

# Preparazione canalare con nuovi strumenti rotanti

## Parte I: metodica sperimentale di valutazione

Canal preparation with new rotary instruments

Part I: experimental methods of evaluations

### RIASSUNTO

Scopo del presente lavoro è stato quello di valutare l'utilizzo di nuovi strumenti rotanti al nichel-titanio (ProFile GT Rotary) nella preparazione di canali artificiali curvi, con una innovativa metodica sperimentale di analisi computerizzata del lavoro di ciascun strumento all'interno del canale dopo ogni passaggio, dettato dalla sequenza operativa proposta (mediante sovrapposizione di immagini pre- e post-strumentazione). In tal modo si può visualizzare bidimensionalmente per ogni strumento la profondità raggiunta, i diametri di preparazione, le relative aree di lavoro e ipotizzare il differente impegno della porzione lavorante, ed infine il mantenimento delle traiettorie originali a fine preparazione. I risultati hanno evidenziato come la sequenza proposta sia sostanzialmente corretta, ben distribuendo fra i vari strumenti le sollecitazioni, e come si ottengano ottime preparazioni troncoconiche con minime alterazioni della morfologia iniziale.

**Parole chiave:** Preparazione canalare. Leghe nichel-titanio.

### ABSTRACT

#### Introduction

Inspired by the success nickel-titanium endodontic instruments have had over the past few years, Buchanan designed newer instruments called Files of Greater Taper, which were initially available as manual files (1), but which are now produced as rotary instruments (ProFile GT Rotary Files, Dentsply-Maillefer, Baillagues, Switzerland). Although these new files have tips and spirals that closely resemble those of the nickel-titanium rotary Profile instruments designed by W. B. Johnson (12), they do present several innovative features: a very fine tip (0.20) with a gradually increasing taper (.06, .08, .10, .12) and a smaller working portion of the file (Fig. 1); that is, the greater the taper the smaller the

part. According to their designer, these morphological characteristics have several advantages from an operative point of view (16): firstly, a finer tip makes it easier to penetrate very narrow canals, while the increased taper enables the dentist to prepare more rapidly and easily cone-shaped canals that are wide enough to be filled with gutta-percha using the vertical condensation technique.

The purpose of this study was to carry out an experiment that would allow us to assess the new rotary instruments and the suggested sequence of use (5), using artificial resin canals (Fig. 2) and a new experimental methodology, that of superimposing pre- and post-operative images. The novelty exists in the fact that these superimposed images were evaluated after each file was used, which allowed us to assess the following parameters:

- the apical progress of each instrument and relative diameters of preparation;
- the different performance of each instrument in the sequence, intended as the visualization of that part of the instrument that was actually 'working';
- the different performance of each instrument in the sequence, as regards determining the work area;
- the degree of maintaining the anatomical shape of the canal.

#### Materials and Methods

For our experiment we used 10 resin blocks rather curved artificial canals so that we would have superimposed experimental data. The operative sequence was that recommended by the manufacturer and illustrated in Table 1. The artificial canals (Endo Training-Bloc, Dentsply, Maillefer, Baillagues, Switzerland), with an ISO diameter of 15 and a taper of .02, were mounted on rigid supports connected to a digital videocam (Sony DCR-SC100E) in such a way as to obtain perfect superimposed images. An initial photograph was taken before the canal was instrumented; then following the use of each file, the depth was measured and another photograph was taken on the preparation up to that point. The images were inserted into a computer equipped with an appropriate program for still

images (Sony DVBK-2000E), with which we could conduct an analysis of the dimensions by using the Corel Draw 7.0 software.

#### Result and Discussion

Our results are shown in tables 2-6; the figures are the average of our experimental observations. From table 2 one can see that usually the first four files in the series prepare the canal almost to the working length, whereas the "more traditional" instruments, with a .04 taper, were used exclusively to widen the preparation diameter in the most apical portion of the root. Table 3 shows the preparation diameter obtained when the various instruments reach the different depths within the root canal, consequently illustrating (Tab. 4) the lesser or greater performance of the instrument in the series compared to the previously used file, mainly the portion of the working part that does the most cutting. Table 3 has a rather easy-to-read legend: each column corresponds to a file in the series, and reading from top to bottom, there are the various diameters obtained progressively by the files, millimeter by millimeter, within the canal. Table 4, in reference to the preceding chart, shows the greater and the lesser performance of the instrument in colour codes: green, when performance was minimal or nil in the specific work area, yellow when it was moderate, and red when the file was used almost to the limit. Obviously, these subdivision are purely indicative because there is no real method for measuring the stress that the instrument undergoes inside the canal. Moreover, the indications depend on the type of canal used for any given experiment. Nonetheless, we feel that this approach is quite an interesting way to assess the validity of the various operative sequences in specific cases in order to theoretically evaluate possible risks involved when using the file against canal walls.

Table 5 shows that the crown-down sequence, shown here, properly follows the principle that the larger instruments prepare the way for the smaller ones; that is, they reduce the work load for the smaller files, which are more fragile due to their size, and which would otherwise have to be used for

Gambarini G. Preparazione canalare con nuovi strumenti rotanti. Parte I: metodica sperimentale di valutazione. *G It Endo* 1999; 1: 30-36

the entire length of the active portion of the root.

Table 6 shows that there is a similarity with other nickel-titanium rotary instruments of greater taper as well as with other reports on manual GT instruments (4) that show that it is possible to obtain uniform tapered shaping that respects the original canal anatomy with minimal tendency to straightening.

**Key words:** Canal preparation. Nickel-titanium alloys.

## INTRODUZIONE

Negli ultimi anni gli strumenti rotanti in nichel-titanio hanno incontrato sempre più il favore degli endodontisti in virtù delle favorevoli proprietà meccaniche della lega che fornisce la possibilità di far lavorare gli strumenti con movimento di rotazione continua a bassa velocità. Ciò consente di ottenere in modo più semplice e rapido preparazioni canalari dalle ottimali caratteristiche di sagomatura (10), grazie anche all'utilizzazione di strumenti a conicità aumentata (si è passati dalla tradizionale conicità .02 della standardizzazione ISO a conicità doppie, triple o addirittura sestuple, come nel caso degli strumenti GT Files ideati da S. Buchanan). Questi ultimi permettono di ottenere agevolmente preparazioni dalla forma uniformemente troncoconica, dettate dai diametri originali degli stessi, senza dover ricorrere a lunghe, variabili da operatore a operatore, procedure di step-back (1,4).

Le ottime caratteristiche di elasticità e flessibilità della lega (10, 17) consentono poi agli strumenti rotanti di seguire piuttosto agevolmente le curvature dei canali radicolari, minimizzando i rischi di errori iatrogeni dovuti alla rigidità (gradini, false strade, perforazioni) e al ritorno elastico (trasporto interno o esterno del canale e dell'apice) della lega, inconvenienti relativamente frequenti con l'utilizzo degli strumenti in acciaio più grandi nelle tecniche tradizionali (15, 18). Numerosi articoli in letteratura internazionale testimoniano infatti come gli

strumenti rotanti al nichel-titanio consentano di ottenere sagomature rispettose dell'anatomia originale dei canali radicolari (3, 6, 11). A fronte di queste validissime risultanze sperimentali e cliniche, va comunque menzionato che l'uso di strumenti rotanti all'interno del complesso sistema dei canali radicolari non è una procedura scevra da rischi, in particolare per quel che riguarda le fratture intraoperatorie degli stessi, evenienze che complicano o talora compromettono il buon esito del trattamento endodontico in corso (8).

Gli strumenti rotanti al nichel-titanio presentano infatti alcuni inconvenienti legati principalmente all'utilizzo di un movimento di rotazione continua all'interno di canali curvi, che può in taluni casi sollecitare in maniera rilevante la lega. In particolare, quanto più si impegna l'intera parte lavorante, tanto più aumentano le forze richieste per la progressione apicale dello strumento

e di conseguenza gli stress meccanici (anche se in tale meccanismo entrano in gioco altri importanti fattori quali il disegno della punta, più o meno aggressivo, e quello degli angoli di taglio, che determinano una maggiore o minore capacità di taglio e di penetrazione apicale dello strumento). A tale proposito in un precedente studio (9) abbiamo rilevato sperimentalmente con l'ausilio di un simulatore endodontico, un'apparecchiatura che consente la rotazione continua degli strumenti a velocità e torque controllati all'interno di un canale artificiale curvo, come l'aumento di conicità, nel caso particolare il passaggio fra conicità .04 a .06, comportasse una diminuzione della resistenza a fatica. Sulla base di queste considerazioni Buchanan ha ideato dei nuovi strumenti (Files of Greater Taper), inizialmente disponibili come lime manuali (1) e attualmente realizzati come strumenti rotanti (ProFile GT Rotary Files, Dentsply-Maillefer, Baillagues, Svizzera), che pur presentando un disegno della punta e delle spire abbastanza simile agli strumenti Profile rotanti al nichel-titanio ideati da WB Johnson (12), presentano alcune caratteristiche innovative: una punta sottile (.020) a fronte di conicità aumentate (.06, .08, .10, .12), e riduzione della porzione lavorante dello strumento (Fig. 1), tanto maggiore quanto maggiore è la conicità dello stesso. Secondo l'ideatore tali caratteristiche morfologiche presentano diversi vantaggi dal punto di vista operativo (16): in primo luogo la punta sottile dovrebbe consentire una più agevole penetrazione anche in canali stretti, quali il secondo canale della radice mesio-vestibolare dei molari superiori, e calcificati, mentre la conicità aumentata consentirebbe di ottenere più semplicemente e rapidamente canali con sagomatura troncoconica sufficientemente ampia da potere essere otturati anche con tecniche di condensazione verticale della guttaperca, che richiedono diametri tali da permettere l'introduzione in profondità dei plugger per la compattazione (2). La riduzione della parte lavorante, consentirebbe poi di minimizzare gli stress e l'impegno delle lame (attrito frizionale), in tal modo sia aumentando la vita media degli strumenti che diminuendo il rischio di fratture intracanalari, ed ancora



**Fig. 1** - Porzione lavorante di un GT Rotary File.



rende sufficientemente flessibili anche gli strumenti con conicità elevata.

La sequenza operativa attualmente proposta per i ProFile GT Rotary (5) prevede l'utilizzo dei primi quattro strumenti in sequenza Crown-Down, cioè dal più grande (conicità .12) al più piccolo (conicità .06) per la preparazione del canale fino quasi all'apice e di un successivo allargamento di tale zona apicale con altri quattro strumenti al nichel-titanio rotanti della serie ProFile (cioè con parte lavorante di 16 mm) a conicità .04 e diametri crescenti dal n.20 al n.35. In tal modo si realizza una preparazione troncoconica uniforme con diametri sufficientemente ampi, sia delle porzioni coronali che in quelle apicali. Va altresì rilevato che nel presente studio i diametri degli strumenti vengono equiparati alle normative ISO, per ragioni di maggiore semplicità di visualizzazione, mentre in realtà i diametri degli strumenti seguono la standardizzazione Profile (7), per cui sono lievemente più piccoli di quanto indicato numericamente nelle tabelle. Tale modifica, peraltro, ha un modesto

significato in quanto le normative internazionali prevedono una certa tolleranza nei diametri, per cui è possibile esaminando gli strumenti evidenziare valori minori o maggiori, pur rimanendo entro i limiti indicati dalle specifiche dimensionali.

Scopo del presente lavoro è stato quello di valutare sperimentalmente i nuovi strumenti rotanti e la sequenza operativa proposta (5) utilizzando canali artificiali in resina (Fig. 2) con una nuova metodica sperimentale che deriva da precedenti metodologie di studio che hanno confrontato la morfologia canale prima e dopo la strumentazione mediante sovrapposizione di immagine. L'innovazione risiede nel fatto che tale sovrapposizione è stata qui eseguita dopo il passaggio di ciascun strumento all'interno del canale, e ciò ha consentito di valutare i seguenti parametri:

- progressione apicale di ciascun strumento e relativi diametri di preparazione;
- differente impegno di ciascun strumento nell'ambito della sequenza, inteso come visualizzazione della porzione di strumento

realmente lavorante;

■ differente impegno di ciascuno strumento nell'ambito della sequenza, inteso come individuazione bidimensionale dell'area di lavoro;

■ mantenimento dell'anatomia originale del canale post-preparazione.

## MATERIALI E METODI

Per questo studio sperimentale sono stati utilizzati 10 blocchetti in resina, con canali artificiali abbastanza curvi, così da avere dati sperimentali sovrapponibili (Fig. 2). È ovvio che le rilevazioni effettuate nel presente studio forniscono dati relativi solo a quella determinata tipologia canalare, peraltro piuttosto comune e rappresentativa di un trattamento di media difficoltà, e che qualsiasi modificazione dei diametri, delle curve e della durezza del materiale/ dentina del canale comportano delle modificazioni dei risultati. Cionondimeno la metodica sperimentale adottata è in grado di fornire, tenendo conto di alcune approssimazioni, indicazioni e valutazioni di utilità clinica sulle problematiche cui possono andare incontro gli strumenti rotanti al nichel-titanio quando progrediscono apicalmente all'interno dei canali radicolari. In tale ottica la scelta di utilizzare più canali identici ha il solo scopo di ottenere dati utili all'analisi statistica e alla significatività degli stessi.

La sequenza operativa è quella proposta dalla casa produttrice ed illustrata nella tabella 1. Onde avere dati sovrapponibili, in nessun canale sono state eseguite ricapitolazioni, procedura che è consigliata nella pratica clinica allorché non si riesce all'inizio a far progredire lo strumento fino alla profondità voluta all'interno del canale. In totale sono state utilizzate cinque serie di strumenti (ogni serie è stata utilizzata per un massimo di tre volte, onde poter disporre in canali artificiali piuttosto duri di strumenti dalla elevata capacità di taglio, per non alterare le valutazioni comparative) ed in nessun caso si è avuta frattura canalare degli stessi. Sei strumenti (uno .08-20, due .06-20, due .04-20 e uno .04-25) sono stati

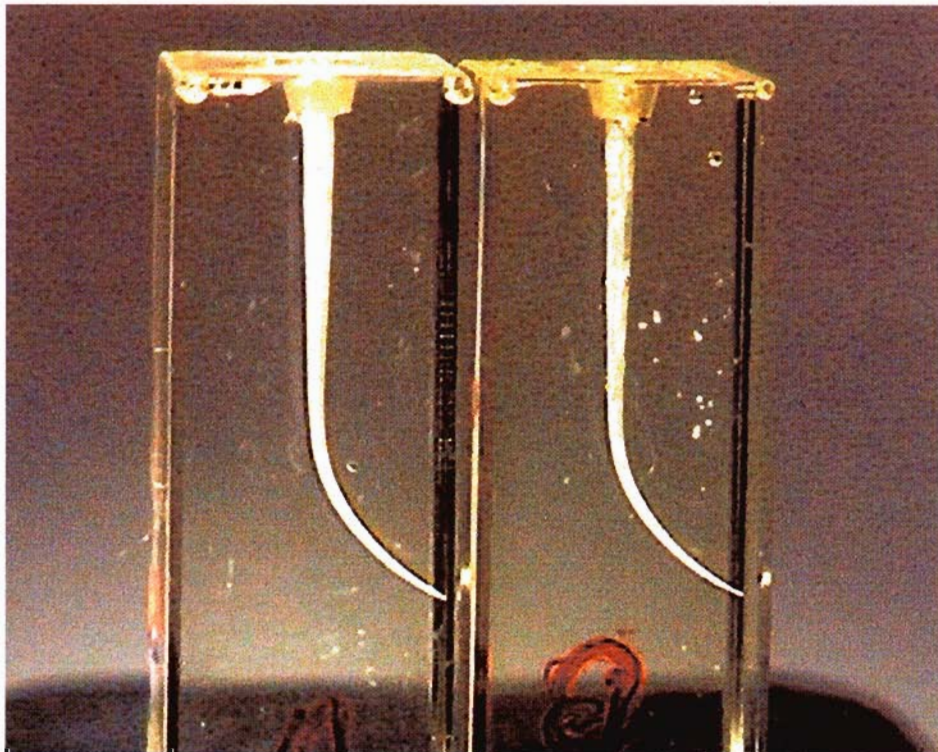


Fig. 2 - Preparazione canali artificiali con GT Files.



scartati durante le fasi di strumentazione perché presentavano evidenti segni di deformazione plastica, irreversibile. Va comunque notato che nei canali artificiali la durezza del materiale è quasi sempre (così come nel nostro caso) maggiore di quella della dentina per cui vi sono maggiori sollecitazioni meccaniche e relativa maggiore difficoltà alla progressione apicale. Per tali motivi è stata anche scelta una velocità

abbastanza elevata rispetto ai valori (150 giri/min.) consigliati dal fabbricante, e cioè di 300 giri/min. per i primi due strumenti e 200 giri/min. per i rimanenti della serie. La scelta di due differenti velocità è consigliabile con tali nuovi strumenti, in special modo per facilitare la penetrazione dei primi, più rigidi e resistenti, e per ridurre le sollecitazioni su quelli più sottili e flessibili. La quantizzazione della variazione delle

velocità è poi decisa in virtù delle caratteristiche del canale e delle personali preferenze dell'operatore, per cui i dati sopra riportati sono puramente indicativi e riflettono solo una linea guida.

I canali artificiali (Endo Training-Bloc, Dentsply, Maillefer, Baillagues, Svizzera) di diametro ISO 15 e conicità .02 sono stati posizionati su un supporto rigido, collegato in modo da mantenere fissa la sua distanza

#### Preparazione corono-apicale

GT 1(.12 - 20)	Usati passivamente fin dove il canale permette la loro progressione (possono giungere fino all'apice)
GT 2(.10 - 20)	
GT 3(.08 - 20)	
GT 4(.06 - 20)	

#### Preparazione dell'apice

.04 - 20	I primi due riportati alla lunghezza di lavoro, i restanti più corti di 0,5 - 1 mm
.04 - 25	
.04 - 30	
.04 - 35	

Tab. 1 - ProFile GT - Sequenza operativa.

1° mm	100							
2° mm	100							
3° mm	100					94	99	
4° mm	100			84	89	90	95	
5° mm	100		100	80	83	86	91	
6° mm	92	100	100	98	76	79	82	87
7° mm	80	90	92	92	72	75	78	83
8° mm	68	80	84	86	68	71	74	79
9° mm	56	70	76	80	64	67	70	75
10° mm	44	60	68	74	60	63	66	71
11° mm	32	50	60	68	56	61	62	67
12° mm	20	40	52	62	52	57	58	63
13° mm		30	44	56	48	53	54	59
14° mm		20	36	50	44	49	50	55
15° mm			28	44	40	45	46	51
16° mm			20	36	36	41	42	47
17° mm				32	32	37	38	43
18° mm				26	28	33	34	39
19° mm				20	24	29	30	35
20° mm					20	25		
	GT1	GT2	GT3	GT4	.04 - 20	.04 - 25	.04 - 30	.04 - 35

N.B. Nella tabella sono riportati i diametri ottenuti nei differenti mm durante la progressione verso l'apice (lunghezza di lavoro = 20 mm)

Tab. 3 - Diametri di preparazione ottenuti dagli strumenti nella sequenza operativa.

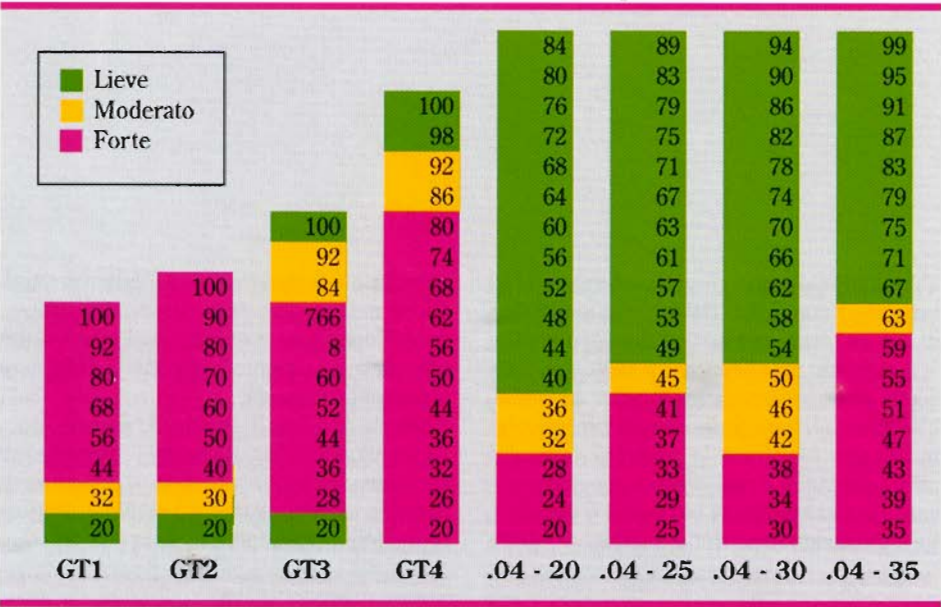
GT 1	12 mm
GT 2	14,3 mm
GT 3	16,5 mm
GT 4	18,7 mm
.04 - 20	20,0 mm (apice)
.04 - 25	19,7 mm
.04 - 30	19,3 mm
.04 - 35	19,0 mm

Tab. 2 - Profondità media raggiunta dai ProFile GT nella sequenza operativa.

con quella dell'obiettivo, con una video fotocamera digitale (Sony DCR-SC100E) così da avere immagini perfettamente sovrapponibili. Eseguita una prima fotografia del canale non strumentato, si è proceduto alle fasi di sagomatura. Dopo ogni passaggio degli strumenti è stata misurata la profondità raggiunta e dopo averli estratti dal canale è stata scattata una fotografia della preparazione fin lì eseguita. Le immagini sono state inserite nel computer con un apposito programma di acquisizione di fermo immagine (Sony DVBK-2000E), onde poter eseguire le analisi dimensionali utilizzando l'applicazione Corel Draw 7.0, per la marcatura dei perimetri del canale strumentato e non. Va rilevato che gli strumenti rotanti sono stati usati con un movimento lineare, senza cercare di eseguire allargamenti circolari, al fine di minimizzare le variabili derivanti dalla manualità dell'operatore.

Sono stati presi in considerazione i seguenti parametri, mediante sovrapposizione di immagini prima e dopo il passaggio di ogni strumento:

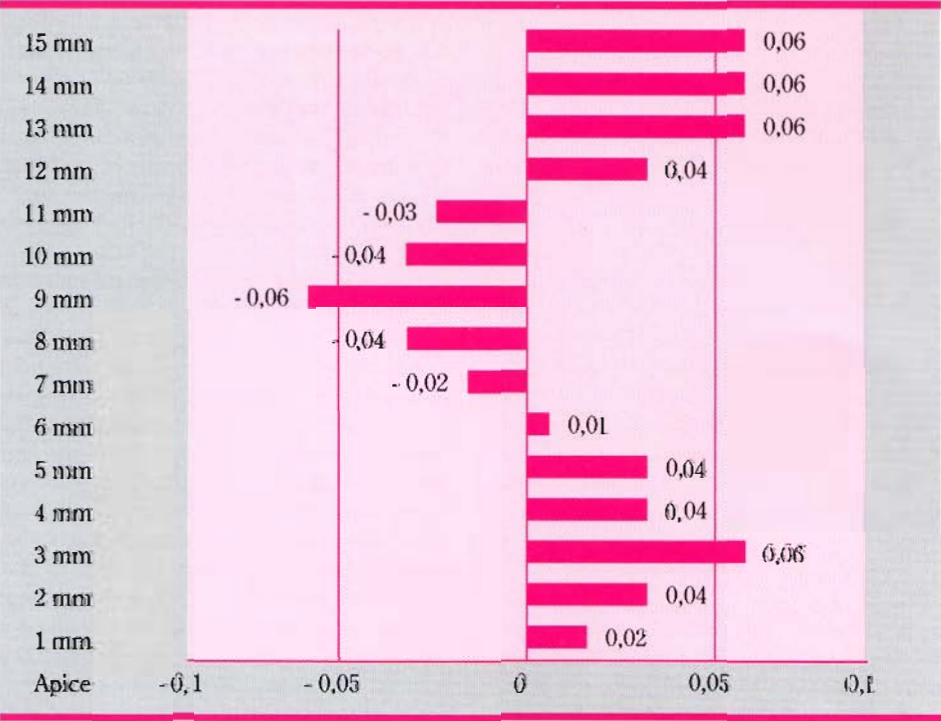
➤ progressione apicale di ciascun strumento (Tab. 2) e relativi diametri di preparazione (Tab. 3);



Tab. 4 - Impegno degli strumenti rotanti ProFile GT nella sequenza operativa.

GT Files				
Numero	Conicità	Punta	Lunghezza di Lavoro	Area di Lavoro
1	.12	20	12 mm	5,5 mm²
2	.10	20	15 mm	1,9 mm²
3	.08	20	17 mm	0,6 mm²
4	.06	20	19 mm	0,3 mm²
5	.04	20	20 mm (apex)	0,02 mm²

Tab. 5 - Area di lavoro (media).



Tab. 6 - Deviazione dalla traiettoria originale. Valori medi a preparazione completa.

- differente impegno di ciascun strumento nell'ambito della sequenza, inteso come visualizzazione della porzione di strumento realmente lavorante (Tab. 4);
  - differente impegno di ciascun strumento nell'ambito della sequenza, inteso come individuazione bidimensionale dell'area di lavoro (Tab. 5);
  - mantenimento dell'anatomia originale del canale post-preparazione (Tab. 6).
- Le misurazioni sono state eseguite ogni mm a partire dal primo millimetro coronale perpendicolarmente all'asse lungo del canale. I dati ottenuti sono stati analizzati statisticamente e la media dei risultati è stata utilizzata per evidenziare nelle tabelle 2 - 6 i differenti parametri.

## RISULTATI

I risultati ottenuti sono visualizzati nelle tabelle 2 - 6, che riportano le medie delle osservazioni sperimentali. Sottolineiamo ancora una volta, onde evitare confusioni, che nel presente studio i diametri degli strumenti vengono equiparati alle normative ISO, per ragioni di maggiore semplicità di visualizzazione, mentre in realtà i diametri degli strumenti seguono la standardizzazione ProFile proposta da Schilder, per cui sono lievemente più piccoli di quanto indicato numericamente nelle tabelle. Tale variazione ha comunque un modesto significato nella interpretazione delle tabelle in quanto relativa a tutti gli strumenti, quindi non modifica i rapporti nella sequenza operativa. Del resto nella pratica clinica è possibile riscontrare analoghe variazioni, in quanto le normative ISO prevedono una certa tolleranza nei diametri, per cui è possibile esaminando gli strumenti evidenziare dimensioni minori o maggiori, pur rimanendo entro i limiti indicati dalle specifiche.

La tabella 2 ci mostra la profondità raggiunta da ciascun ProFile GT rotante, utilizzato secondo la sequenza operativa illustrata nella tabella 1, all'interno del canale artificiale dalle caratteristiche morfologiche sopra riportate. La tabella 3 ci mostra anche i relativi diametri di preparazione e la tabella 5



quantizza bidimensionalmente l'allargamento ottenuto da ciascun file (misurato in mm 2), inteso come area di lavoro effettuato. La tabella 4 vuole invece visualizzare l'impegno delle lame di ciascun file nell'ambito della sequenza proposta (ricordiamo ancora che ciascuna rilevazione è stata effettuata dopo ogni passaggio di strumento), indicando con differenti colori quelle porzioni lavoranti dello strumento che alla profondità raggiunta hanno svolto un lavoro di allargamento canalare più o meno rilevante. La tabella 6 vuole valutare il mantenimento dell'anatomia originale del canale, evidenziando le deviazioni dalla traiettoria iniziale ottenute sovrapponendo immagine del canale all'inizio e alla fine delle fasi di preparazione.

## DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Dall'esame della tabella 2 possiamo evidenziare come solitamente i primi quattro strumenti della serie preparino il canale fin quasi alla lunghezza di lavoro, mentre gli strumenti "più tradizionali" a conicità .04 vengano utilizzati esclusivamente per un allargamento dei diametri di preparazione nella porzione più apicale. Il particolare disegno dei primi quattro strumenti ProFile GT Rotary permette infatti una agevole progressione verso l'apice probabilmente in virtù di un minore attrito torsionale dovuto alla ridotta parte lavorante ed in virtù delle ridotte dimensioni dei diametri di punta. Quest'ultima caratteristica rende però necessario, onde assicurare una valida sagomatura e detersione dell'apice, ricorrere poi a strumenti con un maggior calibro di punta, che a seguito del buon allargamento preliminare eseguito in precedenza raggiungono con relativa facilità la lunghezza di lavoro.

La tabella 3 è particolarmente interessante in quanto ci mostra i diametri di preparazione ottenuti quando gli strumenti raggiungono le differenti profondità all'interno del canale, pur con le dovute limitazioni del fatto che tali osservazioni (così come quelle che seguiranno) sono su due sole dimensio-

ni, quindi non perfettamente corrispondenti alla tridimensionalità dello spazio endodontico, e sono strettamente dipendenti dalla specifica anatomia del canale. Pur con tale approssimazione, i dati ottenuti sono comunque di notevole interesse in quanto consentono di visualizzare i diametri di preparazione e di conseguenza (Tab. 4) il minore o maggiore impegno di uno strumento della serie rispetto al precedente e soprattutto le porzioni della parte lavorante ove si esercita maggiormente l'azione di allargamento/taglio e le conseguenti sollecitazioni dovute all'impegno delle lame contro le pareti dentinali. La tabella 3, anche se a prima vista appare assai complessa, ha una chiave di lettura piuttosto semplice. Ogni colonna corrisponde ad uno strumento della serie, e sono via via indicati (dall'alto verso il basso, con quest'ultima posizione che corrisponde alla punta della lima canalare) i diametri ottenuti con la progressione degli strumenti millimetro per millimetro all'interno del canale. In tal modo si evidenziano le differenti profondità raggiunte (già riportate nella tabella 2) ed i relativi diametri di preparazione.

La tabella 4, prendendo spunto dalle misurazioni riportate nella precedente, evidenzia il maggior o minore impegno degli strumenti con una colorazione verde, allorquando nella specifica porzione lavorante l'impegno è stato minimo o nullo, gialla quando l'impegno è stato moderato e rossa quando si sono avute sollecitazioni elevate. Ovviamente tali suddivisioni sono solo puramente indicative riflettendo una personale scelta dell'autore nella scala dei valori, in quanto non vi è una reale misurazione delle sollecitazioni subite dallo strumento all'interno dello spazio endodontico. Inoltre le indicazioni sono limitate al tipo di canale utilizzato per tale sperimentazione (cioè dai suoi diametri e tenendo conto della posizione e delle caratteristiche morfologiche della curvatura). Cionondimeno riteniamo tale approccio assai interessante per valutare negli specifici casi la validità delle differenti sequenze operative nel valutare teoricamente i possibili rischi derivanti dall'impegno dello strumento contro le pareti dentinali. Nella pratica clinica poi, altri fattori quali la durezza della dentina e la presenza

di restringimenti e calcificazioni possono del resto influenzare il comportamento e la resistenza meccanica degli strumenti a differenza di un canale artificiale ove, a fronte di una durezza maggiore vi è un'anatomia più regolare, con diametri iniziali uniformemente conici.

La tabella ci offre comunque una facile individuazione di tali aree a rischio, evidenziando i momenti di maggiore sollecitazione durante l'esecuzione delle sequenze operative nella metodica sperimentale adottata. In linea di massima tali riscontri supportano l'osservazione pratica di deformazioni permanenti nelle porzioni più vicine alla punta negli strumenti scartati, cui si era accennato in precedenza, anche se la resistenza intrinseca di ciascun strumento agli stress torsionali (peraltro controllabili con i test di resistenza proposti dalle normative o utilizzati in letteratura) è poi un altro fattore da tenere in conto nella determinazione di tali fenomeni di affaticamento. Nella sequenza proposta, a nostro avviso è di fondamentale importanza raggiungere con lo strumento .06 - 20 la profondità di massimo due millimetri dalla lunghezza di lavoro, onde evitare che gli strumenti per la preparazione apicale siano sottoposti ad eccessivi stress durante tale fase. Le caratteristiche dei canali artificiali da noi strumentati hanno consentito, ben distribuendo le sollecitazioni fra i diversi strumenti della serie, anche se restano da valutare le possibilità ed i limiti della sequenza qui proposta in canali più complessi.

Per quanto concerne i dati riportati nella tabella 5 possiamo rilevare come nella sequenza Crown-Down li evidenziata (riferita cioè ai primi quattro strumenti, in quanto successivamente si passa ad un utilizzo con tecnica tipo Step-back) si rispetti correttamente il principio che gli strumenti più grossi preparino la strada ai più piccoli, diminuendo il lavoro per quest'ultimi, i quali sono meno resistenti per le loro caratteristiche dimensionali e per il fatto di correre il rischio (se la sequenza operativa non è corretta come impostazione) di dovere lavorare per tutta la lunghezza della porzione attiva. Tale meccanismo svolge una protezione verso gli strumenti che devono preparare l'apice, che ha una funzione ancor

più importante se si tiene conto che la maggior parte delle curvature sono in tale area e di conseguenza vi è un ulteriore maggior rischio di sollecitazioni tali da provocare la frattura intraoperatoria dello strumento rotante. L'utilizzazione di una valida e meccanicamente logica sequenza è, alla luce delle considerazioni sopra esposte, un parametro di notevole importanza per ridurre tali errori iatrogeni.

Per quel che concerne la tabella 6 possiamo rilevare come, in analogia con altri strumenti rotanti al nichel-titanio a conicità aumentata e a precedenti studi sugli strumenti GT manuali (4), sia possibile ottenere una buona sagomatura uniformemente conica nel rispetto dell'anatomia originale del canale. Vi è una minima tendenza al raddrizzamento, peraltro minore di quella che ci saremmo aspettati in virtù della riduzione della parte lavorante che implica un minor contatto dente-strumento, ma in generale possiamo dire che i risultati sono sovrapponibili a quelli ottenuti con altre tecniche. Un dato positivo, anche se frutto più delle esperienze personali che di dati oggettivi, è la maggior facilità di progressione apicale dei primi quattro strumenti rispetto agli strumenti con parte lavorante di 16 mm, probabilmente per una riduzione dell'effetto taper-lock e per i ridotti diametri di punta.

In conclusione possiamo affermare che la sequenza operativa proposta appare corretta ed in grado di utilizzare validamente le caratteristiche degli strumenti, cercando ove possibile di distribuire abbastanza uniformemente le sollecitazioni meccaniche, e consentendo di ottenere preparazioni uniformemente troncoconiche e rispettose dell'anatomia originale del canale. Tali positivi riscontri sono stati messi in luce con una innovativa tecnica di valutazione sperimentale (mediante visualizzazione del lavoro di ogni singolo strumento nell'ambito di una sequenza operativa), che potrà in seguito fornire ulteriori contributi per una migliore definizione delle tecniche operative di utilizzazione dei differenti strumenti a disposizione.

## BIBLIOGRAFIA

1. Buchanan LS. The art of endodontics: Files of greater taper. *Dentistry Today* 1996; 2: 42-49
2. Buchanan LS. The continuous wave of obturation technique "centered" condensation of warm gutta-percha in 12 seconds. *Dentistry Today* 1996; 1: 60-7
3. Cantatore G, Ceci A. Preparazione canalare con strumenti meccanici Ni-Ti. *Dental Cadmos* 1996; 2: 11-43
4. Cimma R, Aglesio Farina G, Meynardi A. GT Files of Greater Taper di LS Buchanan, strumenti endodontici manuali a conicità aumentata (predefinita) *G It Endo* 1998; 2: 70-75
5. Dentsply - Tulsa Dental products. Guidelines for root canal preparation with ProFile GT instruments.
6. Esposito PT, Cunningham CJ. A comparison of canal preparation with nickel-titanium and stainless steel instruments. *J Endodon* 1995; 21: 173-79.
7. Gambarini G. Studio comparativo di due sistemi di standardizzazione degli strumenti endodontici: analisi dimensionale. *G It Endo* 1994; 4: 144-50
8. Gambarini G, Gerosa R, De Luca M. Studio clinico sulla durabilità e resistenza alla frattura di strumenti canalari in nichel-titanio. Atti VIII Congresso Interregionale di Discipline Odontostomatologiche Numana (AN) 26-27 aprile 1996, 61-67.
9. Gambarini G, Berutti E. Can nickel-titanium rotary instruments efficiently and safely prepare the apical portions of curved canals? Presentation at the 8th Biennial Congress European Society of Endodontology, Göteborg, Sweden 12-14 June 1997.
10. Gambill JM, Alder M, Del Rio CE. Comparison of nickel-titanium and stainless steel hand-file instrumentation using computed tomography. *J Endodon* 1996; 22: 369-75.
11. Glosson CR, Haller RH, Dove BS, Del Rio CE. A comparison of root canal preparation using Ni-Ti engine driven, and k-flex endodontic instruments. *J Endodon* 1995; 21: 146-51.
12. Johnson WB. Presentation at the 3rd World Endodontic Congress I.F.E.A., Rome 29 June-1 July 1995.
13. Malagnino VA, Passariello P, Cantatore G. Caratteristiche delle leghe in nichel-titanio in relazione al loro possibile impiego endodontico. *G It Endo* 1994; 1: 10-15.
14. Pruett JP, Clement DJ, Carnes DL. Cyclic fatigue testing of nickel-titanium endodontic instruments. *J Endodon* 1997; 2: 77-85.
15. Ruddle CJ. Endodontic canal preparation: breakthrough cleaning and shaping strategies. *Dentistry Today* 1993; 13: 44-9.
16. Tulsa Dental Products. GT files. Instructional Video. Oklahoma, USA. 1996
17. Walia H, Brentley W, Gerstein H. An initial investigation of the bending and torsional properties of Nitinol root canal files. *J Endodon* 1988; 14: 346-50.
18. Weine FS, Kelly RF, Lio PJ. The effect of preparation procedures on original canal shape and apical foramen shape. *J Endodon* 1975; 1: 255-62.