

\* Vittorio Mussari  
\* Pier Paolo Pini  
\* Aniello Mollo  
\* Mario Veltri  
\* Piero Balleri  
\* Luca F. Ghelli  
\*\* Guido Lorenzini

Università degli Studi di Siena  
Dipartimento di  
Scienze Odontostomatologiche  
Direttore: Prof. Egidio Bertelli  
\* Cattedra di Odontoiatria Conservatrice  
Insegnamento di Endodonzia  
Titolare: Prof. Piero Balleri  
\*\* Cattedra Patologia Speciale  
Titolare: Prof. Guido Lorenzini

Corrispondenza:  
Prof. Piero Balleri  
Università degli Studi di Siena  
Dipartimento di  
Scienze Odontostomatologiche  
Policlinico "Le Scotte"  
V.le Bracci - 53100 Siena  
E-mail: pballeri@unisi.it  
Tel.: 0577-585771 - Fax: 0577-586155

## Analisi comparativa tridimensionale allo stereomicroscopio della strumentazione canalare di radici curve: HERO642-Endoflare, ProTaper

Tridimensional comparative analysis with stereomicroscope of canal instrumentation in curved roots: HERO642-Endoflare, ProTaper

### RIASSUNTO

**Obiettivi:** lo scopo di questo lavoro è stato quello di studiare il comportamento di due sistemi rotanti in Ni-Ti: HERO 642-Endoflare e ProTaper durante la strumentazione di canali curvi.

**Materiali e metodi:** 20 radici mesiali appartenenti a molari mandibolari estratti sono state inglobate in resina epossidica, utilizzando una muffola in plastica, e radiografate. In seguito sono stati realizzati due tagli perpendicolarmente all'andamento del canale individuato radiograficamente: uno a livello apicale ed uno al terzo medio.

Utilizzando uno stereomicroscopio, sono state effettuate le foto delle sezioni prima della strumentazione. Successivamente, le sezioni sono state riassemblate e i denti divisi casualmente in due gruppi: il primo strumentato con HERO642-Endoflare, il secondo utilizzando i ProTaper. Sono state effettuate le foto delle sezioni canalari strumentate e sovrapposte a quelle prestrumentazione, utilizzando un software di elaborazione di immagini. L'analisi delle immagini è stata effettuata prendendo in considerazione i seguenti parametri: la quantità di dentina asportata, il cambiamento della forma del canale, lo spostamento del centro di massa e la direzione in cui esso si è verificato.

**Risultati:** rispetto ai ProTaper, gli HERO642-Endoflare hanno prodotto un trasporto canalare maggiore a livello coronale e minore a livello apicale. Gli HERO642-Endoflare hanno asportato più dentina dei ProTaper a livello coronale, mentre a livello apicale sono stati i ProTaper ad asportare più dentina. A livello coronale i ProTaper hanno prodotto una preparazione più rotondeggiante.

**Conclusioni:** nelle condizioni del presente

studio, gli HERO642-Endoflare hanno creato un minor trasporto a livello apicale.

**Parole chiave:**

Strumenti rotanti in Ni-Ti,  
trasporto apicale.

### ABSTRACT

**Aims:** The aim of this study was to compare the shaping ability of HERO642-Endoflare and ProTaper during preparation of curved canals.

**Materials and methods:** 20 curved canals from extracted human mandibular molars were used for this study. The roots were embedded in clear epoxy resin using a plastic muffle and were radiographed. The specimens were then cross sectioned at two levels, apical third and middle third, perpendicular to the long axis of the root localized radiographically. Stereomicroscopic photos were taken of the uninstrumented canal sections. The sections were reassembled and the teeth divided randomly into two groups: the first group was prepared with HERO 642-Endoflare, the second one with ProTaper. Similar photos of the instrumented canals were taken and superimposed over their uninstrumented counterparts using an image analysis software. Four parameters at each level were evaluated: the amount of removed dentin, the change of canal shape and the amount and direction of canal center movement.

**Results:** compared to ProTaper, HERO642-Endoflare showed greater transportation at the coronal level and less at the apical level. HERO642-Endoflare removed more dentin than ProTaper coronally, on the other hand ProTaper removed more dentin apically. ProTaper produced rounder preparations at the

coronal level.

**Conclusions:** this study showed that HERO642-Endoflare produced a canal preparation more efficient, and less apical zip.

**Key-words:**

Ni-Ti rotary instruments,  
apical transport.

### INTRODUZIONE

Diverse tecniche sono state utilizzate per la valutazione della strumentazione canalare nel corso degli anni da diversi Autori. Alcuni hanno proposto l'analisi dei campioni strumentati tramite il SEM (1), altri tramite tecniche radiologiche (2), altri ancora attraverso la tomografia computerizzata (3). Alcuni studi hanno proposto il riempimento con silicone dei canali strumentati (4).

La tecnica utilizzata per valutare la strumentazione canalare in questo lavoro è stata quella descritta da Bramante nel 1987 (5) e in seguito modificata da diversi Autori (6,7).

Per semplificarne le procedure sono state comunque apportate ulteriori modifiche.

Lo scopo del presente lavoro è stato quello di valutare la capacità di lavorare in maniera centrata all'interno del canale di due tipi di strumenti in Ni-Ti che trovano un'ampia diffusione nel mercato: HERO 642-Endoflare (Micromega, Besancon, Francia) e ProTaper (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Svizzera).

### MATERIALI E METODI

#### HERO642

La serie di strumenti prevede tre differenti

conicità (.02T, .04T e .06T) per ogni misura ISO del diametro in punta 20, 25, 30.

Il numero degli strumenti da utilizzare varia in base alla difficoltà del canale. Le principali caratteristiche sono:

- sezione a tripla elica con tre angoli di taglio leggermente positivi e con ridotta superficie di contatto con il canale;
- maggiore anima residua che aumenta la resistenza alla frattura;
- passo variabile delle spire che riduce il rischio di "avvitamento";
- punta non lavorante.

L'Endoflare presenta le stesse caratteristiche tecniche degli HERO642, la conicità però è del 12%, il diametro in punta del 25 e la lunghezza della parte attiva 10 mm.

Questo strumento viene introdotto per 3 mm all'interno del canale con un leggero movimento di va e vieni, appoggiandosi alle pareti del canale in modo da eliminare i sottosquadri presenti a livello coronale.

#### PROTAPER

Il set contiene tre strumenti denominati Shaping File e tre Finishing File. Questi strumenti sono disponibili con lunghezza di 21-25 mm.

Vengono utilizzati ad una velocità che può variare dai 250 ai 300 giri al minuto.

Le principali caratteristiche dei ProTaper sono (8):

- conicità multipla che aumenta la flessibilità e la capacità di taglio;
- sezione triangolare con lati convessi che riducono l'area di contatto tra la lama dello strumento e la parete dentinale;
- passo variabile delle spire e dell'angolo elicoidale che migliora la capacità di taglio;
- diametro in punta variabile;
- punta modificata;
- diminuzione della conicità nella porzione non tagliente dello strumento: serve principalmente ad aumentare la flessibilità;
- manico corto.

#### SELEZIONE DEI CAMPIONI

Per questo studio sono state selezionate 20 radici mesiali appartenenti a molari inferiori, precedentemente estratti ed immersi in soluzione fisiologica. Tutti i denti sono stati selezionati in base alla presenza di un apice radicolare maturo, all'assenza di anomalie rilevanti della morfologia canale, con un grado di curvatura compreso tra 24° e 45°, determinato con il metodo di Schneider (9).

#### PREPARAZIONE DEI CAMPIONI

La cavità d'accesso endodontica è stata pre-

parata utilizzando una fresa diamantata a pera (807 Krugg, Milano, Italia), montata su turbina e successivamente rifinita con una fresa Endo-Z (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Svizzera). I denti sono stati poi decuspidati per ottenere un più facile e ripetibile punto di riferimento per la misurazione della lunghezza di lavoro.

Per valutare la pervietà canale, un K-File 10 è stato inserito sino a 1 mm dall'apice. Mediante l'uso di una dima sono state ottenute radiografie iniziali standardizzate. A ciascun dente è stato assegnato un numero che è stato, poi, riportato anche sulla corrispondente radiografia.

Gli apici radicolari sono stati poi chiusi esternamente con della resina, mentre la cavità d'accesso è stata sigillata con del Cavit-W (3M ESPE, Seefeld, Germania): in tale modo si è evitato che la resina utilizzata per l'inglobamento entrasse nel canale radicolare (10).

I denti sono stati posizionati all'interno di una muffola cilindrica (Fig. 1) di 3 cm di diametro e 5 cm d'altezza, in cui è stata colata della resina epossidica trasparente (EC 141 Camattini spa, Parma, Italia) con tempo di gelificazione pari ad 8 ore e tempo d'indurimento pari a 24 ore. Sono stati inseriti, all'interno della resina ai due lati del dente, due guide cilindriche in metallo con diametro di 2 mm. I due cilindri sono stati posti sullo stesso piano in cui giaceva la maggior curvatura del canale, valutata nelle precedenti radiografie, per impedire che la struttura di resina avesse la possibilità di ruotare lungo il suo asse verticale.

Questo tipo di muffola da noi utilizzata è diversa sia rispetto a quella utilizzata da Bramante (5), sia da quelle introdotte successivamente da Mc Cann T. e Hulsmann M. (7, 11). Dopo la colatura e l'indurimento della

resina, si è ottenuto un cilindro trasparente in cui sono stati effettuati due tagli paralleli al piano frontale su cui giace la massima curvatura del canale, uno anteriormente al dente ed uno posteriormente a questo. Su una delle due facce così ottenute, è stato collocato un piano di supporto in plastica, in modo che l'altra faccia desse la possibilità di una visione diretta della radice, facilitando così le manovre di strumentazione canale. Le pareti laterali, conservando il loro andamento curvilineo, hanno impedito alla struttura in resina di inclinarsi in avanti o indietro.

Una volta ultimata la realizzazione dei campioni, sono stati effettuati due tagli perpendicolari all'asse lungo del canale radicolare, utilizzando una troncatrice (Micromet, Komet, Lemgo, Germania) con un disco diamantato dello spessore di 0,4 mm e avente un diametro di 9 cm. I tagli sono stati realizzati prendendo come punto di riferimento l'apice radicolare, per cui:

- il primo taglio è stato eseguito a 2 mm dall'apice;
- il secondo a 4 mm dall'apice.

In questo modo le sezioni usate per valutare le modificazioni della forma del canale si trovano nelle zone di massima curvatura osservate in radiografia:

- terzo medio (4 mm): è il punto in cui si realizzano la maggior parte delle perforazioni;
- terzo apicale (2 mm): in molti studi è stato riportato che il trasporto canale avviene spesso negli ultimi millimetri apicali (12). Dai tagli del dente si sono ottenuti tre blocchetti: il primo coronale, il secondo medio e il terzo apicale. Le superfici delle sezioni analizzate sono state nominate con delle lettere: A = coronale; B = medio-coronale; C = medio-apicale; D = apicale.

Tali superfici sono state levigate al fine di eliminare le rugosità create dalla lama, in modo da ottenere superfici più lisce e quindi una visione più nitida delle superfici stesse al momento dell'osservazione al microscopio.

I campioni sono stati sottoposti ad un procedimento di sabbatura con polvere di carburo di silicio dalle seguenti grane: 240, 400, 600, 800, 1000. Dopo tale operazione, i denti sono stati ripuliti prima con aria compressa e poi in delle vaschette ad ultrasuoni, in modo da eliminare le impurità dovute alla levigatura.

Le sezioni così ottenute, sono state poi analizzate tramite uno stereomicroscopio ZEISS (Zeiss, Oberkochen, Germania) e fotografate con un ingrandimento di 12x, utilizzando



Fig. 1 - Muffola contenente il dente sezionato.

do rullini per diapositive del tipo Ektachrome 160T ASA 24x36 (Eastman Kodak, Rochester, NY, USA). Per ottenere una visione dei margini canalari più netta al momento dell'osservazione allo stereomicroscopio, sulle sezioni è stata applicata, tramite uno strumento di Peter-Tomas, della cera blu riscaldata; l'intero processo è stato eseguito utilizzando lo stereomicroscopio in modo da poter valutare l'apposizione della cera e il suo preciso adattamento lungo i margini delle sezioni del canale.

Le sezioni sono state centrate e successivamente è stata presa con del putty (Provil Putty Hereaus Kultzer, Hanau, Germania) un'impronta della loro metà inferiore. La sezione inserita nell'impronta sono state poi incollate con resina cianoacrilata (Attak vetro, Loctite, Henkel, Milano, Italia) ad un vetrino; ciò è servito ad ottenere lo stesso orientamento delle sezioni prima e dopo la strumentazione (13). Ciascuna superficie è stata fotografata due volte:

- la prima foto ci è servita per analizzare la forma e le dimensioni del canale;
- la seconda è stata effettuata ponendo sopra la superficie della sezione un reticolo metallico, avente maglia quadrata di lato di 0,5 mm. Questo sistema ha permesso di misurare sull'immagine fotografica le dimensioni reali del canale in modo preciso. Le foto delle sezioni così ottenute sono state poi sviluppate e digitalizzate (Nikon Coolscan IV Ed, Nikon, Tokio, Giappone) utilizzando un programma di acquisizione di immagini (Nikon Scan 3.1).

Attraverso l'uso di Adobe Photoshop 5.0 (Adobe System, Mountain View, CA, USA) le foto sono state portate tutte alla stessa risoluzione di 72 pixel/pollice e ad una dimensione di 1600 pixel di larghezza e 1200 pixel di altezza. Per ottenere le foto in scala è stato utilizzato il programma Scion Image (versione per Windows di Nih Image). Il lato del quadratino (che corrisponde ad una distanza nota) è stato misurato in pixel selezionando la linea calibrata posta nel riquadro degli strumenti. In seguito è stata inserita la sua lunghezza reale (0,5 mm), selezionata l'unità di misura (millimetri), e ciò ci ha permesso di ottenere le dimensioni dell'immagine nell'unità di misura da noi scelta (millimetri), rendendo in questo modo possibile la misurazione di lunghezze ed aree. La calibrazione dell'immagine è stata realizzata per ogni singola foto.

A questo punto i tre blocchetti sono stati riasssemblati nella struttura a tre pareti e bloccati dai due pilastri inseriti ai lati in mo-

do da creare le condizioni ideali e ripetibili per la strumentazione canalare.

Per reintegrare lo spessore di materiale asportato dal taglio della troncatrice e ristabilire la dimensione verticale originaria, sono stati applicati tra i tre blocchetti, ottenuti dopo la sezione del dente, due spessori in resina di 0,4 mm.

I 20 campioni sono stati divisi in due gruppi da 10 elementi in maniera casuale; il primo gruppo è stato strumentato con HERO 642 ed Endoflare, il secondo con i ProTaper. È stato stabilito che gli strumenti fossero utilizzati in 5 canali prima di essere sostituiti. In tutto sono stati utilizzati due set di HERO642-Endoflare e due di ProTaper. Per quanto riguarda le sequenze operative, per entrambi i sistemi sono state rispettate quelle consigliate dalle case produttrici. In entrambi i sistemi è stato portato alla LL uno strumento con diametro di punta 0.30.

Dopo l'utilizzo di ogni strumento è stato eseguito un lavaggio con ipoclorito di sodio ed è stato adoperato un chelante ad effetto lubrificante (Glyde File Prep, Dentsply Maillefer, Ballaigues, Svizzera).

Al termine della strumentazione, le sezioni delle radici sono state rimosse dalla muffola e della cera blu è stata nuovamente applicata nello spazio canalare allargato. Le sezioni sono state nuovamente posizionate sotto il microscopio e fotografate (14). Le immagini dei canali prima e dopo la strumentazione sono state sovrapposte prendendo come riferimento tre linee tracciate a partire dal margine del canale sino ad arrivare al contorno esterno del dente (Fig. 2).

Le metodologie di valutazione delle sezioni canalari proposte dal 1985 ad oggi sono innumerevoli (15). Dall'analisi della letteratura, i parametri di valutazione più frequentemente utilizzati sono: la variazione di forma e di area della sezione canalare e lo

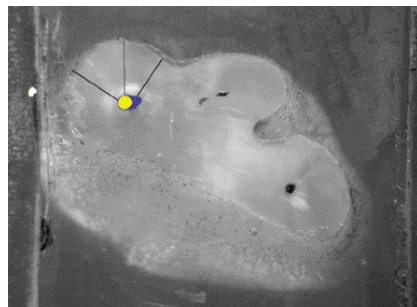


Fig. 2 - Sezione della radice in cui il canale prima della strumentazione (in giallo) è sovrapposto a quello dopo la strumentazione (in blu).

spostamento del centro di massa del canale a seguito della strumentazione.

In questo lavoro sono stati utilizzati i seguenti parametri per la valutazione delle sezioni canalari:

1. Tempo di strumentazione attiva di ciascun canale.
2. Area (in mm<sup>2</sup>) e perimetro (in mm) iniziali e finali delle sezioni canalari (16).
3. Coordinate dei centri di massa (A e B) dei canali prima e dopo la strumentazione.
4. Estensione dello spostamento del centro del canale valutato misurando la distanza tra le coordinate cartesiane dei due centri di massa, usando il teorema di Pitagora (8):

$$C = [(x_A - x_B)^2 + (y_A - y_B)^2]^{1/2}$$

dove C rappresenta il movimento del centro del canale;  $x_A$ ,  $y_A$  rappresentano le coordinate del centro del canale prima della strumentazione,  $x_B$ ,  $y_B$  rappresentano le coordinate del centro del canale dopo la strumentazione.

5. Direzione di spostamento del centro del canale (8, 17, 18, 19) nelle componenti M-D e V-L. È stato preso come punto di riferimento per le misurazioni il centro della sezione canalare pre-strumentazione, in modo da identificare la direzione di spostamento (20).

Il lato mesiale corrisponde alla porzione esterna della curva canalare, mentre il lato distale corrisponde alla porzione interna della curva (Fig. 3).

6. Rotondità della sezione del canale ottenuta misurando l'eccentricità della sezione canalare. Identificata la migliore ellisse che è possibile inscrivere nella sezione

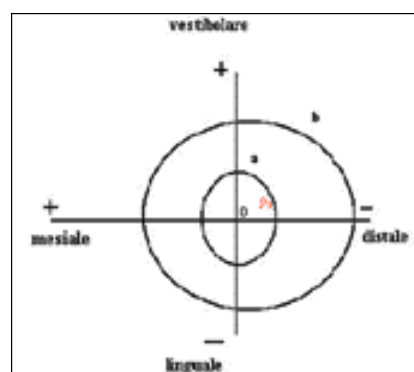


Fig. 3 - Direzione dello spostamento del centro di massa.

$a$  = perimetro del canale prima della strumentazione  
 $b$  = perimetro del canale dopo la strumentazione  
 $o$  = centro del canale prima della strumentazione  
 $o_1$  = centro del canale dopo la strumentazione

canalare e misurati i suoi assi, l'eccentricità è calcolata matematicamente secondo la formula

$$e = c/a$$

dove  $c$  = distanza tra i due fuochi (i fuochi giacciono sull'asse maggiore),

$a$  = asse maggiore dell'ellisse.

Inoltre  $c = (a^2 - b^2)^{1/2}$ , dove  $b$  rappresenta la misura dell'asse minore.

L'eccentricità vuol misurare di quanto l'ellisse, per la sua forma più o meno allungata, differisce dalla circonferenza. Più il valore dell'eccentricità si avvicina allo zero, più la forma dell'ellisse si avvicina a quella di una circonferenza. Ciò può essere spiegato dal fatto che il cerchio è un caso particolare dell'ellisse in cui i due fuochi coincidono; quindi diminuendo la distanza tra i due fuochi l'eccentricità diminuisce (vedi formula) e la forma assunta dall'ellisse si avvicina a quella di un cerchio.

Per ottenere la misurazione dei parametri 2, 3, 4, 5, 6 ci siamo avvalsi del programma Scion Image.

L'analisi statistica dei risultati ottenuti è stata effettuata utilizzando il test  $t$  di Student.

## RISULTATI

Il tempo di strumentazione effettivo dei denti sezionati è stato valutato calcolando la media ed il range dei valori ottenuti ed i risultati sono mostrati nella tabella 1.

Si può notare che in media gli HERO642-Endoflare hanno impiegato un tempo leggermente minore per la preparazione canalare. Gli HERO 642-Endoflare presentano anche un range di valori inferiore ai ProTaper.

La quantità di dentina rimossa ai vari livelli è riportata nella tabella 2. La variazione di area a livello medio-coronale (B) e medio apicale (C) è stata simile tra i due gruppi di denti. Tuttavia, a livello coronale (A) gli HERO642-Endoflare hanno asportato maggiori quantità di dentina ( $t = 2,23$ ;  $p < 0,05$ ), mentre nella sezione apicale (D) la quantità di dentina rimossa è stata minore rispetto ai ProTaper ( $t = 2,27$ ;  $p < 0,05$ ).

I valori della variazione dell'eccentricità, sono riportati nella figura 4. Per quanto riguarda la variazione dell'eccentricità a livello coronale, i ProTaper hanno prodotto una forma canalare più rotondeggiante ( $t = 2,25$ ;  $p < 0,05$ ).

STRUMENTO	MEDIA	RANGE
HERO642	1.02	1.2-45
PROTAPER	1.12	1.28-49

Tab. 1 - Tempo di strumentazione ( $n = 10$ ).

SEZIONI	PROTAPER		HERO642	
	media (mm2)	DS	media (mm2)	DS
A	0,25	0,14	0,43	0,19
B	0,2	0,14	0,276	0,12
C	0,173	0,12	0,182	0,1
D	0,147	0,05	0,089	0,04

Tab. 2 - Variazione dell'area.

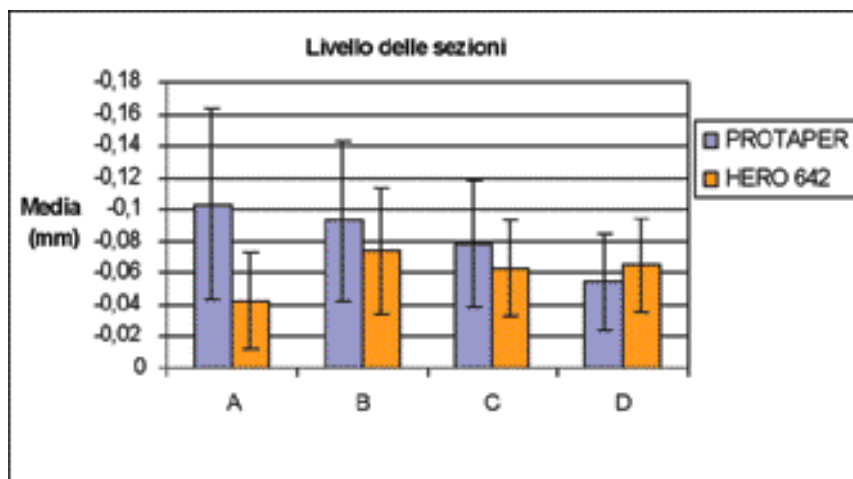


Fig. 4 - Variazione della forma del canale.

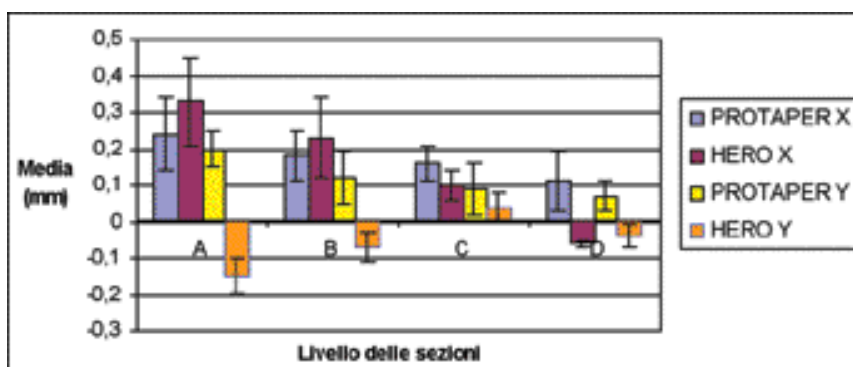


Fig. 5 - Direzione del movimento del centro di massa.

Riguardo il movimento del centro di massa in senso M-D (asse x), i cui valori sono riportati nella figura 5, solo a livello medio-

apicale (C) i ProTaper hanno prodotto un movimento maggiore ( $t = 2,96$ ;  $p < 0,05$ ); i valori dello spostamento in senso V-L (asse y)



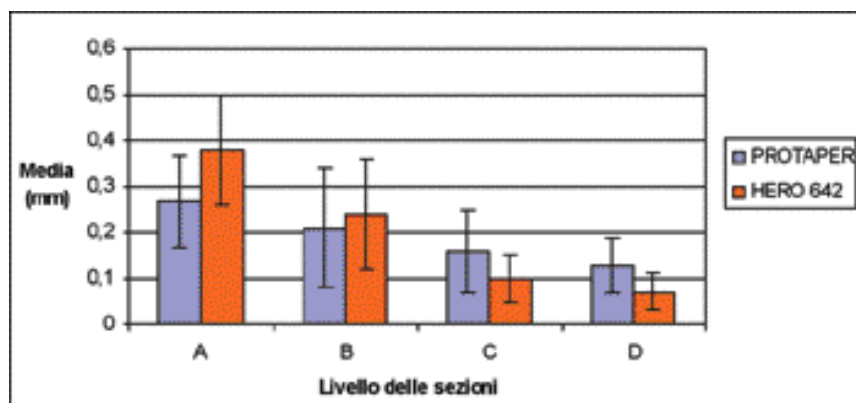


Fig. 6 - Movimento del centro di massa.

non hanno mostrato differenze statisticamente significative, tranne a livello della sezione coronale (A), dove i ProTaper hanno prodotto un maggiore movimento del centro di massa ( $t = 2,23$ ;  $p < 0,05$ ).

Le distanze tra i centri di massa dei canali prima e dopo la strumentazione per i due gruppi, calcolati tramite il teorema di Pitagora, sono riportati nella figura 6.

Il movimento del centro di massa è stato simile per entrambi i gruppi a livello delle sezioni medie (B e C). A livello coronale (A) gli HERO642-Endoflare hanno prodotto un maggiore spostamento del centro di massa ( $t = 2,24$ ;  $p < 0,05$ ); mentre a livello apicale (D) sono stati i ProTaper a realizzare un maggior movimento ( $t = 2,63$ ;  $p < 0,05$ ).

## CONCLUSIONI

In passato i ricercatori hanno cercato di mettere in risalto le caratteristiche tecniche degli strumenti in Ni-Ti (21- 24) rispetto a quelle degli strumenti tradizionali in acciaio. Oggi la ricerca tende ad analizzare le caratteristiche dei diversi sistemi in Ni-Ti e a confrontarli fra loro (25,26).

Durante l'utilizzo di entrambi gli strumenti rotanti si è verificata, in alcuni casi, qualche difficoltà nel raggiungimento della lunghezza di lavoro. Ciò può essere in parte dovuto all'ostruzione parziale, causata dai detriti accumulati durante il passaggio della lama diamantata della sega utilizzata per ottenere le sezioni. In questi casi si è preferito sondare i canali con strumenti manuali (files) con diametro in punta del 10, per rimuovere i detriti e riottenere la pervietà del canale, piuttosto

che tentare di forzare lo strumento all'interno del canale. L'utilizzo di abbondanti irriganti ha inoltre facilitato il passaggio dello strumento all'interno del canale.

Non si sono verificate, nel corso della strumentazione, fratture degli strumenti utilizzati.

Per quanto riguarda la quantità di dentina asportata lungo le pareti dei canali, i ProTaper hanno rimosso, rispetto agli HERO642-Endoflare, una quantità inferiore a livello coronale ( $t = 2,23$ ;  $p < 0,05$ ) e maggiore a livello apicale ( $t = 2,27$ ;  $p < 0,05$ ). Al contrario, nella porzione medio-apicale ed apicale le differenze non sono state significative.

A seguito della strumentazione i due sistemi tendono a creare preparazioni più rotondeggianti rispetto alla forma originale del canale, come mostra la diminuzione di eccentricità del canale. Questa diminuzione indica una tendenza ad asportare tessuto dentinale uniformemente su tutte le pareti del canale e dà informazioni, anche se in maniera indiretta, sulla capacità degli strumenti di lavorare centrati nel canale. In particolare, i ProTaper hanno realizzato a livello coronale una forma canalare più rotondeggiante rispetto agli HERO642-Endoflare ( $p < 0,05$ ); viceversa a livello apicale sono stati gli HERO642-Endoflare a creare una preparazione più rotondeggiante ( $p < 0,05$ ).

In canali di ampio diametro, o nelle zone di confluenza di due canali, la valutazione dell'eccentricità del canale può essere fuorviante, poiché lo strumento è impossibilitato a lavorare su tutte le pareti in modo continuo ed uniforme e tende a portarsi nelle zone in cui trova minore attrito, per cui non rimane ben centrato all'interno del canale. La presenza di radici con tali canali è stata per il gruppo strumentato con i ProTaper del

9 %, mentre per il gruppo strumentato con gli HERO642-Endoflare del 7%.

La valutazione della direzione dello spostamento dei centri di massa ha messo in evidenza che gli HERO642-Endoflare hanno prodotto a livello coronale, medio-coronale e apicale un movimento in direzione mesio-linguale; a livello medio-apicale lo spostamento è avvenuto in direzione mesio-vestibolare. I ProTaper hanno prodotto, in tutte le sezioni, spostamenti del centro di massa in direzione mesio-vestibolare.

Nei canali strumentati con i ProTaper, la componente mesiale del movimento del centro di massa a livello medio-apicale è stata maggiore rispetto a quella ottenuta con gli HERO642-Endoflare ( $p < 0,05$ ), mentre a livello coronale il movimento in direzione vestibolare ottenuto con i ProTaper è stato significativo ( $p < 0,05$ ) rispetto al trasporto linguale attuato dagli HERO642-Endoflare. Il valore dello spostamento del centro di massa, osservato nel gruppo di denti strumentati con HERO642-Endoflare, è stato maggiore rispetto a quelli strumentati con ProTaper a livello coronale ( $p < 0,05$ ); a livello apicale invece sono stati i ProTaper a produrre un maggiore trasporto del centro di massa rispetto agli HERO642-Endoflare ( $p < 0,05$ ). Minore è lo spostamento del centro di massa, più lo strumento ha lavorato centrato all'interno del canale in maniera circonferenziale sulle pareti canalari.

Confrontando la variazione dell'area dovuta alla strumentazione, gli HERO642-Endoflare mostrano un incremento di area in media di  $0,089 \text{ mm}^2$  per la sezione apicale dei denti strumentati a cui corrisponde una variazione del centro di massa di  $0,07 \text{ mm}$ : lo strumento ha lavorato in apice asportando dentina, ma ha modificato di poco l'asse del canale. Ciò vuol dire che lo strumento ha lavorato centrato nel canale e grazie all'Endoflare, utilizzato per eliminare precocemente le interferenze coronali, la distanza tra i centri di massa è stata minima.

È importante ricordare che gli ultimi strumenti utilizzati per la preparazione dell'apice radicolare presentavano diametro in punta di 30 centesimi di millimetro per entrambi i gruppi, ma una diversa conicità; ciò determina l'asportazione di una diversa quantità di dentina.

Nei canali strumentati con i ProTaper, la dentina asportata a livello apicale è stata maggiore rispetto a quelli strumentati con gli HERO642-Endoflare e pari a  $0,135 \text{ mm}^2$ , mentre la variazione del centro di massa è stata di  $0,13 \text{ mm}$ , anch'essa però maggiore di quella degli

HERO642-Endoflare. Ciò può essere in parte dovuto, a nostro avviso, al fatto che hanno avuto un ridotto movimento del centro di massa a livello coronale, per cui lo strumento in punta ha dovuto flettersi maggiormente. A livello della sezione coronale, hanno mostrato una maggiore capacità di rimanere centrati rispetto agli HERO642-Endoflare. Questo può essere in parte spiegato dal fatto che per la strumentazione del terzo coronale del gruppo strumentato con gli HERO642-Endoflare sono stati utilizzati i nuovi strumenti al Ni-Ti Endoflare, studiati sia per realizzare l'allargamento dell'imbocco

coronale del canale, sia per eseguire, con movimenti di appoggio parietali (di lateralità), una svasatura selettiva, in modo da eliminare le interferenze del terzo coronale. Gli Endoflare hanno prodotto probabilmente una strumentazione meno centrata a livello del terzo coronale rispetto ai ProTaper (ciò è dimostrato anche dal fatto che hanno prodotto una minore differenza di eccentricità rispetto ai ProTaper) asportando, nel contempo, una maggiore quantità di dentina. Questo tipo di approccio ha probabilmente facilitato la successiva strumentazione da parte degli HERO642 nel terzo apicale.

L'utilizzo degli Endoflare prima della sequenza operativa HERO642 ha, secondo la nostra opinione, consentito di ottenere una strumentazione del terzo apicale più centrata rispetto ai ProTaper, minimizzando il trasporto apicale.

Alcuni Autori hanno valutato la capacità degli HERO642 di rimanere centrati nel canale utilizzando la tecnica di Bramante su denti estratti (13), altri su denti in resina (27,28) e i valori riscontrati, riferiti al livello apicale, sono stati in media lievemente maggiori rispetto a quelli presentati in questo studio.

## BIBLIOGRAFIA

1. Rubin LM, Skoge Z, Krakow AA, Grow P. The effect of instrumentation and flushing of freshly extracted teeth in endodontic therapy: a scanning electron microscope study. *J Endod* 1979; 5: 328-35.
2. Chenail BL, Tepliskj PE. Endodontics in curved root canal. *J Endod* 1985; 11: 369-74.
3. Gambill JM, Alder M, Del Rio CE. Comparison of nickel titanium and stainless steel hand-file instrumentation using computed tomography. *J Endod* 1996; 22: 369-75.
4. Abou-Rass M, Jastrab RJ. The use of rotary instruments as auxiliary aids to root canal preparation of molars. *J Endod* 1982; 8: 78-82.
5. Bramante CM, Berbert A, Borges RP. A methodology for evaluation of root canal instrumentation. *J Endod* 1987; 13: 243-245.
6. Lesenberg DA, Montgomery S. The effects of Canal Master, Flex-R, and K-Flex instrumentation on root canal configuration. *J Endod* 1991; 17: 59-65.
7. Hulsmann M, Gambal A, Bahr R. An improved technique for evaluation of root canal preparation. *J Endod* 1999; 25: 599-602.
8. Ruddle CJ. The ProTaper endodontic system: geometries features and guidelines for use. *Dent Today* 2001; 10:60-67.
9. Schneider SW. A comparison of canal preparations in straight and curved canals. *Oral Surgery* 1971; 32(2): 271-275.
9. Glosson CR, Haller RH, Dove SB, Del Rio CE. A comparison of root canal preparations using Ni-Ti hand, Ni-Ti engine-driven, and K-Flex endodontic instruments. *J Endod* 1995; 21: 146-151.
10. Mc Cann JT, Keller DL. A modification of the muffle model system to study root canal morphology. *J Endod* 1990; 16: 114-116.
12. Weine FS, Kelly RF, Lio PJ. The effect of preparation procedures on original canal shape and on apical foramen shape. *J Endod* 1975; 1: 255-62.
13. Bertrand MF, Lupi-Pégurier L, Médioni E, Muller M. Curved molar root canal preparations using HERO 642 rotary nickel-titanium instruments. *Int Endod J* 2001; 34: 631-636.
14. Shadid DB, Nicholls JJ, Steiner JC. A comparison of curved canal transportation with Balanced Force versus Lightspeed. *J Endod* 1998; 24: 651-654.
15. Calhoun G, Montgomery S. The effects of four instrumentation techniques on root canal shape. *J Endod* 1988; 14: 273-277.
16. Samyn JA, Nicholls JJ, Steiner JC. Comparison of stainless steel and nickel-titanium instruments in molar root canal preparation. *J Endod* 1996; 22: 177-181.
17. Short J, Morgan LA, Baumgartner JC. A comparison of canal centering ability of four instrumentation techniques. *J Endod* 1997; 23: 503-7.
18. Chan A.W, Gheung GS. A comparison of stainless steel and nickel-titanium K-files in curved root canals. *Int Endod J* 1996; 29: 370-375.
19. Carvalho LA, Bonetti I, Borges MA. A comparison of molar root canal preparation using Stainless-Steel and Nickel-Titanium instruments. *J Endod* 1999; 25: 807-810.
20. Fabra-Campos H, Rodriguez-Vallejo J. Digitization. Analysis and processing of dental images during root canal preparation with Quantec Series 2000 instruments. *Int Endod J* 2001; 24: 29-39.
21. Campos JM, Del Rio C. Comparison of mechanical and standard hand instrumentation techniques in curved root canals. *Am Assoc Endod* 1990; 16: 230-234.
22. Hankins PJ, ElDeeb ME. An evaluation of the Canal Master, Balanced-Force, and Step-Back Techniques. *J Endod* 1996; 22: 123-130.
23. Roig-Cayon M, Basilio-Monné J, Abòs-Herrándiz R, Brau-Aguade E, Canalda-Sahli C. A comparison of molar root canal preparations using Flexofile, Canal MasterU, and Heliapical Instruments. *J Endod* 1994; 20: 495-499.
24. Versumer J, Hulsmann M, Schafers F. A comparative study of root canal preparation using ProFile .04 and Lightspeed rotare Ni-Ti instruments. *Int Endod J* 2002; 35: 37-46.
25. Bergmans L, Cleynebreugel JV, Wevers M, Lambrechts P. Mechanical root canal preparation with NiTi rotary instruments: rationale, performance and safety. *J Am Dent* 2001; 14: 324-333.
26. Deplazes P, Peters O, Barbakow F. Comparing apical preparations of root canals shaped by Nickel-Titanium rotary instruments and Nickel-Titanium hand instruments. *J Endod* 2001; 27: 196-202.
27. Thompson SA, Dummer PMH. Shaping ability of HERO 642 rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals: Part 1. *Int Endod J* 2000; 33: 248-254.
28. Thompson SA, Dummer PMH. Shaping ability of HERO 642 rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals: Part 2. *Int Endod J* 2000; 33: 255-261.