

Vito Antonio Malagnino
 Francesco Maggiore
 Paola Passariello

Università degli Studi di Roma "La Sapienza"
 Istituto di Clinica Odontoiatrica
 Direttore: Prof. Giovanni Dolci
 Cattedra di Odontoiatria Conservatrice
 Titolare: Prof. Guido Goracci

Corrispondenza:
 Dr. Vito Antonio Malagnino
 00161 Roma - Viale Ippocrate, 97
 Tel. 06/4957770 - Fax 06/4457464

La preparazione dei canali radicolari curvi con i Mac Files: verifica del mantenimento della traiettoria canalare originaria

Preparation of curved root canals using Mac Files:
 determining whether the original path can be maintained

RIASSUNTO

Durante la preparazione endodontica dei canali radicolari curvi, i convenzionali strumenti in acciaio possono causare inconvenienti tali da compromettere il risultato della terapia. Ciò è dovuto alla forza di reazione elastica che si manifesta quando gli strumenti si flettono per lavorare in un canale curvo. La realizzazione di strumenti in lega nichel-titanio potrebbe rappresentare una soluzione a tale problema grazie alla loro superelasticità. I Mac Files sono strumenti manuali in lega nichel-titanio ritenuti in grado di adattarsi alle più complesse anatomie canalari. Nel presente studio abbiamo voluto valutare, utilizzando un metodo radiografico-computerizzato, se la preparazione dei canali curvi con i Mac Files comporti un trasporto del canale e dell'apice ed eventualmente quantificarlo.

Parole chiave: Preparazione dei canali radicolari. Strumenti endodontici. Nichel-titanio.

ABSTRACT

Introduction

The purpose of endodontic preparation is to cleanse, disinfect and shape the root canal while respecting its original morphology; there should be no modifications to the canal's path, its shape or the position of its apex (1, 2). This is easily done if the canal is straight or only slightly curved, whereas it becomes extremely difficult when the root canal is greatly curved because of the risk of the formation of ledges, false paths, perforations and/or modifications to the position and shape of the apex (1, 3). These are often a consequence of stainless steel endodontic instruments that, because of their flexibility, cut unevenly on the dentinal walls of curved root canals (4).

Satisfactory root canal preparation can be obtained using nickel-titanium instruments that cut evenly without straightening the path or modifying the apical anatomy (5). In

fact, this alloy has a particular mechanical property known as "superelasticity" (6-10). We conducted a study to verify the effectiveness of the new nichel-titanium instruments, the Mac Files (NT Co.), to see whether they worked evenly inside the canal without changing its path, and if not, to determine to what degree.

Materials and Methods

We used 13 root canals that curved in a single direction for our experiment. In a preliminary phase, using x-rays we identified the plane on which the curve lay by using a device that holds the radiogenic tube and radiographic film still while it rotates the tooth on its vertical axis (Fig. 1, 2). This plane was then set perpendicular to the incident ray (Fig. 3a, 3b). This way the canal path and its radiographic projection coincide and it is possible to accurately measure any modification of the canal position.

Root canal preparation was done using only Mac Files and according to the continuous rotation technique (11). Preparation was done up to the number 40 file to the working depth, which coincided with the anatomical apex.

Following preparation, x-rays were taken with instruments number 10, 25 and 40, repositioning the tooth every time as described above (Fig. 4, 5 and 6).

In order to assess any alterations to the root canal path, using our computer, we first identified the median axis of instruments 10, 25 and 40 inside the prepared canals. The results were then superimposed using an appropriate Cartesian system of reference. We studied the superimposed images of Mac Files # 25 and 40, rather than that of file number 10, as its image was considered to coincide with the original path of the canal (Fig. 7-19).

Results

Following criteria used by previous authors (12, 17), and using file #10 as a reference, we established that any change in the axis of the prep instrument was acceptable if it did not exceed 0.075 mm for file #25 and 0.150 for file #40 (Fig. 20).

From a first observation of our results (Tab. 1), we found that any change of axis

was less than the maximum allowed for instruments up to number 25 (Table 2, 3). Preparation up to instrument #40 was successful in 77% of cases. A comparison of the results obtained regarding the bending radius and the degree of curvature for each single root canal (Fig. 21) showed that the three canals instrumented with file #40, with values exceeding the maximum, had the lowest bending radius values. This can lead one to hypothesize that the risk of moving the apice depends more on the very small dimensions of the bending radius than on the tighter angle of curvature.

Analysis of the results

The results of our experiment were compared to similar experiments reported in the literature, where similar methods were used for other root canal preparation techniques (12-19). In some of the studies considered (12-17), the curved canals were examined using a double bucco-oral/mesio-distal projection, and therefore, not on the plane of maximum curvature. This makes a comparison between the two samples quite difficult because it is not possible to make them homogeneous regarding the degree of curvature. Another reason a comparison with similar experiments is difficult is that there are differences in the number of the last file used for preparation and in the working depths. Keeping in mind these factors, it is acknowledgeable that the results of our experiment are better than those obtained using other techniques.

Conclusions

Our study shows that in every case canal preparation was completed without ever having the formation of plugs, ledges or a loss of working depth; and that there was never a change in the original canal path using this technique up to instruments #25. Whenever preparation was done up to instrument #40, the canal path was not significantly altered in 77% of cases. We also noticed that the degree of modification of the canal path does not depend only on the angle of curvature, but most likely on the bending radius.

Key words: Root canal preparation. Endodontic instruments. Nichel-titanium.

Malagnino VA, Maggiore F, Passariello P. La preparazione dei canali radicolari curvi con i Mac Files: verifica del mantenimento della traiettoria canalare originaria. *G It Endo* 1996; 4: 174-81

INTRODUZIONE

Obiettivo della preparazione endodontica è ottenere la detersione, la disinfezione e la sagomatura del canale rispettandone la morfologia iniziale, senza determinare modificazioni della sua traiettoria né della forma e posizione del forame apicale (1, 2). Tutto questo può essere realizzato facilmente nel caso di canali dritti o con curve lievi, mentre diventa più difficile in caso di curvature di maggiore entità. Durante la strumentazione di canali curvi, infatti, si possono verificare degli errori tali da complicare notevolmente la prosecuzione del trattamento o da comprometterne definitivamente l'esito: formazione di gradini, false strade, perforazioni o modificazioni della posizione e della forma dell'apice, che da una morfologia sostanzialmente rotonda assume una conformazione ellittica, con grave compromissione della possibilità di realizzare un sigillo apicale (1, 3). Questi inconvenienti sono una conseguenza del fatto che gli strumenti endodontici tradizionali, in presenza di una curvatura, non lavorano in modo uniforme lungo tutta la traiettoria del canale, ma svolgono un'azione di taglio preferenziale su alcune zone della parete dentinale. Ciò è da mettere in relazione con le proprietà meccaniche degli acciai con cui sono realizzati questi strumenti ed in particolare con la forza di reazione elastica, che si manifesta quando gli strumenti si flettono per lavorare in un canale curvo (4). Questa forza fa lavorare gli strumenti in acciaio preferenzialmente sulla parete esterna della curva nel terzo apicale e nel terzo coronale e su quella interna nel terzo medio, determinando alterazioni della traiettoria del canale.

Le leghe in nichel-titanio potrebbero rappresentare una soluzione a questo problema, in quanto dovrebbero consentire di realizzare strumenti di preparazione endodontica capaci di lavorare in maniera equilibrata sulla parete canalare, senza causare rettificazioni della traiettoria o modificazioni dell'anatomia apicale (5). Queste leghe infatti sono dotate di un comportamento meccanico molto particolare, che deve essere mes-

so in relazione con la loro struttura cristallografica e che viene indicato come superelasticità o pseudoelasticità (6-10). Questa proprietà comporta la sostanziale riduzione della forza di reazione elastica che, come detto in precedenza, è la causa delle modificazioni della traiettoria canalare che possono verificarsi con gli strumenti in acciaio (5). È stato condotto uno studio per verificare l'effettiva capacità di nuovi strumenti in nichel-titanio, i Mac Files (NT Co.), di lavorare in modo uniforme all'interno del canale. Più precisamente, si è voluto indagare se nella preparazione di canali curvi questi strumenti determinano una modificazione della traiettoria canalare ed eventualmente quantificarla.

MATERIALI E METODI

La sperimentazione è stata condotta su un campione di 13 canali radicolari di denti umani estratti di recente. Sono state scelte radici curve che, dove possibile, sono state isolate. Mediante esame radiografico preliminare è stato verificato che i canali selezionati presentassero curve unidirezionali. Gli strumenti sottoposti alla prova sono i Mac Files, lime manuali ideate dal Dr. JT McSpadden. Si tratta di strumenti standardizzati presenti nei numeri dallo 08 al 140. Gli strumenti dal numero 08 al 15 presentano il disegno di una lima K e servono sostanzialmente per il sondaggio iniziale. Dal numero 20 i Mac Files hanno un disegno concepito proprio per sfruttare le caratteristiche di superelasticità del nichel-titanio: il disegno è quello di un Unifile di Buras modificato, avendo sullo stesso piano trasversale due lame di taglio, a cui è stata successivamente aggiunta una terza lama con passo diverso, che interseca le prime due. Le lame presentano un angolo di inclinazione che cresce dal gambo verso la punta dello strumento: il loro passo, cioè, aumenta in senso coronale-apicale. Ciò fa sì che vi sia una velocità d'avanzamento differente delle lame lungo lo strumento. Questo disegno determinerebbe una diminuzione del rischio che il Mac File si blocchi nella denti-

na e consentirebbe una migliore azione di allontanamento dei detriti in senso coronale (11). Inoltre la presenza di più lame riduce lo stress che ciascuna singolarmente subisce durante il taglio ed in ultima analisi dovrebbe allungare la durata di tali strumenti (11). Le caratteristiche della lega, unite a questo disegno delle lame, dovrebbero permettere allo strumento di progredire, momento per momento, in posizione centrale nel canale, anche in presenza di curve severe.

L'obiettivo del presente studio è appunto quello di verificare se ciò corrisponde a realtà ed in particolare se questi strumenti permettono di effettuare la preparazione di canali curvi senza determinare modificazioni della traiettoria iniziale.

Tra le metodiche utilizzate dai vari autori per valutare la preparazione ottenuta con differenti tecniche, abbiamo scelto il metodo radiografico. Negli studi che fanno uso di questo tipo di sistema, la preparazione viene valutata confrontando la posizione e la traiettoria del canale prima e dopo la strumentazione in due proiezioni: vestibolo-linguale e mesio-distale (12-17). L'uso di una doppia proiezione non permette di valutare la reale entità di una curva canalare e non permette di quantificare l'effettiva modificazione della traiettoria, poiché ciò che viene misurato in questo modo non è lo spostamento reale del canale, ma solo la sua proiezione. Le due proiezioni, mesio-distale e vestibolo-linguale, infatti, sono arbitrarie e danno luogo ad immagini differenti al variare dell'angolo secondo cui la curvatura del canale viene esposta al raggio incidente. Perché l'immagine radiografica possa permettere di valutare correttamente l'entità della curva e delle eventuali modificazioni conseguenti alla preparazione, consentendo di confrontare tra loro i risultati ottenuti in diversi canali, è necessario che la proiezione radiografica venga effettuata con il raggio incidente disposto perpendicolarmente al piano su cui giace la curva, tanto più che è proprio su questo piano che si verificano gli eventuali cambiamenti della traiettoria. Per questo motivo lo studio è stato preceduto da una fase preliminare, avente lo scopo di individuare radiograficamente il piano su cui giace la curva del canale e disporre tale

piano perpendicolarmente al raggio incidente. In questo modo, la traiettoria canalare e la sua proiezione radiografica coincidono ed è quindi possibile misurare esattamente un'eventuale modificazione della posizione del canale. In assenza di tale accorgimento, se si verifica uno spostamento, la sua proiezione radiografica sarà minore dello spostamento reale, dipendendo la sua entità dall'angolo che la direzione dei raggi forma col piano della curva.

Per poter identificare il piano su cui giace la curva canalare, abbiamo realizzato un dispositivo che permette di mantenere in posizione fissa il tubo radiogeno e la pellicola radiografica e consente, inoltre, al dente di ruotare attorno al proprio asse verticale, in modo da essere esposto al raggio secondo differenti angoli (Figg. 1 e 2). Una volta individuata la proiezione cui corrispondeva la curvatura reale del canale, tale posizione è stata registrata e fissata (Figg. 3a e 3b).

Si è passati quindi alla preparazione dei canali radicolari che è stata eseguita utilizzando esclusivamente i Mac Files secondo la tecnica della rotazione continua (11), scegliendo come lunghezza di lavoro quella per cui la punta dello strumento si affacciava al forame apicale. In tutti i canali la preparazione è stata condotta fino allo strumento #40 portato alla lunghezza di lavoro. Per verificare se durante la preparazione si stessero determinando modificazioni della traiettoria canalare sono state eseguite delle radiografie dopo preparazione con gli strumenti #10-25-40, ricollocando ogni volta il dente nella posizione precedentemente identificata. In questa fase al dispositivo è stato aggiunto un sistema di riferimento radiopaco, costituito da due segmenti di filo ortodontico perpendicolari tra loro, posizionati in modo tale che la loro proiezione radiografica potesse servire come sistema cartesiano di riferimento per la valutazione dell'eventuale modificazione della traiettoria canalare (Figg. 4 e 5).

Al termine della preparazione con il Mac File #40 abbiamo controllato se anche sul piano ortogonale a quello da noi considerato si fossero verificati cambiamenti della traiettoria canalare originaria (Fig. 6).

Per valutare la modificazione della traiettoria e della posizione del canale e dell'apice è

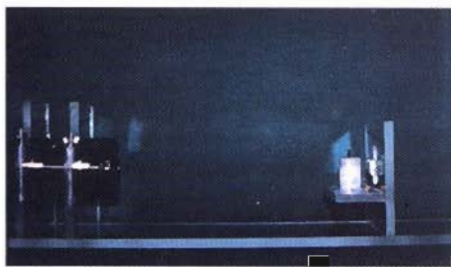


Fig. 1 - Dispositivo per l'identificazione del piano su cui giace la curva canalare.

Fig. 1 - Device used to identify the plane on which the curve of a root canal lies.

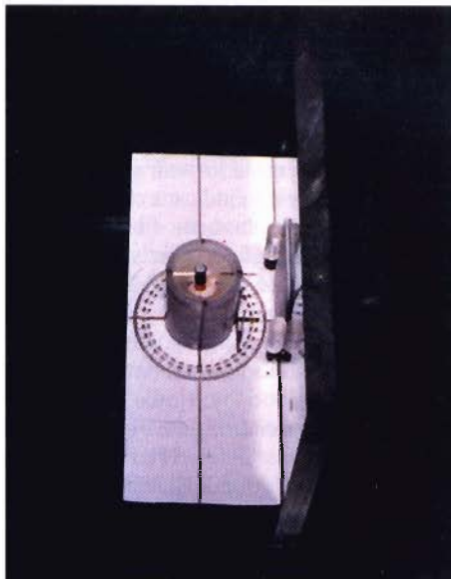


Fig. 2 - Dispositivo per l'identificazione del piano su cui giace la curva canalare.

Fig. 2 - Device used to identify the plane on which the curve of a root canal lies.

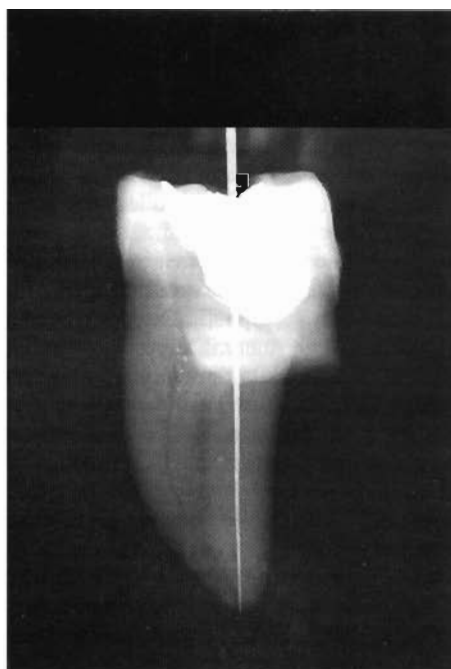


Fig. 3a - Identificazione del piano della curva (canale n°5): quando il piano della curva è perpendicolare alla pellicola, il canale risulta rettilineo.

Fig. 3a - Identification of the plane of a curve (canal #5). When the plane of the curve is perpendicular to the film, the canal looks straight.

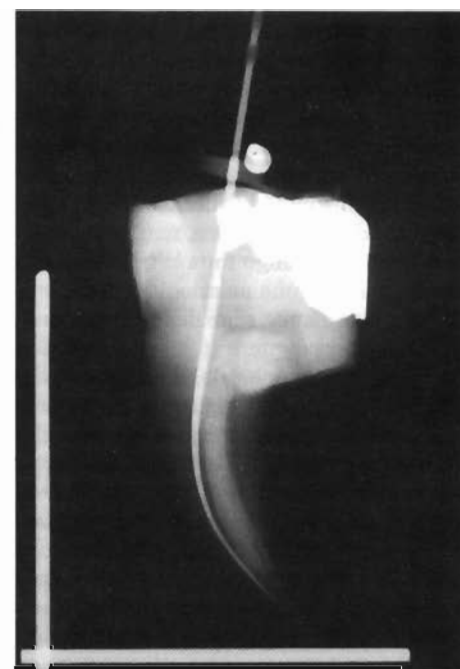


Fig. 3b - Identificazione del piano della curva (canale n°5): ruotando il dente di 90° rispetto alla posizione precedente, l'immagine che si ottiene coincide con la curvatura reale del canale.

Fig. 3b - Identification of the plane of a curve (canal #5). By rotating the tooth 90° from its previous position, the resulting image will coincide with the real curvature of the canal.

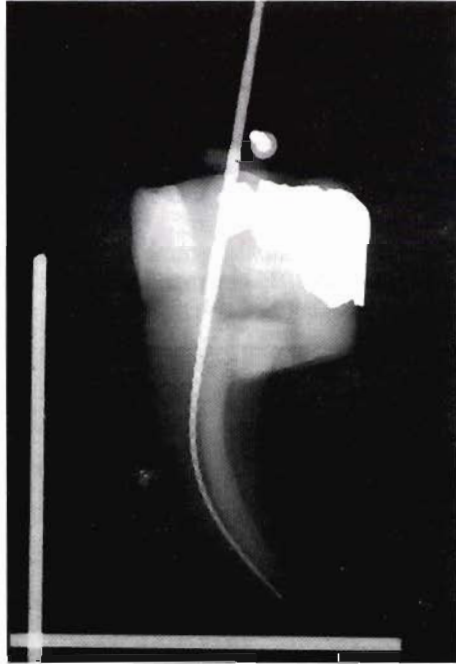


Fig. 4 - Preparazione con Mac File #25.
Fig. 4 - Preparation with Mac File #25.



Fig. 5 - Preparazione con Mac File #40.
Fig. 5 - Preparation with Mac File #40.

(Figg. 7-19). Per la determinazione degli assi degli strumenti e per la loro sovrapposizione ci siamo avvalsi di un Personal Computer 486 DX 2 sul quale è stato installato il programma di progettazione e vettorializzazione AUTOCAD 12 (Autodesk), che permette di ricostruire la curva corrispondente all'asse mediano di ogni strumento ed i relativi sistemi di riferimento. Per fare ciò è necessario fornire al programma le coordinate di alcuni punti degli assi e delle curve da tracciare: dopo aver effettuato un opportuno ingrandimento dell'immagine, è stato identificato il punto medio dello strumento ad intervalli costanti di 1 mm a partire dall'apice fino al gambo. Sono state quindi effettuate, utilizzando il computer, le misurazioni degli spostamenti dell'asse degli strumenti #25 e #40 rispetto a quello dello strumento #10.

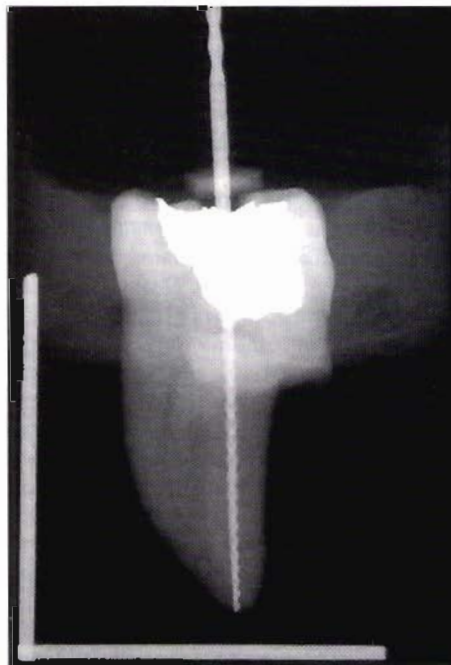


Fig. 6 - Verifica al termine della preparazione del mantenimento del piano della curva (Mac File #40).
Fig. 6 - Test following preparation to ascertain that the plane of the curve has been maintained (Mac File #40).

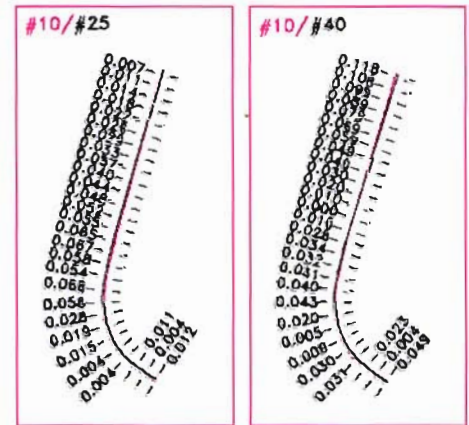


Fig. 7 - Canale n°1: sovrapposizione assi Mac Files #10/#25, #10/#40 e calcolo dello spostamento.

Fig. 7 - Canal number 1: axes of Mac Files #10/#25 and #10/#40 superimposed and calculation of the shift.

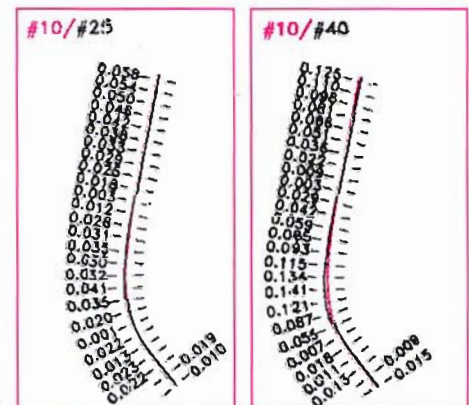


Fig. 8 - Canale n°2: sovrapposizione assi Mac Files #10/#25, #10/#40 e calcolo dello spostamento.

Fig. 8 - Canal number 2: axes of Mac Files #10/#25 and #10/#40 superimposed and calculation of the shift.

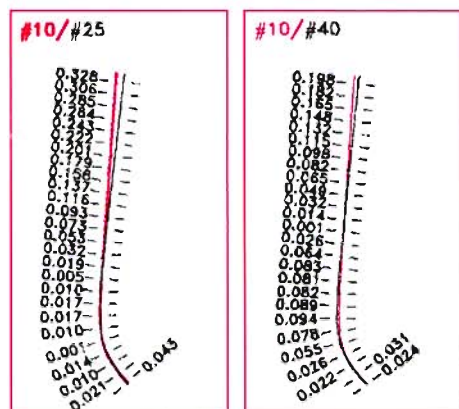


Fig. 9 - Canale n°3: sovrapposizione assi Mac Files #10/#25, #10/#40 e calcolo dello spostamento.

Fig. 9 - Canal number 3: axes of Mac Files #10/#25 and #10/#40 superimposed and calculation of the shift.

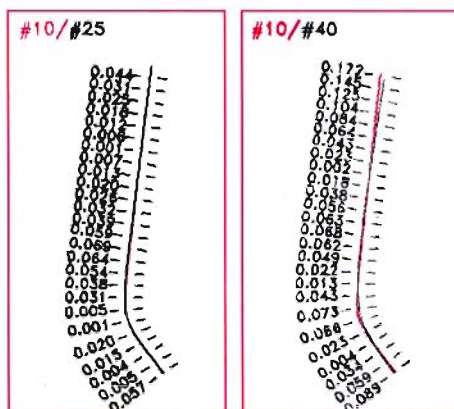


Fig. 12 - Canale n°6: sovrapposizione assi Mac Files #10/#25, #10/#40 e calcolo dello spostamento.

Fig. 12 - Canal number 6: axes of Mac Files #10/#25 and #10/#40 superimposed and calculation of the shift.

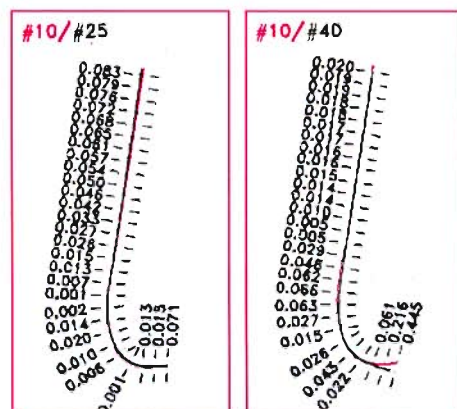


Fig. 15 - Canale n°9: sovrapposizione assi Mac Files #10/#25, #10/#40 e calcolo dello spostamento.

Fig. 15 - Canal number 9: axes of Mac Files #10/#25 and #10/#40 superimposed and calculation of the shift.

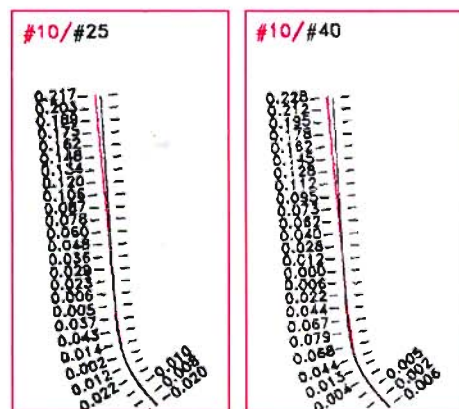


Fig. 10 - Canale n°4: sovrapposizione assi Mac Files #10/#25, #10/#40 e calcolo dello spostamento.

Fig. 10 - Canal number 4: axes of Mac Files #10/#25 and #10/#40 superimposed and calculation of the shift.

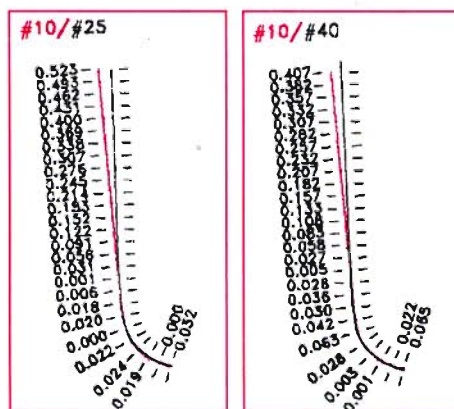


Fig. 13 - Canale n°7: sovrapposizione assi Mac Files #10/#25, #10/#40 e calcolo dello spostamento.

Fig. 13 - Canal number 7: axes of Mac Files #10/#25 and #10/#40 superimposed and calculation of the shift.

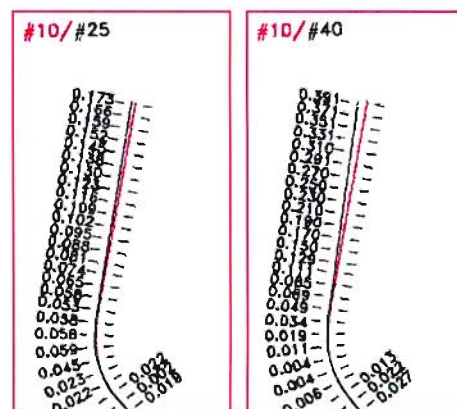


Fig. 16 - Canale n°10: sovrapposizione assi Mac Files #10/#25, #10/#40 e calcolo dello spostamento.

Fig. 16 - Canal number 10: axes of Mac Files #10/#25 and #10/#40 superimposed and calculation of the shift.

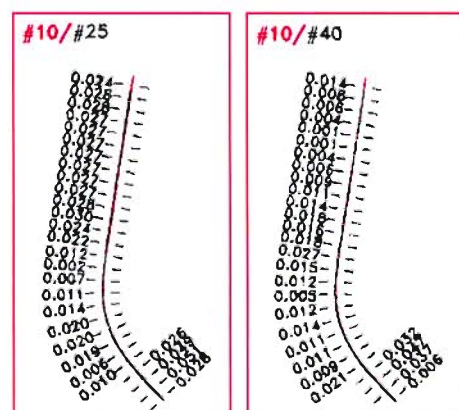


Fig. 11 - Canale n°5: sovrapposizione assi Mac Files #10/#25, #10/#40 e calcolo dello spostamento.

Fig. 11 - Canal number 5: axes of Mac Files #10/#25 and #10/#40 superimposed and calculation of the shift.

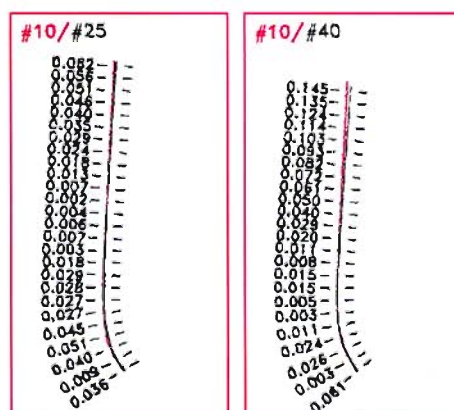


Fig. 14 - Canale n°8: sovrapposizione assi Mac Files #10/#25, #10/#40 e calcolo dello spostamento.

Fig. 14 - Canal number 8: axes of Mac Files #10/#25 and #10/#40 superimposed and calculation of the shift.

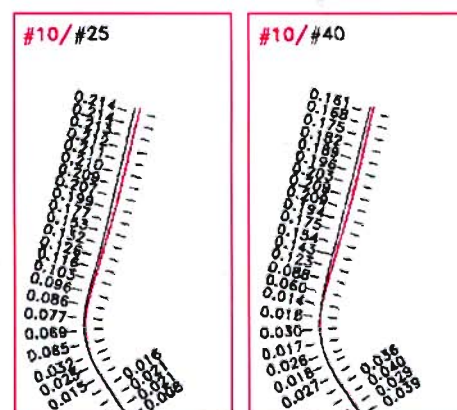


Fig. 17 - Canale n°11: sovrapposizione assi Mac Files #10/#25, #10/#40 e calcolo dello spostamento.

Fig. 17 - Canal number 11: axes of Mac Files #10/#25 and #10/#40 superimposed and calculation of the shift.

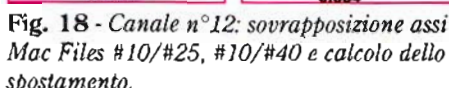


Fig. 18 - Canal number 12: axes of Mac Files #10/#25 and #10/#40 superimposed and calculation of the shift.

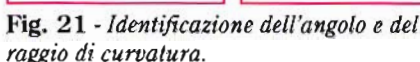


Fig. 21 - Identification of the angle and bending radius.

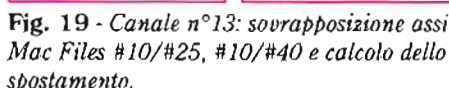
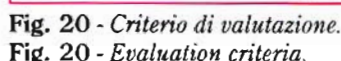


Fig. 19 - Canal number 13: axes of Mac Files #10/#25 and #10/#40 superimposed and calculation of the shift.



Per la valutazione dei risultati ottenuti, seguendo un criterio adottato già da altri autori (12, 17), abbiamo considerato accettabili spostamenti dell'asse dello strumento di preparazione, rispetto allo strumento #10 di riferimento, tali per cui quest'ultimo fosse completamente contenuto al suo interno (Fig. 20). La posizione reciproca degli strumenti poteva così variare da una situazione per la quale i due strumenti erano perfettamente centrati, coincidendo gli assi (IN), ad una situazione in cui i margini dei due strumenti si sovrapponevano, essendovi tra gli assi una distanza pari alla differenza della metà dei loro calibri di punta (IN). La valutazione dei risultati ottenuti ai vari stadi della preparazione è stata effettuata considerando la misura dello spostamento reciproco degli strumenti in corrispondenza dell'apice, in quanto è a questo livello che una eventuale azione di rettificazione della curva operata dallo strumento, avrebbe la sua massima espressione e le maggiori conseguenze per il successo del trattamento. Il criterio adottato comporta che per la valutazione della preparazione ottenuta con lo strumento #25 sia accettabile uno spostamento massimo degli assi di mm 0,075, e per lo strumento #40 di mm 0,150. Valori superiori sono considerati spostamenti apicali clinicamente non accettabili (OUT).

Da una prima valutazione dei risultati ottenuti (Tab. 1) è possibile notare come in tutti i canali preparati fino allo strumento #25, lo spostamento rilevato è sempre minore dello spostamento massimo accettabile di mm 0,075. Si è avuto quindi un successo nel 100% dei casi, con uno spostamento medio di mm 0,03 (Tabb. 2 e 3). È inoltre interessante osservare come il valore dello spostamento rilevato solamente per il canale n°9 (che presenta un angolo di 106°) si avvicina allo spostamento massimo accettabile (spo-

stamento di mm 0,071), mentre per tutti gli altri canali i valori dello spostamento sono molto bassi, avvicinandosi alla condizione di coincidenza degli assi.

Per quanto riguarda i risultati ottenuti dopo preparazione fino allo strumento #40, il successo è stato ottenuto nel 77% dei casi, con uno spostamento medio complessivo di mm 0,10 ed uno spostamento medio dei canali in cui si è ottenuto il successo di mm 0,034. Quest'ultimo valore è praticamente uguale a quello ottenuto in media per lo strumento #25 e questo dimostra che l'asse dello strumento rimane in questi casi quasi completamente centrato.

È da rilevare che la sperimentazione è stata effettuata portando la preparazione sempre sino al #40, al forame apicale, senza tener conto degli spessori di dentina e cemento effettivamente presenti in quella regione. Nel canale in cui si è verificata la maggiore modificazione di traiettoria (canale n°9) molto probabilmente è avvenuto che l'eccessivo diametro di preparazione apicale, vista l'estrema sottigliezza della radice in questa zona, abbia comportato una perdita di sostanza nell'ultimo millimetro della parete esterna della radice, determinando quindi un raddrizzamento dello strumento in quel tratto.

Per valutare in modo più preciso i risultati ottenuti, in particolare nei casi in cui lo spostamento apicale verificatosi con lo strumento #40 era risultato superiore al valore massimo accettabile, i risultati ottenuti sono stati posti in relazione con i valori del raggio di curvatura e dell'angolo di curvatura corrispondenti ai singoli canali (Fig. 21). Abbiamo potuto così notare come i tre canali in cui si era ottenuto con lo strumento #40 uno spostamento non accettabile erano quelli che presentavano i valori più bassi del raggio di curvatura. Ciò può fare ipotizzare che il rischio di trasporto apicale dipenda più dalle ridotte dimensioni del raggio di curvatura che dalla severità dell'angolo di curvatura.

ANALISI DEI RISULTATI

Per valutare il significato clinico dei risultati ottenuti in questo studio, si è proceduto ad un confronto con i risultati di lavori presenti in letteratura, eseguiti mediante metodi simili, per altre tecniche di preparazione canalare (12-19). È innanzitutto importante osservare che, nel tentativo di effettuare questo tipo di confronto, abbiamo incontrato alcuni ostacoli dovuti alla non omogeneità dei metodi di studio adottati.

In alcuni dei lavori considerati (12-17) le curve canalari vengono esaminate mediante una doppia proiezione vestibolo-linguale e mesio-distale, valutando quindi la traiettoria del canale non sul piano della massima curvatura, come da noi fatto, ma prendendo in considerazione solo le proiezioni delle curve su due piani perpendicolari. Questo fattore rende difficile effettuare il confronto dei due campioni, non essendo possibile renderli omogenei quanto all'entità delle curve.

Un altro elemento di cui si deve tener conto nel confronto di studi che valutano diverse tecniche di preparazione canalare, è che possono esistere delle importanti differenze per quanto riguarda la misura dell'ultimo strumento di preparazione utilizzato e per quanto riguarda la profondità a cui tale strumento è stato portato al forame apicale.

Prendiamo in considerazione ora i risultati di studi analoghi sulla efficacia di alcune tecniche di preparazione. Southard (12) ha analizzato la tecnica di Roane su 25 canali con curvatura unidirezionale sino a 50° utilizzando i K-files Unitek fino al #45. In questo studio, come nel nostro, viene considerato un successo la situazione per cui il primo strumento di preparazione è contenuto all'interno dell'ultimo (IN). Fino alla preparazione con il #40 (scelta per effettuare il confronto con i risultati da noi raggiunti), si è avuto il successo nel 68%. Per confrontare questo valore con il risultato del nostro stu-

dio, il nostro campione deve essere modificato prendendo in considerazione solamente i canali con curvatura minore di 50° (canali n° 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 11); in queste condizioni la percentuale di successo dopo preparazione con lo strumento #40 è del 100% e ciò anche senza tenere conto del fatto che nello studio di Southard lo strumento #40 non viene portato al forame apicale, ma a 1 mm da questo. È inoltre interessante osservare come nello studio di Southard già con lo strumento #25 si sono verificati degli spostamenti non accettabili (8%), mentre per questa misura nella totalità del nostro campione (senza cioè che vengano eliminati i canali con curvatura superiore a 50°) il successo è stato del 100% dei casi. Anche Sepic (14) ha analizzato la tecnica di Roane su canali di curvatura compresa tra 30° e 73°, utilizzando i Flex-R-Files. La strumentazione è stata portata al file #35 ottenendo valori di spostamento apicale medio pari a mm 0,05 in proiezione clinica e a mm 0,049 in proiezione prossimale. I risultati da noi ottenuti su un gruppo di canali che può essere fatto corrispondere al precedente, ottenuto eliminando il campione n°9 (con curvatura di 106°), sono di uno spostamento apicale medio di mm 0,07. Questi dati sono quindi simili, ma è da notare che nel nostro studio il valore medio dell'angolo di curvatura è di 51,5° mentre nel precedente è di 45,9° e che l'ultimo strumento all'apice è per noi un Mac File #40, mentre nello studio di Sepic la strumentazione è giunta sino al File #35.

In uno studio recente, Esposito e Cunningham (19) hanno confrontato la capacità di mantenere la traiettoria originaria durante la preparazione con i Mac Files, con strumenti meccanici in Ni-Ti (Engine files, NT Co.) e con strumenti d'acciaio (K-Flex), in canali con curvatura unidirezionale compresa tra i 20° e i 45°. Hanno utilizzato un metodo investigativo ed un criterio di valutazione analogo a quello del presente studio, considerando come strumento di riferimen-

Tab. 1

Risultati relativi ai singoli canali Results for each single canal				
canale n.ro	angolo	raggio medio di curvatura mm	spost. 10-25 all'apice mm	spost. 10-40 all'apice mm
1	67°	7,05	0,012	0,049
2	48°	12,80	0,010	0,015
3	46°	7,30	0,043	0,024
4	38°	9,90	0,020	0,006
5	50°	11,80	0,028	0,006
6	44°	8,65	0,057	0,089
7	69°	5,35	0,032	0,065
8	38°	8,90	0,036	0,061
9	106°	3,95	0,071	0,445
10	47°	8,25	0,019	0,027
11	48°	10,50	0,008	0,039
12	54°	4,80	0,035	0,334
13	69°	3,30	0,030	0,175

Tab. 2

Percentuale del successo della strumentazione Success percentile of the instrumentation		
	#25	#40
campione completo	100%	77%
canali con angolo <70°	100%	83%
canali con angolo <50°	100%	100%

Tab. 3

Spostamento medio all'apice (mm) Average shift at the apex		
	#25	#40
campione completo	0,03	0,10
canali con angolo <70°	0,02	0,07
canali con angolo <50°	0,02	0,03

to iniziale un file #15 e come ultimo strumento di preparazione un file #45, portato a 0,5 mm dal forame apicale. I risultati riportati dagli autori con i Mac Files sono del tutto sovrapponibili a quelli da noi ottenuti su un campione di canali assimilabile: la preparazione condotta al #25 ha avuto successo nel 100% dei casi, la stessa percentuale di successo è stata ottenuta per la preparazione dopo i Mac File #40.

CONCLUSIONI

È stato effettuato uno studio con metodo radiografico e rilevazioni computerizzate per valutare la preparazione di canali curvi ottenuta mediante nuovi strumenti manuali in nichel-titanio: i Mac Files.

Lo studio è stato realizzato prendendo in considerazione 13 canali radicolari curvi, con curva unidirezionale di angolazione compresa tra 38° e 106° (angolo medio di 55,7°) e raggio di curvatura compreso tra mm 12,8 e 3,30 (valore medio mm 7,88).

Dopo aver identificato, mediante un'analisi radiografica preliminare, il piano su cui giace la curva, si è proceduto alla preparazione sino allo strumento #40, portato alla lunghezza di lavoro.

Da questo studio si è potuto osservare come in tutti i casi la preparazione è stata portata a termine senza mai avere la formazione di tappi, gradini o la perdita della lunghezza di lavoro.

Mediante una valutazione radiografica, seguita da un'analisi effettuata al computer, è stato misurato lo spostamento dell'asse degli strumenti di preparazione rispetto allo strumento #10, preso come riferimento.

L'analisi dei risultati ottenuti ha permesso di osservare che con questa tecnica non si ha in nessun caso uno spostamento della traiettoria canalare, rispetto a quella iniziale, fino allo strumento #25 e che quando la preparazione è portata al #40 la traiettoria canalare non viene modificata in modo rilevante nel 77% dei casi. Confrontando questi risultati con quelli di altri studi simili presenti in letteratura (12, 14, 17-19), eseguiti per valutare altre tecniche di preparazione, si può notare come i risultati ottenuti con l'uso dei Mac Files possono in ogni caso essere considerati migliori, tenendo presente anche il fatto che i canali da noi scelti presentano delle curve con angoli maggiori.

Si può inoltre osservare come l'entità della modificazione della traiettoria canalare che si verifica durante la strumentazione non dipende solo dall'angolo di curvatura del canale; a tale proposito già Southard (12) aveva ipotizzato l'importanza del raggio di curvatura. In base ai nostri risultati si può supporre che lo spostamento apicale in canali curvi potrebbe essere più strettamente correlato al valore del raggio di curvatura che a quello dell'angolo di curvatura. Il calcolo del raggio medio di curvatura dei canali strumentati ha messo in evidenza un dato estremamente rilevante: i tre canali in cui si

è avuto uno spostamento apicale maggiore del valore massimo accettabile per lo strumento #40, sono quelli caratterizzati dai valori più bassi del raggio di curvatura. Questo può spiegare come canali con curve dello stesso valore angolare abbiano dato risultati differenti, determinando a volte spostamenti irrilevanti e a volte spostamenti clinicamente non accettabili. Ciò conferma con risultati quantitativi le ipotesi di Southard e fa pensare che lo spostamento della traiettoria canalare che si verifica durante la strumentazione dipenda sia dal raggio che dall'angolo di curvatura del canale.

BIBLIOGRAFIA

- 1 - Cohen S, Burns RC. *Pathways of the pulp*. 6th ed. St. Louis: CV Mosby, 1994; 179-83
- 2 - Laurichesse JM, Maestroni F, Breilal J. *Endodontie clinique*. Paris: Edition CdP, 1986; 287-98
- 3 - Weine FS, Kelly RF, Lio PJ. The effect of preparation procedures on original canal shape and on apical foramen shape. *J Endodon* 1975; 1: 255-62
- 4 - Roane JB, Sabala CL, Duncanson MG. The "Balanced Force" concept for instrumentation of curved canals. *J Endodon* 1985; 11: 203-11
- 5 - Malagnino VA, Passariello P, Cantatore G. Caratteristiche delle leghe nichel-titanio in relazione al loro possibile impiego endodontico. *G It Endo* 1994; 10: 10-5
- 6 - Buehler WJ, Wiley RC. The properties of NiTi and associated phases. US Naval Ordinance Lab Tech report 1961; 61-75
- 7 - Miyazaki S, Otsuka K, Suzuki Y. Transformation pseudoelasticity and deformation behaviour in a Ti-50,6 at % Ni alloy. *Scripta Metal* 1981; 15: 287-92
- 8 - Miyazaki S, Wayman CM. The R-phase transition and associated shape memory mechanism in Ti-Ni single crystals. *Acta Metall* 1988; 36: 181-92
- 9 - Goldstein D, Kabacoff L, Tydings J. Stress effects on Nitinol phase transformations. *Metals* 1987; 39: 19-26
- 10 - Miura F, Mogi M, Ohura Y, Hamaoka H. The super-elastic property of the Japanese NiTi alloy wire for use in orthodontics. *Am J Orthod* 1986; 90: 1-10

- 11 - Malagnino VA, Passariello P, Cantatore G. Il Mac File: descrizione, meccanismo d'azione, tecnica d'uso e primi risultati clinici. *G It Endo* 1994; 2: 48-55
- 12 - Southard DW, Oswald RJ, Natkin E. Instrumentation of curved molar root canals with the Roane technique. *J Endodon* 1987; 13: 479-89
- 13 - Cimisi GM, Boyer TJ, Pelleu GB. Effect of three file types on the apical preparations of moderately curved canals. *J Endodon* 1988; 14: 441-4
- 14 - Sepic AO, Pantera EA, Neaverth EJ, Anderson RW. A comparison of Flex-R-Files and K-Type Files for enlargement of severely curved molar root canals. *J Endodon* 1989; 15: 240-5
- 15 - Gilles JA, Del Rio CE. A comparison of the Canal Master Endodontic instrument and K-Type Files for enlargement of curved root canals. *J Endodon* 1990; 16: 561-5
- 16 - Swindle RB, Neaverth EJ, Pantera EA, Ringle RD. Effect of coronal-radicular flaring on apical transportation. *J Endodon* 1991; 17: 147-9
- 17 - Backman CA, Oswald RJ, Pitts DL. A radiographic comparison of two root canal instrumentation techniques. *J Endodon* 1992; 18: 19-24
- 18 - Hulsman M, Stryga F. Comparison of root canal preparation using different automated devices and hand instrumentation. *J Endodon* 1993; 19: 141-5
- 19 - Esposito PT, Cunningham CJ. A comparison of canal preparation with Nickel-Titanium and stainless steel instruments. *J Endodon* 1995; 21: 173-6