

Pietro Ausiello
Marianna Trinchillo
Sandro Rengo

Università degli Studi di Napoli "Federico II"
Facoltà di Medicina e Chirurgia
Cattedra di Odontoiatria Conservatrice
Titolare: Prof. Sandro Rengo

Corrispondenza:
Dott. Pietro Ausiello
Via Orazio, 27/d
80122 Napoli
Tel.: 0817775183
E-mail: pietausi@unina.it

Efficacia degli ultrasuoni nella pulitura superficiale degli strumenti endodontici

Effectiveness of ultrasound in the surface cleaning of endodontic instruments

RIASSUNTO

L'intento del nostro lavoro è stato quello di valutare attraverso la microscopia elettronica a scansione la presenza di detriti di lavorazione, su strumenti nuovi in nichel-titanio ed acciaio, e l'efficacia del trattamento ultrasonico nella rimozione degli stessi. Sono stati, quindi, utilizzati novanta strumenti endodontici nuovi, 30 K3 in Ni-Ti, 30 M_{two} in Ni-Ti e 30 K-File in acciaio, divisi in tre gruppi. Metà dei campioni di ogni gruppo è stata osservata così come prelevata dalla confezione (Procedura A). Nella maggior parte dei campioni è stata rilevata la presenza, in diversa misura, di detriti di varia natura, materiale aderente e scanalature profonde sulle superfici degli strumenti. La seconda metà dei campioni di ogni gruppo ha subito il trattamento ad ultrasuoni (Procedura B).

In quest'ultimo caso, gli strumenti apparivano completamente puliti da residui. L'analisi statistica ha evidenziato una differenza significativa nei campioni dei tre gruppi. Per quanto concerne l'efficacia del trattamento ad ultrasuoni, essa statisticamente è stata significativa per gli strumenti K3.

Quest'ultimo dunque potrebbe rappresentare, secondo i risultati preliminari di questo studio, una metodica efficace, rapida, semplice ed a basso costo da eseguirsi in ogni caso prima dell'utilizzo clinico degli strumenti, per l'eliminazione di quanto presente sulle superfici degli strumenti.

Parole chiave:

Nichel-Titanio, strumenti endodontici, ultrasuoni.

ABSTRACT

The aim of our study was to evaluate by SEM the presence of manufacturing residues, on

new Ni-Ti and stainless steel instruments and the efficiency of ultrasonic bath in their removing. Ninety endodontic instruments were selected: 30 Ni-Ti K3, 30 Ni-Ti M_{two} and 30 stainless steel K-Files, divided in 3 groups. One half of each group was observed by SEM as taken from their original package (Procedure A); the second half was submitted to an ultrasonic cleaning procedure then analysed by SEM (Procedure B). In most of the samples of Procedure A it was observed the presence of hybrid debris, adherent material and deep milling marks.

After the cleaning ultrasonic procedure (Procedure B) all the instruments appeared debris-free. The results were significantly different among the samples of the two Procedures considered. As regard to the cleaning procedure, only for K3 Ni-Ti instruments we found a significant difference before and after the ultrasonic bath.

According to these results the ultrasonic bath could represent an efficient, easy, speed and economic procedure to be carried out before clinical use of endodontic instruments in order to remove hybrid residues.

Key words :

Nickel-Titanium, endodontic instruments, ultrasound.

INTRODUZIONE

È stato più volte sottolineato come gli strumenti endodontici in nichel-titanio, comparati con quelli in acciaio, presentino numerosi vantaggi, come una maggior flessibilità, una migliore resistenza alla deformazione plastica ed alla frattura per torsione, caratteristiche queste legate al comportamento fisico della lega stessa (1). Le proprietà della lega impongono però una differente lavorazione per ottenere strumenti aventi un disegno specifico delle spire con un dato calibro e conicità. La superelasticità degli strumenti stessi, infatti,

rende necessario un trattamento di molaggio del filo pretensionato in Ni-Ti, in luogo della procedura tradizionale di torsione a freddo con cui, invece, sono prodotti gli strumenti in acciaio (1). Tale metodica di produzione rende ragione della maggiore quantità di detriti di lavorazione, osservata al SEM, sia tra le lame che in punta negli strumenti endodontici in Ni-Ti nuovi, immediatamente dopo l'apertura della placchetta o del blister di confezionamento (2). Questi residui possono distaccarsi durante la preparazione meccanica del canale, rimanendo all'interno del sistema endodontico o essere trasportati nei tessuti periapicali, dove potrebbero agire come potenziali irritanti (3, 4).

L'obiettivo del nostro studio è di valutare su due tipologie di strumenti endodontici rotanti in Ni-Ti di ultima generazione e su di una in acciaio, se sono presenti prima dell'utilizzo clinico residui sulla superficie dello strumento, e poi di verificare l'efficacia degli ultrasuoni nella rimozione di tali scorie dalla superficie.

MATERIALI E METODI

Sono stati analizzati novanta strumenti:

- **Gruppo 1:** 30 M_{two} (Sweden-Martina, Due Carrare, Padova, Italia);
- **Gruppo 2:** 30 K3 (Kerr, Glendora, CA, USA);
- **Gruppo 3:** 30 K-Files in acciaio (Maillefer-Dentsply, Ballaigues, Svizzera).

Tutti gli strumenti sono stati prelevati dal blister di confezionamento originale (sterile nel gruppo 1) mediante pinzetta sterile, avendo cura che essa non toccasse in alcun modo le spire della parte lavorante.

Sulla base di precedenti studi (2), dai quali è risultato che nessuna differenza statisticamente significativa nel grado di pulitura esi-

ste tra strumenti trattati in bagno ad ultrasuoni con e senza detergente, è stato elaborato il seguente protocollo.

Ciascun gruppo di strumenti è stato diviso in due metà per essere sottoposto a due diverse procedure di valutazione:

Procedura A - è consistita nell'osservazione diretta al SEM di tutti gli strumenti (15 per ogni gruppo) così come prelevati dalle confezioni commerciali;

Procedura B - è consistita nell'osservazione al SEM dei rimanenti strumenti di ciascun gruppo (15 per ogni gruppo) dopo lavaggio con ultrasuoni in acqua demineralizzata per 15 minuti ad una frequenza di 60 kHz (LR, Solid State Ultrasonic T14B, USA).

Tutti i campioni sono stati posizionati su *stubs* in alluminio ed osservati alla microscopia a scansione, dopo la seguente e specifica processazione. I campioni, secondo la procedura per i "non biologici", sono stati fissati direttamente su *stubs* di alluminio con apposito collante cianidrico (date le dimensioni) ed è stata loro assicurata la conducibilità con modica quantità di grafite colloidale. La zona di interesse, di materiale metallico, non ha richiesto il processo di "coating" con carbone (C) ed oro (Au). L'osservazione è stata effettuata con microscopio elettronico a scansione CAMBRIDGE 250 Mark 3, impiegando una tensione di 20 kv. Le micrografie elettroniche a mezzo scanner sono state trasferite su CD in files in formato TIFF. La superficie degli strumenti da analizzare è stata contrassegnata sullo *stub* in alluminio in modo tale da poter effettuare una analisi visiva comparativa della stessa regione dei vari strumenti.

Durante l'osservazione dei campioni sono stati scelti gli ingrandimenti di 50x nella valutazione del tratto di strumento lavorante corrispondente ai 2 mm apicali, e di 150x nel valutarne alcuni tratti delle spire e la punta.

Nei campioni sottoposti a Procedura A, si è valutata la presenza di detriti di lavorazione, risultanti dalla processazione industriale necessaria alla fabbricazione degli strumenti stessi. In linea con quanto già realizzato da altri Autori e pubblicato in letteratura, la presenza di tali residui è stata valutata mediante un punteggio (2), assegnato ad ogni file dopo l'osservazione, variabile da 0 a 3 tale che:

- 0 = nessun residuo presente;
- 1 = minima quantità di residui;
- 2 = cospicua quantità di residui;
- 3 = abbondante quantità di residui.

Tali punteggi sono stati assegnati da tre esaminatori. Tre punteggi uguali o lo stesso punteggio assegnato da due esaminatori è stato considerato come il definitivo (2).

L'osservazione dei campioni sottoposti a Procedura B è stata finalizzata, invece, alla valutazione degli effetti pulenti del trattamento ad ultrasuoni.

La valutazione statistica ($P < 0.05$) è stata fatta analizzando i dati prendendo in esame i 6 gruppi ed il parametro "residuo detriti" valutati con test non parametrico su dati multipli (tipo Kruskal Wallis). Inoltre, è stato eseguito un test parametrico (tipo Mann e Whitney) fra i valori delle colonne di ogni singolo gruppo prima e dopo la procedura ultrasonica.

RISULTATI

Dall'osservazione delle immagini dei campioni sottoposti a Procedura A si è notato come su ogni strumento dei diversi gruppi, prima del trattamento pulente con ultrasuoni, siano presenti in diversa quantità detriti di vario tipo e morfologia, sia in corrispondenza della punta che tra le spire. I punteggi attribuiti sono riportati nella Tabella 1.

L'analisi degli strumenti endodontici trattati con Procedura B, cioè con trattamento pulente ad ultrasuoni, è illustrata in Tabella 2.

Campione	Gruppo 1 M _{two}	Gruppo 2 K3	Gruppo 3 K-File
1	1	1	0
2	0	2	1
3	1	1	0
4	0	3	1
5	1	3	1
6	0	1	0
7	1	2	1
8	0	1	0
9	1	3	1
10	1	3	1
11	0	1	0
12	0	1	0
13	1	1	1
14	0	3	1
15	1	2	0
Media	0.53 (SD 0.52)	2.07 (SD 0.96)	0.40 (SD 0.51)

Tab. 1 - Punteggi assegnati ai campioni trattati con Procedura A.

Campione	Gruppo 1 M _{two}	Gruppo 2 K3	Gruppo 3 K-File
1	0	0	1
2	0	0	1
3	0	1	0
4	1	0	0
5	0	0	0
6	1	1	0
7	0	1	1
8	0	0	0
9	1	0	0
10	0	0	0
11	0	1	1
12	0	1	0
13	1	0	0
14	0	0	0
15	0	1	0
Media	0.40 (SD 0.41)	0.47 (SD 0.52)	0.20 (SD 0.51)

Tab. 2 - Punteggi assegnati ai campioni trattati con Procedura B.

Appare evidente dai dati riportati che tale procedura ha avuto un ottimo effetto di allontanamento della maggior parte di residui dalla superficie di tutti gli strumenti.

Solo per gli strumenti K3 è stata riscontrata una differenza statisticamente significativa tra i campioni prima e dopo trattamento con ultrasuoni. Ovviamente questi sono dati non parametrici ma sono gli unici statisticamente corretti.

Facendo l'analisi fra i tre gruppi presi prima del trattamento (Procedura A), la differenza è statisticamente significativa, mentre fra gli stessi gruppi presi dopo il trattamento (Procedura B) non si osserva nessuna differenza statisticamente significativa. In altre parole, dopo il trattamento non si ha differenza fra gli strumenti K3, gli M_{two} ed i K-File in acciaio. Dall'analisi delle immagini appare evidente come negli strumenti in acciaio analizzati in questo studio (gruppo 3), i residui di lavorazione (torsione a freddo) siano presenti in quantità di gran lunga inferiore e con una localizzazione differente rispetto agli strumenti in Ni-Ti (Figg. 1 e 2). Infatti, i detriti appaiono uniformemente presenti lungo la parte lavorante dello strumento, sia tra le spire che sullo spigolo delle lame.

Tali dati confermano quanto già evidenziato da altri Autori (2, 5), i quali analizzando e confrontando diverse tipologie di strumenti endodontici tradizionali in acciaio e più recenti strumenti in nichel-titanio, avevano evidenziato la necessità di sottoporre

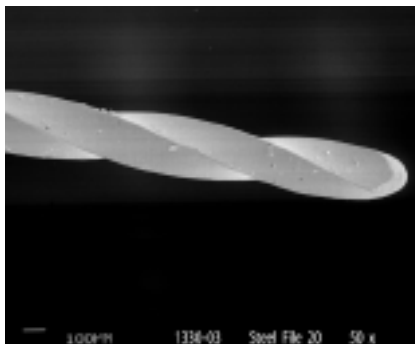


Fig. 1 - Immagine tipo (SEM x50) della parte terminale lavorante di un file in acciaio. Si osservano pochi detriti distribuiti uniformemente.

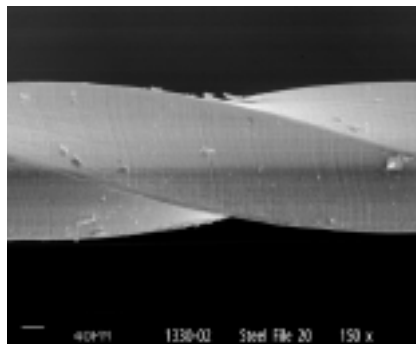


Fig. 2 - Immagine (SEM x150) a più forte ingrandimento di un file in acciaio, dove si evidenzia la natura corpuscolata dei residui.

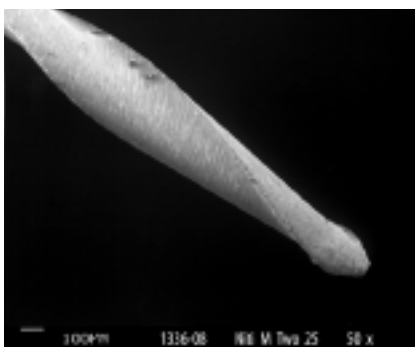


Fig. 3 - Immagine tipo (SEM x50) della parte terminale lavorante di uno strumento Ni-Ti M_{two} dove si osservano pochissimi detriti.

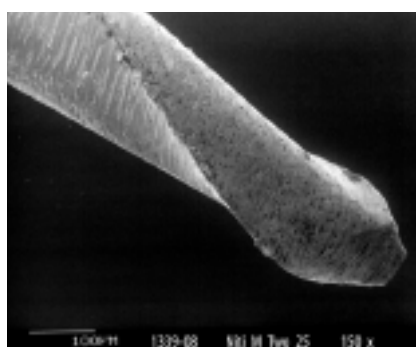


Fig. 4 - Immagine (SEM x150) a più forte ingrandimento di un M_{two} dove si osservano le scanalature caratteristiche degli strumenti al Ni-Ti provocate dalla micro-fresatura di lavorazione.

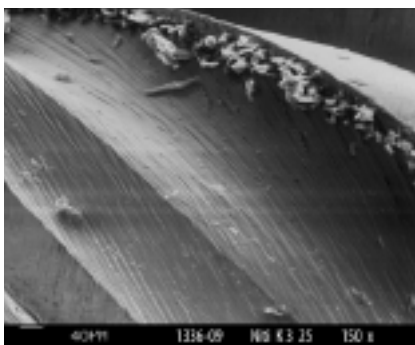


Fig. 5 - Immagine (SEM x150) della parte lavorante di uno strumento Ni-Ti K3 in cui si osservano dettagliatamente i residui di lavorazione.

ad un trattamento detergente tutti gli strumenti prima del loro uso clinico.

In base ai risultati del nostro studio, che ha analizzato gli strumenti così come presenta-

ti nelle confezioni commerciali, negli strumenti M_{two} (Figg. 3 e 4) i detriti sono presenti in minore quantità rispetto agli strumenti K3, nei quali, tra l'altro, essi appaiono di solito massivamente annidati all'interno degli avvolgimenti delle spire (Fig. 5). Negli M_{two} , invece, i detriti sono distribuiti più sporadicamente sia tra le spire che in punta. Inoltre, è stato possibile notare come una certa quantità di materiale tenda a depositarsi sullo spigolo delle lame. Queste ultime, che rappresentano una peculiarità dello strumento M_{two} , appaiono disposte quasi verticalmente rispetto all'asse dello strumento. All'esame più attento delle immagini (Figg. 3 e 4), tali particolari sembrerebbero riconducibili piuttosto a delle disomogeneità superficiali delle lame, anziché a dei depositi veri e propri di detriti metallici.

L'aspetto morfologico dei detriti evidenziati in questo studio è in linea con quanto riferito da Tanomaru (2). Anche in questo la-

voro, prima del trattamento chimico-detergente degli strumenti endodontici, i detriti avevano una struttura corpuscolata, grossolana, di natura ibrida. La nostra impressione è che, oltre alla truciolatura di Ni-Ti, siano verosimilmente presenti anche prodotti secondari di lavorazione della lega metallica, da ascrivere alla microfresatura, agli oli di raffreddamento ed altro. Tale affermazione è tra l'altro supportata da recentissimi studi (6) in cui sono state analizzate in EDS (X-ray energy-dispersive spectroscopy) le superfici di strumenti endodontici nuovi in Ni-Ti, prima e dopo sterilizzazione, sia in autoclave che a secco. L'analisi chimica dei residui trovati tra le spire dei ProFile ha mostrato un contenuto prevalente in carbonio e zolfo, con tracce di ossigeno, calcio, sodio ed alluminio. Tali dati, ottenuti però dopo un preventivo bagno pulente con ultrasuoni, danno un contributo parziale a comprendere l'origine di tali residui, che si può ipotizzare in questo studio non essere in relazione esclusivamente alle procedure industriali di fabbricazione. Essi, infatti, sono da attribuirsi alla ossidazione e decomposizione degli oli lubrificanti ed agenti di raffreddamento a base di zolfo. In alcuni casi, poi, sono presenti delle zone che potremmo definire di materiali resi aderenti dagli effetti di surriscaldamento durante il processo di taglio degli strumenti in Ni-Ti. Come descritto da vari autori (1, 6), infatti, il controllo della velocità di taglio e il raffreddamento attraverso oli di lubrificazione non sempre sono garantiti e ciò può dare luogo a decomposizione ed ossidazione di queste sostanze sulfuree.

Confrontando le sezioni dei due tipi di strumenti, M_{two} e K3, riteniamo che il disegno della parte lavorante abbia, probabilmente, un ruolo fondamentale nel determinare la diversa distribuzione e localizzazione dei detriti.

Nei K3, infatti, si può notare come l'ampia sezione radiale di supporto alla lama contribuisca a darle un orientamento tale da creare una sorta di "zona protetta" che potrebbe spiegare il maggiore accumulo dei detriti in fase di lavorazione.

Negli M_{two} , invece, si osservano ampi canali di scarico, dove i detriti sono uniformemente anche se scarsamente distribuiti. La presenza di lame di taglio disposte verticalmente rispetto all'asse dello strumento, con minimo contatto radiale e coste ben affilate, potrebbe favorire una preferenziale deposizione dei trucioli in questa sede, pur se in quantità minore rispetto ai K3.

Osservando alcune immagini dei campioni dei gruppi 1, 2 e 3 dopo la Procedura B, in



Fig. 6 - Immagine tipo (SEM x50) della parte terminale lavorante di uno strumento in acciaio, file, trattato con ultrasuoni in bagno d'acqua demineralizzata per 15 minuti in cui si osserva come la esigua quantità di residui presenti prima del trattamento appaia del tutto eliminata.

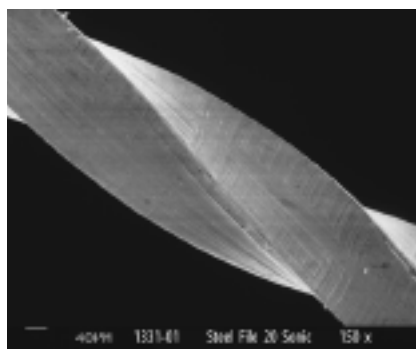


Fig. 7 - Immagine (SEM x150) a più forte ingrandimento della foto precedente. Sono assenti detriti e solcature di ogni tipo.

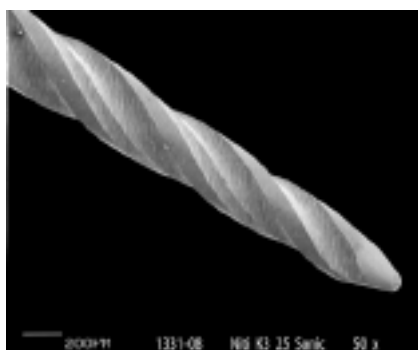


Fig. 8 - Immagine tipo (SEM x50) della parte terminale lavorante di uno strumento in Ni-Ti, K3, trattato con ultrasuoni in bagno d'acqua demineralizzata per 15 minuti in cui si osserva il risultato ottimale e nessun residuo permane dopo il trattamento.

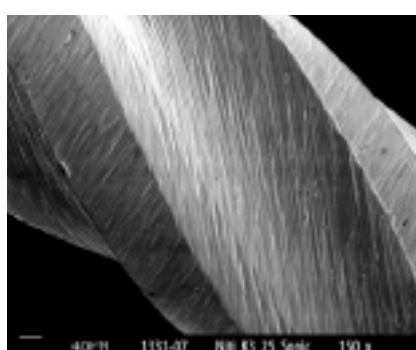


Fig. 9 - Immagine (SEM x150) a più forte ingrandimento della foto precedente in cui è possibile osservare quanto precedentemente affermato. La superficie di taglio anche qui appare solcata da scanalature conseguenti alla micro-fresatura di lavorazione.



Fig. 10 - Immagine tipo (SEM x50) della parte terminale lavorante di uno strumento in Ni-Ti M_{two} trattato con ultrasuoni in bagno d'acqua demineralizzata per 15 minuti.

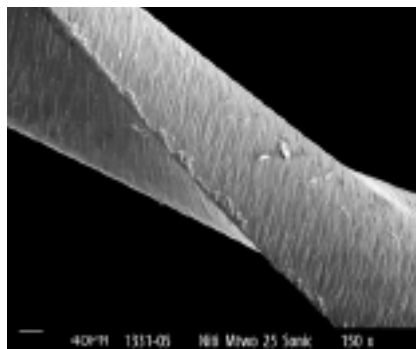


Fig. 11 - Immagine (SEM x150) a più forte ingrandimento della foto precedente. Si evidenziano delle disomogeneità di superficie, riferibili ad un difetto strutturale dello strumento visionato, non eliminabili con la pulitura ultrasonica.

cui si è utilizzato un trattamento ad ultrasuoni in bagno di acqua demineralizzata per 15 minuti, nei campioni in acciaio (gruppo 3) la già scarsa quantità di residui appare quasi del tutto eliminata (Figg. 6 e 7). Nei K3 il risultato è decisamente ottimale; quasi nessun residuo permane dopo il trattamento (Figg. 8 e 9). Negli M_{two} non si osservano grosse differenze rispetto ai campioni dello stesso gruppo non trattati con ultrasuoni, al pari del gruppo 3. I campioni appaiono puliti (Figg. 10 e 11). Le disomogeneità di superficie, a cui abbiamo accennato in precedenza, sono ancora visibili; ciò conferma la nostra ipotesi che non siano da correlarsi a detriti di lavorazione, quindi eliminabili con un'efficace pulitura ultrasonica, bensì a delle irregolarità che si sono evidenziate nella campionatura di strumenti analizzata.

Tutti i dati rilevati dal nostro studio trovano conferma nei precedenti studi di Tanomaru e coll. (2, 4). In particolare, da tale Autore sono stati comparati ed analizzati quattro diverse tipologie di strumenti: 10 Quantec LX (Analytic Technology, Glendora, CA, USA), strumenti rotanti in Ni-Ti, 10 Nitiflex (Maillefer-Dentsply, Ballaigues, Svizzera), anch'essi in Ni-Ti ma manuali, 10 Moyco Union Broach (Missoula, MT, USA) e 10 K-Files Maillefer-Dentsply, tradizionali files in acciaio. Analogamente alle nostre rilevazioni, anche l'osservazione al SEM di questi strumenti, subito dopo l'apertura dei rispettivi blister di confezionamento, aveva evidenziato la presenza di residui metallici tra le spire degli strumenti, in particolare ed in maggior percentuale in quelli in nichel-titanio. Altro dato rilevante in tale studio è stato che il trattamento in ultrasuoni, se effettuato in acqua distillata oppure in una soluzione composta da detergente ed acqua distillata in rapporto di 10:1, non determinava un diverso effetto pulente, in termini statistici. Ciò conferma che l'azione di detersione è legata solo ed esclusivamente alle proprietà fisiche proprie degli ultrasuoni (2, 8): onde acustiche e cavitazione. Entrambi i fenomeni sono responsabili della rimozione dei residui di lavorazione, metallici e non, dalle spire degli strumenti (8).

L'azione pulente nei confronti degli strumenti è attuata, pertanto, dai soli fenomeni descritti, che provocano la disgregazione e il distacco dalla superficie metallica delle particelle depostevi (9). Quanto non viene rimosso dalle superfici lavoranti si può ipotizzare essere di natura differente, quindi legato alla struttura dello strumento stesso.

CONCLUSIONI

Dai risultati del nostro studio si può concludere che la pulitura ultrasonica degli strumenti endodontici nuovi rappresenta una metodica semplice, rapida, efficace ed a bassissimo costo per eliminare detriti metallici e non, conseguenti alla lavora-

zione industriale, da tutti i tipi di strumenti, in particolare da quelli in nichel-titanio. Tale metodica risulta ancor più indicata laddove il disegno dello strumento sia caratterizzato da spire ravvicinate che, come si è visto, risultano particolarmente ritentive nei riguardi dei detriti. Dopo il bagno ad ultrasuoni la sterilità degli strumenti, caratteristica di alcuni sistemi di confezionamento oggi in commercio, vie-

ne persa, essendo esso solo una tecnica di pulitura. Ne deriva la necessità di sottoporre gli strumenti ad un ciclo in autoclave, prima dell'uso clinico, senza peraltro temere di danneggiare in alcun modo le capacità di taglio degli strumenti in Ni-Ti o in acciaio (10).

Si ringraziano per il supporto all'analisi statistica dei dati il Prof. C. Prati e il Dott. F. Foschi dell'Università di Bologna.

BIBLIOGRAFIA

1. Thompon SA. An overview of nickel-titanium alloys in dentistry. *Int Endod J* 2000; 33(4): 297-310.
2. Tanomaru Filho M. et coll. The use of ultrasound for cleaning the surface of stainless-steel and nickel-titanium endodontic instruments. *Int Endod J* 2001; 34: 581-585.
3. Seltzer S. Endodontology. Biologic considerations in Endodontic procedures. 2nd edn. Philadelphia, USA: Lea & Febiger.
4. Serene TP, Adams JD, Saxena A. Nickel-titanium instruments: application in endodontics. St. Louis: Ishiyaku EuroAmerica, Inc., 1995.
5. Tanomaru Filho M, Dametto FR, Bonifacio KC. Análise em microscopia de varredura de limas endodônticas de NiTi acinadas a motor. 1999; 20^o Jornada Odontológica de Ribeirão Preto.
6. Martins RC, Bahia MGA, Buono VTL. Surface analysis of ProFile instruments by scanning electron microscopy and X-ray energy-dispersive spectroscopy: a preliminary study. *Int Endod J* 2002; 35: 848.
7. Marending M, Lutz F, Barbakow F. Scanning electron microscope appearances of Lightspeed instruments used clinically: a pilot study. *Int Endod J* 1998; 31: 57-62.
8. Castellucci A. Endodoncia 1996 Ed. Martina, Bologna.
9. Walton RE, Murgel CAF, Rittman B. A comparison of techniques for cleaning endodontic files after usage: a quantitative scanning electron microscopic study. *J Endod* 1990;16: 214-7.
10. Rapisarda E, Bonaccorso A, Tripi TR, Guido G. Effect of sterilization on the cutting efficiency of rotary nickel-titanium endodontics files. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1999 Sep; 88(3): 343-7.