattori concomitanti, incluso lo "stress" torsionale. Il test adottato in questo studio prende in considerazione un solo aspetto che riguarda il fallimento dello strumento per fatica ciclica. Dato che gli strumenti in lega Ni-Ti sono a oggi largamente usati, esiste la necessità di standardizzare i test per avere una metodologia uniforme e comparabile [13]. Tuttavia, ciò non è semplice, dato che in 15 anni di utilizzo della lega Ni-Ti sono state proposte in letteratura varie metodologie che prendono in considerazione le varie cause che concorrono alla frattura dello strumento singolarmente, ma non nell'insieme.

Tabella 3 Tempi (in secondi) registrati per i Gruppi 2 e 4 (70% del tempo in movimento continuo seguiti dal restante tempo con movimento reciprocante).

Campione	MTwo 25.06	FlexMaster 25.06
1	107	105
2	154	128
3	132	212
4	118	88
5	100	147
6	98	81
7	83	132
8	99	113
9	85	111
10	94	159
Media	107	127,6
DS	22,1	38,4

Nel Gruppo 1 è emerso che la conicità dello strumento mentre è sottoposto a un movimento di rotazione alternata influenza la sua resistenza alla fatica ciclica, dato già presente per il Gruppo 0, usato nel confronto. Da questa analisi, infatti, risulta che al ridursi della conicità aumenta il tempo di resistenza, con un incremento significativo per gli strumenti di conicità 0.02, che risultano quelli con un'aspettativa di durata maggiore.

È stato osservato, inoltre, che la conicità dello strumento influenza in maniera statisticamente significativa la resistenza alla fatica anche con il movimento in rotazione alternata: il tempo più alto si è registrato infatti per la conicità di 0.02 (Gruppo 1c), quello più basso per la conicità 0.04 (Gruppo 1b). Sono emerse differenze statisticamente significative ($p < 0,05$) tra il Gruppo 1c e i Gruppi 1a e 1b, mentre tali differenze non si sono registrate tra i Gruppi 1a e 1b. Ciò si verifica perché gli strumenti a conicità più bassa (25.02, Gruppo 1c) sono anche i più flessibili e questa caratteristica conferisce loro una maggiore resistenza alla fatica.

Sono state riscontrate differenze statisticamente significative ($p < 0,05$) tra i Gruppi 1a e 0a, 1b e 0b e 1c e 0c: a parità di conicità, quindi, la rotazione alternata determina una maggiore resistenza alla fatica dello strumento rispetto alla semplice rotazione continua; per gli strumenti a conicità 0.06, in rotazione alternata il tempo di rottura è quasi il triplo rispetto a quello registrato per la rotazione continua, per gli 0.04 poco meno del doppio e per gli 0.02 quasi il doppio. Tradotto in termini di tempo, il movimento reciprocante "allunga la vita dello strumento" di circa 100 sec per gli 0.06, di circa 55 sec per gli 0.04 e di ben 247 sec per gli 0.02 (cioè circa 4 minuti).

Si deve sottolineare anche un altro aspetto importante: in rotazione continua, al diminuire della conicità aumenta progressivamente la resistenza alla fatica (abbiamo infatti, in ordine di tempo crescente, gli 0.06, gli 0.04 e gli 0.02); in rotazione alternata, invece, sono gli 0.04 che registrano il tempo minore, ma comunque si è visto che tra questi e gli 0.06 non vi sono differenze statisticamente significative.

Per il Gruppo 2 si è voluta verificare la resistenza alla fatica ciclica degli strumenti 25.06 FlexMaster, sottoponendoli prima a un movimento di rotazione continua, per un tempo pari al 70% del tempo medio di resistenza (dato già in nostro possesso) e poi a un movimento in rotazione alternata, rilevando il totale tempo di rottura. Questo è risultato pari, in media, a 127,6 sec (con una deviazione standard di 38,4); quindi, rispetto al tempo di resistenza con il solo movimento in rotazione continua abbiamo un valore praticamente il doppio. Sono state rilevate differenze statisticamente significative ($p < 0,05$) tra il Gruppo 2 e il Gruppo 0a, deducendo che il movimento reciprocante incrementa la resistenza alla fatica ciclica dello strumento, anche quando segue un movimento di rotazione continua e quindi anche per strumenti già molto affaticati. Sono inoltre emerse differenze statisticamente significative ($p < 0,05$) tra i Gruppi 2 e 1a.

Per il Gruppo 3 abbiamo eseguito lo stesso test condotto sul Gruppo 2; il tempo di rottura è risultato pari, in media, a 107 sec (con una deviazione standard di 22,1); quindi, rispetto al tempo di resistenza con il solo movimento in rotazione continua abbiamo un valore superiore di circa 30 sec. Vi sono infatti differenze statisticamente significative ($p < 0,05$) tra i Gruppi 3 e 0d; pertanto, anche per gli MTwo valgono le conclusioni fatte per il Gruppo 2. I FlexMaster 25.06 hanno prodotto risultati migliori anche per questo tipo di test.

Per il Gruppo 4 abbiamo eseguito lo stesso test effettuato sul Gruppo 2; il tempo di rottura è risultato pari, in media, a 107 sec (con una deviazione standard di 22,1); quindi, rispetto al tempo di resistenza con il solo movimento in rotazione continua abbiamo un valore superiore di circa 30 sec. Vi sono infatti differenze statisticamente significative ($p < 0,05$) tra i Gruppi 4 e 0d e tra i Gruppi 4 e 3; pertanto, anche per gli MTwo valgono le conclusioni fatte per il Gruppo 2. I FlexMaster 25.06 hanno prodotto risultati migliori anche per questo tipo di test.

I nostri riscontri sono in accordo con altri della letteratura; come confermato da De-Deus [14], a parità di conicità il movimento di rotazione alternata conferisce allo strumento una maggiore resistenza alla fatica ciclica e quindi determina un incremento della sua vita media.

Conclusioni

Entro i limiti di questo studio in vitro è possibile trarre le seguenti conclusioni:

1. Strumenti con conicità minori hanno una maggiore resistenza alla fatica ciclica rispetto a strumenti con conicità maggiori.
2. Facendo seguire al movimento di rotazione continua quello di rotazione alternata si ha un incremento della vita media dello strumento.
3. La rotazione alternata allunga la vita dello strumento.
4. Strumenti con disegno strutturale diverso, a parità di conicità, mostrano resistenze diverse alla frattura.

Rilevanza clinica: L'uso della rotazione alternata potrebbe portare a un minor rischio di frattura dello strumento.

Conflitto di interesse


Gli autori dichiarano di non aver nessun conflitto di interessi.

Finanziamenti allo studio

Gli autori dichiarano di non aver ricevuto finanziamenti istituzionali per il presente studio.

Bibliografia

1. Serene TP, Adams JD, Saxema A. Nickel-Titanium instruments – applications in endodontics. St. Louis: Ishiyaku Euro-America Inc; 1995. p. 35–46.
2. Sattapan B, Palmara J, Messer H. Torque during canal instrumentation using rotary nickel-titanium files. *J Endod* 2000;26:156–60.
3. Haikel Y, Serfaty R, Wilson P, Speisser JM, Allemann C. Cutting efficiency of nickel-titanium endodontic instruments and the effect of sodium hypochlorite treatment. *J Endod* 1998;24:736–9.
4. Kuhn G, Tavernier B, Jordan L. Influence of structure on nickel-titanium endodontic instruments failure. *J Endod* 2001;27:516–20.
5. Fife D, Gambarini G, Britto LR. Cyclic fatigue testing of ProTaper NiTi rotary instruments after clinical use. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2004;97:251–6.
6. Haikel Y, Serfaty R, Bateman G, Senger B, Allemann C. Dynamic ad cyclic fatigue of engine-driven rotary Nickel-Titanium endodontic instruments. *J Endod* 1999;25:434–40.
7. Chaves Craveiro De Melo M, Guiomar De Azevedo Bahia M, Lopez Bueno VT. Fatigue resistance of engine-driven rotary nickel-titanium endodontic instruments. *J Endod* 2002;28:765–9.
8. Martin B, Zelada G, Varela P, Bahillo JG, Magan F, Ahn S, et al. Factors influencing the fracture of nickel-titanium rotary instruments. *Int Endod J* 2003;36:262–6.
9. Malentacca A, Lalli F. Rotazione alternate nell'uso degli strumenti in nichel-titanio. *G It Endod* 2002;16(2):79–84.
10. Yared G. Canal preparation using only one Ni-Ti rotary instrument: preliminary observations. *Int Endod J* 2008;41(4):339–44.
11. Franco V, Fabiani C, Taschieri S, Malentacca A, Bortolin M, Del Fabbro M. Investigation on the shaping ability of nickel-titanium files when used with a reciprocating motion. *J Endod* 2011;37(10):1398–401.
12. Varela-Patiño P, Ibañez-Párraga A, Rivas-Mundiña B, Cantatore G, Otero XL, Martin-Biedma B. Alternating versus continuous rotation: a comparative study of the effect on instrument life. *J Endod* 2010;36(1):157–9.
13. Plotino G. A review of cyclic fatigue testing of Nickel-Titanium rotary instruments. *J Endod* 2009;35(11):1469–76.
14. De-Deus G, Moreira EJ, Lopes HP, Elias CN. Extended cyclic fatigue life of F2 ProTaper instruments used in reciprocating movement. *Int Endod J* 2010;43(12):1063–8.

 [Download PDF](#)

Se

Articolo originale

Resistenza alla fatica ciclica di strumenti in lega Nichel-Titanio

Cyclic fatigue resistance of Nickel- Titanium instruments

Giovanni Franciosi, Linda Fulceri, Gerardo Cafaro, Raffaele Paragliola, Vittorio Franco, Cristiano Fabiani, Simone Grandini  

[Show more](#) 

[+](#) [Add to Mendeley](#) [🔗 Share](#) [🗉 Cite](#)

<https://doi.org/10.1016/j.j.gien.2012.04.001>

[Get rights and content](#)

Under a Creative Commons [license](#)

[open access](#)

