

Massimo Mori¹
Elisabetta Cotti²

¹Libero Professionista in Genova
²Università degli Studi di Cagliari
Cattedra di Odontoiatria Conservativa

Corrispondenza:
Massimo Mori
Piazza Borgo Pila 40/19
16129 Genova tel.0105701424
E-mail mori@village.it

Pervenuto in Redazione il 14 febbraio 2005
Accettato per la pubblicazione il 17 novembre 2005

Confronto mediante modello matematico delle conicità di canali preparati con tecniche *step-back* e differenti strumenti

Mathematical comparison of tapered preparations obtained using step-back techniques with different root canal instruments

RIASSUNTO

Scopo: l'uso della lega in Ni-Ti e le proprietà superelastiche della stessa nella costruzione degli strumenti endodontici hanno permesso l'aumento della conicità degli strumenti. Questo lavoro è nato dall'esigenza di conoscere la conicità teorica raggiunta alla fine della sagomatura di canali trattati con strumenti di conicità aumentata, con strumenti della "serie 29" e confrontarla mediante un metodo matematico con quella ottenuta con strumenti standard a conicità .02, utilizzando una tecnica di preparazione di tipo *step-back*.

Metodologia: l'analisi della conicità teorica ottenuta può essere fatta basandosi su modelli matematici senza bisogno di prove *in vitro*, in quanto le misure degli strumenti canalari devono rispondere a regole fisse (norme ISO).

Risultati: le preparazioni ottenute con l'uso di strumenti di conicità .02 ISO hanno tutte una conicità del 5% con qualunque diametro di strumento alla Lunghezza di Lavoro (LL), usando gli strumenti con un intervallo a scalare di 1 mm. Le preparazioni ottenute con l'uso di strumenti .04 hanno anch'esse una conicità del 5%. Le preparazioni ottenute con l'uso di strumenti .06 hanno una conicità di preparazione del 6%. Le preparazioni ottenute con strumenti "serie 29" di conicità .02, .04, .06 hanno la stessa conicità che varia col variare dell'ultimo strumento usato alla LL.

Conclusioni: utilizzando una tecnica *step-back* le preparazioni ottenute con strumenti ISO .02 e .04 sono uguali; la conicità di preparazione .04 non esiste. La preparazione con strumenti ISO .06 ha più senso se ef-

fettuata con tecnica *crown-down*. Le preparazioni ottenute con strumenti "serie 29" di diversa conicità (a parità di diametri di punta) utilizzati alla lunghezza di lavoro sono uguali; dato che si ottiene la stessa conicità di preparazione indipendentemente dai diversi taper, la scelta della conicità degli strumenti della "serie 29" avviene in base alla curvatura del canale.

Parole chiave:

Preparazione canalare, conicità, strumenti a conicità aumentata.

ABSTRACT

Aim: the use of the Ni-Ti alloy and its superelastic properties in the manufacturing of endodontics instruments have allowed the production of files of greater tapers. The goal of the present study is to evaluate and compare by a mathematic method the tapered preparations which can theoretically be obtained with .02 (ISO), .04, .06 instruments, and "series 29" instruments of various tapers using a step-back technique.

Methodology: the analysis of the theoretic taper obtained with the different instruments can be done on mathematic analysis, since instruments' dimensions must follow ISO standard requirements.

Results: the preparations obtained with the use of instruments with .02 ISO taper have all a taper of 5% with any working length diameter. The preparation obtained with an .04 instrument have a taper of 5% as well. The preparation with an .06 tapered instrument have a taper of 6%. The preparation obtained with instruments of "series 29" of tapers .02, .04, .06 have the same taper

which changes according to the last instrument used at the working length.

Conclusions: the preparation obtained with .02 and .04 instruments are identical. The .04 tapered root canal preparation cannot be achieved when using a step-back technique. The preparation with .06 instruments is optimized only by using a crown-down technique. The preparations obtained with instruments "series 29" of different tapers with the same tip size used at the working length are similar, so the choice of the taper of the master apical file depends only on canal curvature.

Key words:

Canal preparation, taper, files of greater tapers.

INTRODUZIONE

Il proliferare di nuovi tipi di strumenti in lega di nichel-titanio (Ni-Ti) con svariate conicità e la produzione di materiali e strumenti per la chiusura dei canali, come i coni di guttaperca e i *plugger* a conicità aumentata, hanno posto il problema di conoscere prima del trattamento quale sarà la conicità raggiunta dal canale a fine preparazione (1-3). Il problema non si pone se le tecniche di strumentazione prevedono di portare all'apice tutti gli strumenti a conicità aumentata, nel qual caso la conicità finale della preparazione, in particolare nella regione apicale (cioè negli ultimi 5 mm) corrisponde a quella dello strumento più grande portato alla lunghezza di lavoro; se invece, si utilizzano tecniche *crown-down* o *step-back*, che

prevedono una diversa lunghezza operativa dei diversi strumenti che compongono la sequenza di preparazione, la conicità finale della preparazione risulta difficile da stabilire a priori; ciò può generare confusione tra gli operatori, soprattutto quando si cerca di scegliere coni con compatibilità morfologica maggiore del canale preparato, al fine di migliorare il sigillo tridimensionale, sia nelle tecniche a caldo sia a freddo.

Sulla base di tali premesse, lo scopo del nostro lavoro è stato quello di confrontare con metodo matematico la conicità della preparazione ottenuta con strumenti convenzionali ISO di conicità .02 ed incremento fisso del diametro di punta (D_0) di 0,05 mm (4,5) con quella ottenuta con strumenti di conicità maggiore, sia del gruppo ISO (con incremento fisso del diametro in punta), che del gruppo "Serie 29" (ad incremento percentuale del diametro in punta 29,17%) con conicità .02, .04, .06 ed oltre (6-8), partendo da un uso scalare degli strumenti, tipo *step-back*, con variazione nella lunghezza di lavoro di 1 mm fra ogni strumento ed il successivo.

MATERIALI E METODI

Abbiamo esaminato con metodo matematico i diametri di ogni singolo strumento canalare partendo dai punti di repere dettati dalle norme ISO.

Il punto D_0 corrisponde al diametro in punta di uno strumento o all'inizio della parte lavorante, se esiste una punta non lavorante; il punto D_{16} corrisponde al 16° millimetro della parte lavorante.

Secondo le norme ISO l'incremento del diametro di ogni strumento standard è di 2 centesimi (.02 mm) per ogni millimetro di lunghezza dello strumento stesso e l'incremento del diametro in D_0 di ogni strumento successivo è di 0,05 mm.

Dalla geometria si ricava che la conicità in un cono è definita dal rapporto esistente tra la differenza di due diametri misurati e la distanza intercorrente, lun-

go l'asse del cono, tra i due diametri presi in esame. La formula correntemente usata per determinare la conicità di uno strumento è la seguente (9,10):

$$\text{Conicità} = \frac{D_2 - D_1}{d_2 - d_1}$$

dove D_1 e D_2 rappresentano i diametri dello strumento ($D_2 > D_1$) e d_1 e d_2 sono i punti in cui è misurato il diametro dello strumento stesso (Fig.1).

RISULTATI

Strumenti ISO di conicità .02 (2%)

La Figura 2 mostra i diametri degli strumenti dallo 0,10 allo 0,50 di conicità 0,2 dal punto D_0 e nei 5 millimetri successivi (D_0+5). Se inseriamo nella formula i dati presi dalla Figura 2 per un file 20 si avrà: $D_{16} = 0,52$, $D_0 = 0,20$, $d_1 = 0$, $d_2 = 16$

$$\frac{D_2 - D_1}{d_2 - d_1} = \frac{0,52 - 0,20}{16} = \frac{0,32}{16} = 0,02$$

che è in accordo con le norme ISO.

In tutto lo studio saranno considerati solo i diametri degli ultimi 5 millimetri apicali con intervalli di 1 mm; questo intervallo copre la lunghezza del terzo apicale della maggior parte dei canali radicolari.

la Figura 3 mostra come viene modificato il diametro di un canale preparato con strumenti di conicità n. .02 con il n. 20 alla Lunghezza di Lavoro (LL), scalati di 1 millimetro per ogni strumento successivo, secondo la tecnica di Schilder. Del canale così preparato, conside-

riamo il diametro maggiore raggiunto in ogni millimetro di preparazione.

Per ogni millimetro di questa preparazione ideale sono evidenziati in rosso i diametri maggiori, quindi il diametro del canale in quel punto. Secondo la formula per determinare la conicità si avrà: $D_2 = 0,45$, $D_1 = 0,20$, $d_1 = 0$, $d_2 = 5$

$$\frac{D_2 - D_1}{d_2 - d_1} = \frac{0,45 - 0,20}{5 - 0} = \frac{0,25}{5} = 0,05.$$

Il valore 0,05 o 5% rappresenta la conicità di una preparazione canalare eseguita con strumenti di conicità .02 ISO, usati secondo la tecnica *step-back* con un intervallo a scalare di 1 mm per ogni strumento successivo.

Strumenti ISO di conicità aumentata .04 (4%)

La Figura 4 analizza i diametri degli strumenti nelle sezioni indicate. Osservando la Fig.4 e inserendo nella formula i dati per un File n. 20 si avrà: $D_2 = 0,84$, $D_1 = 0,20$, $d_1 = 0$, $d_2 = 16$

$$\frac{D_2 - D_1}{d_2 - d_1} = \frac{0,84 - 0,20}{16} = \frac{0,64}{16} = 0,04$$

che è in accordo con le norme ISO.

La Figura 5 simula la preparazione canalare: come nella Figura 3, nella Figura 5 sono evidenziati in rosso (in giallo per il n. 25) i diametri maggiori che hanno lavorato in ogni millimetro di canale. Applicando la formula si ha:

$$\frac{D_2 - D_1}{d_2 - d_1} = \frac{0,45 - 0,20}{5} = \frac{0,25}{5} = 0,05$$

che rappresenta la conicità della preparazione.

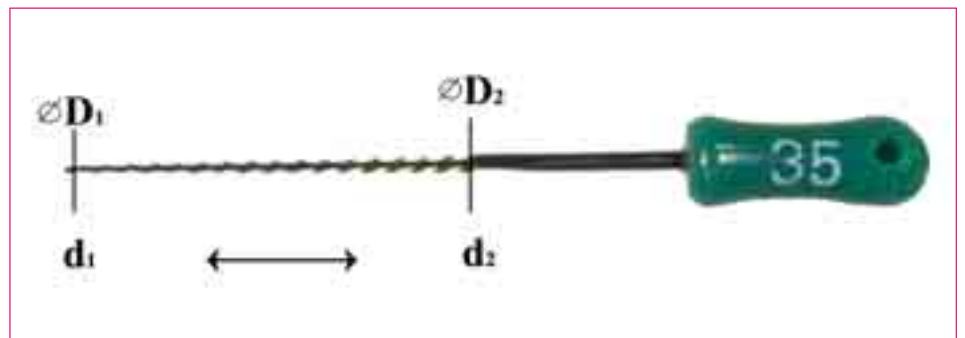


Fig. 1 - D_1 e D_2 sono gli indici per il diametro dello strumento; d_1 e d_2 sono gli indici per la misurazione lineare.

N° strumento	Conicità	Diametro D_0	Diametro D_1	Diametro D_2	Diametro D_3	Diametro D_4	Diametro D_5
15	0,02	0,42	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18
20	0,02	0,47	0,15	0,17	0,19	0,21	0,23
25	0,02	0,52	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28
30	0,02	0,57	0,25	0,27	0,29	0,31	0,33
35	0,02	0,62	0,30	0,32	0,34	0,36	0,38
40	0,02	0,67	0,35	0,37	0,39	0,41	0,43
45	0,02	0,72	0,40	0,42	0,44	0,46	0,48
50	0,02	0,77	0,45	0,47	0,49	0,51	0,53
55	0,02	0,82	0,50	0,52	0,54	0,56	0,58

Fig. 2 - Diametri degli strumenti ISO di conicità 0,02 dedotti in punti fissi degli strumenti.

N° strumento	Conicità	LL-0	LL-1	LL-2	LL-3	LL-4	LL-5
20	0,02	0,42	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30
25	0,02	0,47	0,27	0,29	0,31	0,33	0,35
30	0,02	0,52	0,32	0,34	0,36	0,38	0,40
35	0,02	0,57	0,37	0,39	0,41	0,43	0,45
40	0,02	0,62	0,42	0,44	0,46	0,48	0,50
45	0,02	0,67	0,47	0,49	0,51	0,53	0,55

Fig. 3 - Schema di preparazione canalare con strumenti ISO 0,02. I numeri in rosso rappresentano il maggior diametro raggiunto per quella sezione di canale lavorato.

N° strumento	Conicità	Diametro D_0	Diametro D_1	Diametro D_2	Diametro D_3	Diametro D_4	Diametro D_5
15	0,04	0,79	0,15	0,19	0,23	0,27	0,31
20	0,04	0,84	0,20	0,24	0,28	0,32	0,36
25	0,04	0,89	0,25	0,29	0,33	0,37	0,41
30	0,04	0,94	0,30	0,34	0,38	0,42	0,46
35	0,04	0,99	0,35	0,39	0,43	0,47	0,51
40	0,04	1,04	0,40	0,44	0,48	0,52	0,56

Fig. 4 - Diametri degli strumenti ISO di conicità 0,04 dedotti in punti fissi degli strumenti.

N° strumento	Conicità	LL-0	LL-1	LL-2	LL-3	LL-4	LL-5
20	0,04	0,79	0,24	0,28	0,32	0,36	0,4
25	0,04	0,84	0,29	0,33	0,37	0,41	0,45
30	0,04	0,89	0,34	0,38	0,42	0,46	0,5
35	0,04	0,94	0,39	0,43	0,47	0,51	0,55
40	0,04	0,99	0,44	0,48	0,52	0,56	0,6

Fig. 5 - Schema di preparazione canalare con strumenti ISO 0,04. I numeri in rosso rappresentano il maggior diametro raggiunto per quella sezione di canale lavorato.

N° strumento	Conicità	Diametro D_0	Diametro D_1	Diametro D_2	Diametro D_3	Diametro D_4	Diametro D_5
15	0,06	1,11	0,15	0,21	0,27	0,33	0,39
20	0,06	1,16	0,20	0,26	0,32	0,38	0,44
25	0,06	1,21	0,25	0,31	0,37	0,43	0,49
30	0,06	1,26	0,30	0,36	0,42	0,48	0,54
35	0,06	1,31	0,35	0,41	0,47	0,53	0,59
40	0,06	1,36	0,40	0,46	0,52	0,58	0,64

Fig. 6 - Diametri degli strumenti ISO di conicità 0,06 dedotti in punti fissi degli strumenti.

N° strumento	Conicità	LL-0	LL-1	LL-2	LL-3	LL-4	LL-5
20	0,06	1,11	0,26	0,30	0,34	0,38	0,42
25	0,06	1,16	0,31	0,35	0,39	0,43	0,47
30	0,06	1,21	0,36	0,40	0,44	0,48	0,52
35	0,06	1,26	0,41	0,45	0,49	0,53	0,57
40	0,06	1,31	0,46	0,50	0,54	0,58	0,62

Fig. 7 - Schema di preparazione canalare con strumenti ISO 0,06. I numeri in rosso rappresentano il maggior diametro raggiunto per quella sezione di canale di lavoro.

Notiamo subito che la conicità ottenuta con questo tipo di strumento è la stessa che abbiamo ottenuto con gli strumenti standard a conicità .02 (2%). Questo fatto deve far riflettere sull'utilità di questi strumenti che, portando allo stesso risultato degli strumenti standard, sono molto più rigidi, e sull'uso dei coni di guttaperca e plugger che sono costruiti e commercializzati con una conicità del 4% che non è in alcun modo riproducibile in prepara-

zione, con una tecnica *step-back*, per cui vanno limitati solo ai casi in cui si portano tutti gli strumenti alla lunghezza di lavoro.

Il motivo per cui strumenti di conicità doppia rispetto agli standard producano una preparazione uguale ai precedenti è dovuto al fatto che uno strumento di conicità 4% aumenta il suo diametro di .04 mm per ogni millimetro di lunghezza, mentre la differenza di diametro in D_0 tra uno strumento e l'altro è di 0,05 mm

come per gli strumenti standard, per cui le generatrici del cono di preparazione sono sempre caratterizzate dal diametro in D_0 di ogni strumento successivo. Se confrontiamo nella Figura 5 i diametri dello strumento n. 20 e del n. 25, che si trova 1 mm arretrato rispetto alla lunghezza di lavoro (LL), vediamo come il diametro maggiore in quel punto sia caratterizzato dal diametro in D_0 dello strumento n. 25 e lo stesso per gli altri strumenti successivi.

n. strumento	conicità	D ₀	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆
1	0,02	0,4200	0,1	0,12	0,14	0,16	0,18	0,2
2	0,02	0,4490	0,129	0,149	0,169	0,189	0,209	0,229
3	0,02	0,4870	0,167	0,187	0,207	0,227	0,247	0,267
4	0,02	0,5360	0,216	0,236	0,256	0,276	0,296	0,316
5	0,02	0,5890	0,279	0,299	0,319	0,339	0,359	0,379
6	0,02	0,6800	0,36	0,38	0,4	0,42	0,44	0,46
7	0,02	0,7850	0,465	0,485	0,505	0,525	0,545	0,565
8	0,02	0,9200	0,6	0,62	0,64	0,66	0,68	0,7
9	0,02	1,0950	0,775	0,795	0,815	0,835	0,855	0,875
10	0,02	1,3211	1,0011	1,0211	1,0411	1,0611	1,0811	1,1011
11	0,02	1,6131	1,2931	1,3131	1,3331	1,3531	1,3731	1,3931

Fig. 8 - Diametri degli strumenti "serie 29" di conicità 0,02 dedotti in punti fissi degli strumenti.

n. strumento	conicità	L.L. 0	L.L. +1	L.L. +2	L.L. +3	L.L. +4	L.L. +5
4	0,02	0,216	0,236	0,256	0,276	0,296	0,316
5	0,02	0,259	0,279	0,299	0,319	0,339	0,359
6	0,02	0,316	0,336	0,356	0,376	0,396	0,416
7	0,02	0,385	0,405	0,425	0,445	0,465	0,485
8	0,02	0,465	0,485	0,505	0,525	0,545	0,565
9	0,02	0,555	0,575	0,595	0,615	0,635	0,655

Fig. 9 - Schema di preparazione canalare con strumenti "serie 29" di conicità 0,02 con il numero 4 alla lunghezza di lavoro. I numeri in rosso rappresentano il maggior diametro raggiunto per quella sezione di canale lavorato.

Strumenti ISO di conicità aumentata .06 (6%)

La Figura 6 analizza i diametri degli strumenti nelle sezioni indicate. Osservando la Figura 6 ed esaminando un File n. 20 $D_0=0,20$, $D_{16}=1,16$, $d_1=0$, $d_2=16$, si ha

$$\frac{D_2 - D_1}{d_2 - d_1} = \frac{1,16 - 0,20}{16} = \frac{0,96}{16} = 0,06$$

che conferma la conicità dello strumento secondo le norme ISO.

La Figura 7 simula la preparazione canalare. Osservando la Figura 7, consideriamo i diametri maggiori per ogni millimetro di preparazione con strumenti 0,6 20 alla LL, si ha

$$\frac{D_2 - D_1}{d_2 - d_1} = \frac{0,50 - 0,20}{5} = \frac{0,30}{5} = 0,06.$$

Il valore .06 o 6% rappresenta la conicità di una preparazione canalare eseguita con strumenti di conicità .06 ISO usati secondo la tecnica di Schilder.

Come si dimostra nella Figura 7, la conicità del canale trattato corrisponde alla conicità degli strumenti usati. Ciò è dovuto al fatto che la differenza dei diametri tra uno strumento e l'altro (0.05 mm) è inferiore all'incremento (.06 mm) di diametro dello strumento usato in precedenza.

Va rilevato che nella porzione apicale della preparazione (ultimi 5 mm) i diametri maggiori sono raggiunti sempre dallo strumento che arriva più in profondità, sia che venga usata la tecnica *step-back* (11) o la tecnica *crown-down* (12). Questo dimostra che nella porzione apicale è assolutamente inutile eseguire una preparazione *step-back* con strumenti di questa conicità, perché

quando lo strumento con cui vogliamo determinare la preparazione arriva alla LL la preparazione è terminata e gli strumenti successivi avranno sempre diametri inferiori per quella porzione di canale.

La scelta di una preparazione *step-back* con tali strumenti rimane quindi dettata solo dalle richieste di un maggior svassamento delle porzioni coronali, ma ciò si può ottenere anche utilizzando strumenti a maggiore conicità opportunamente ideati per l'ampliamento della porzione coronale.

Strumenti "serie 29" di conicità .02

Nel 1992, al congresso IFEA di Parigi, Schilder (7) ha presentato una nuova serie di strumenti nei quali l'incremento del diametro in d_0 è del 29,7% in più rispetto al precedente e li ha numerati in modo progressivo n. 1, 2, 3, ecc. Schilder ha evidenziato come in questo sistema non si hanno bruschi cambiamenti tra il diametro di uno strumento e il successivo, come nella serie ISO, ad esempio tra il diametro dello strumento 10 e il n. 15, che è del 50%, e tra il 15 e il 20, che è del 33%, per diminuire poi negli strumenti più grandi. Un maggior numero di strumenti è raggruppato nella cosiddetta fascia bassa dei diametri facilitando la progressione della preparazione. Vedremo in seguito come si possano evidenziare altre importanti caratteristiche di questi strumenti.

Esaminando un File n. 4 della Figura 8 $D_0 = 0,216$, $D_2 = 0,5360$, $d_0=0$, $d_2=16$

$$\frac{D_2 - D_1}{d_2 - d_1} = \frac{0,5360 - 0,216}{16} = \frac{0,32}{16} = 0,02$$

che corrisponde alla conicità dello strumento

La Figura 9 simula la preparazione canalare con uno strumento n. 4 di conicità .02 alla LL. Sostituendo nella formula i dati presi dalla Fig. 9, D_0 con il diametro alla LL e D_2 con il diametro a 5 mm dalla LL si ha $D_2 = 0,775$, $D_0 = 0,216$, $d_0 = 0$, $d_2 = 5$

$$\frac{D_2 - D_1}{d_2 - d_1} = \frac{0,775 - 0,216}{5} = \frac{0,559}{5} = 0,1118$$

che corrisponde alla conicità a cui è stato preparato il canale.

Come si può evidenziare dalla Figura 10, la preparazione con questo tipo di strumenti non dà origine ad un cono ma ad un iperboloido di rotazione (cono con pareti iperboliche). Nelle prove abbiamo preso in esame, per avere un termine di paragone, il diametro iniziale in D_0 e nei 5 millimetri successivi trattando la preparazione ottenuta come se fosse conica e non iperbolica, per cui la conicità di 0,1118 è solo un termine di paragone.

Nelle preparazioni ottenute con gli strumenti ISO, il calibro dell'ultimo strumento usato alla LL determina solamente il diametro in quel punto e non cambia la conicità globale della preparazione, che sarà la stessa sia che si usi un diametro 20 o che si usi un diametro 50. Usando invece la "serie 29", la conicità cambia col variare dello strumento che ha raggiunto la LL, come viene evidenziato nella Figura 11.

Strumenti "serie 29" di conicità .04

Osservando la Figura 12 per un File n. 4 che ha un diametro in $D_0 = 0,216$ e $D_{16} = 0,8560$, si ha

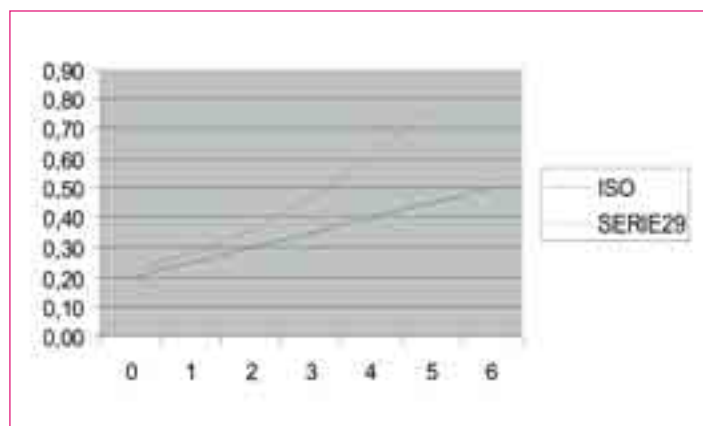


Fig. 10 - Diverso andamento della conicità di preparazione tra strumenti ISO e della "serie 29" entrambi di conicità 0,02 con rispettivamente il 20 e il numero 4 alla lunghezza di lavoro.

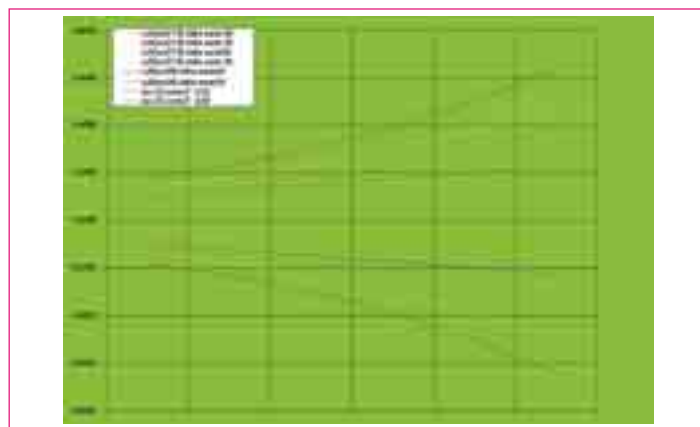


Fig. 11 - Grafico rappresentante la diversa conicità che si ottiene con strumenti "serie 29" alla L.L. In azzurro, come confronto, la preparazione ottenuta con uno strumento ISO 20 0,02 alla L.L.

n. strumento	Conicità	Diametro D ₀	Diametro D ₁	Diametro D ₂	Diametro D ₃	Diametro D ₄	Diametro D ₅	Diametro D ₆
2	0,04	0,7890	0,129	0,189	0,209	0,249	0,289	0,329
3	0,04	0,8070	0,167	0,207	0,247	0,287	0,327	0,367
4	0,04	0,8250	0,205	0,245	0,285	0,325	0,365	0,405
5	0,04	0,8430	0,243	0,283	0,323	0,363	0,403	0,443
6	0,04	0,8610	0,281	0,321	0,361	0,401	0,441	0,481
7	0,04	0,8790	0,319	0,359	0,399	0,439	0,479	0,519
8	0,04	0,8970	0,357	0,397	0,437	0,477	0,517	0,557
9	0,04	0,9150	0,395	0,435	0,475	0,515	0,555	0,595
10	0,04	0,9330	0,433	0,473	0,513	0,553	0,593	0,633
11	0,04	0,9510	0,471	0,511	0,551	0,591	0,631	0,671
12	0,04	0,9690	0,509	0,549	0,589	0,629	0,669	0,709
13	0,04	0,9870	0,547	0,587	0,627	0,667	0,707	0,747
14	0,04	1,0050	0,585	0,625	0,665	0,705	0,745	0,785
15	0,04	1,0230	0,623	0,663	0,703	0,743	0,783	0,823
16	0,04	1,0410	0,661	0,701	0,741	0,781	0,821	0,861
17	0,04	1,0590	0,699	0,739	0,779	0,819	0,859	0,899
18	0,04	1,0770	0,737	0,777	0,817	0,857	0,897	0,937
19	0,04	1,0950	0,775	0,815	0,855	0,895	0,935	0,975
20	0,04	1,1130	0,813	0,853	0,893	0,933	0,973	1,013

Fig. 12 - Diametri degli strumenti "serie 29" di conicità 0,04 dedotti in punti fissi degli strumenti.



Fig. 13 - Schema di preparazione canalare con strumenti "serie 29" di conicità 0,04 con il numero 4 alla lunghezza di lavoro. I numeri in rosso rappresentano il maggior diametro raggiunto per quella sezione di canale lavorato.

n. strumento	Conicità	Diametro D ₀	Diametro D ₁	Diametro D ₂	Diametro D ₃	Diametro D ₄	Diametro D ₅	Diametro D ₆
2	0,06	1,0890	0,129	0,189	0,249	0,309	0,369	0,429
3	0,06	1,1070	0,167	0,227	0,287	0,347	0,407	0,467
4	0,06	1,1250	0,205	0,265	0,325	0,385	0,445	0,505
5	0,06	1,1430	0,243	0,303	0,363	0,423	0,483	0,543
6	0,06	1,1610	0,281	0,341	0,401	0,461	0,521	0,581
7	0,06	1,1790	0,319	0,379	0,439	0,499	0,559	0,619
8	0,06	1,1970	0,357	0,417	0,477	0,537	0,597	0,657
9	0,06	1,2150	0,395	0,455	0,515	0,575	0,635	0,695
10	0,06	1,2330	0,433	0,493	0,553	0,613	0,673	0,733
11	0,06	1,2510	0,471	0,531	0,591	0,651	0,711	0,771
12	0,06	1,2690	0,509	0,569	0,629	0,689	0,749	0,809
13	0,06	1,2870	0,547	0,607	0,667	0,727	0,787	0,847
14	0,06	1,3050	0,585	0,645	0,705	0,765	0,825	0,885
15	0,06	1,3230	0,623	0,683	0,743	0,803	0,863	0,923
16	0,06	1,3410	0,661	0,721	0,781	0,841	0,901	0,961
17	0,06	1,3590	0,699	0,759	0,819	0,879	0,939	0,999
18	0,06	1,3770	0,737	0,797	0,857	0,917	0,977	1,037
19	0,06	1,3950	0,775	0,835	0,895	0,955	1,015	1,075
20	0,06	1,4130	0,813	0,873	0,933	0,993	1,053	1,113

Fig. 14 - Diametri degli strumenti "serie 29" di conicità 0,06 dedotti in punti fissi degli strumenti.



Fig. 15 - Schema di preparazione canalare con strumenti "serie 29" di conicità 0,06 con il numero 4 alla lunghezza di lavoro. I numeri in rosso rappresentano il maggior diametro raggiunto per quella sezione di canale lavorato.

$$\frac{D_2 - D_1}{d_2 - d_1} = \frac{0,8560 - 0,216}{16} = \frac{0,64}{16} = 0,04$$

che conferma la conicità dello strumento secondo le norme ISO.

La Figura 13 simula la preparazione canalare ottenuta con lo strumento n. 4 della "serie 29" di conicità .04 alla LL. Sostituendo nella formula D₀ con il diametro alla LL e D₂ con il diametro a 5

$$\text{mm dalla LL si ha } D_2 = 0,775, D_0 = 0,216, d_0 = 0, d_2 = 5$$

$$\frac{D_2 - D_1}{d_2 - d_1} = \frac{0,775 - 0,216}{5} = \frac{0,559}{5} = 0,1118.$$

Anche in questo caso strumenti con conicità 0.04 determinano una conicità di preparazione uguale a quella ottenibile con strumenti di conicità 0.02,

perché l'incremento del diametro di ogni strumento successivo è maggiore dell'aumento di diametro delle sezioni successive in ogni strumento stesso. Ad esempio, in 1 mm lo strumento n. 4 passa da 0.216 a 0.256, mentre lo strumento successivo ha un diametro in D₀ di 0.279, per cui non è la conicità dello strumento a determinare la conicità del canale, ma l'incremento di

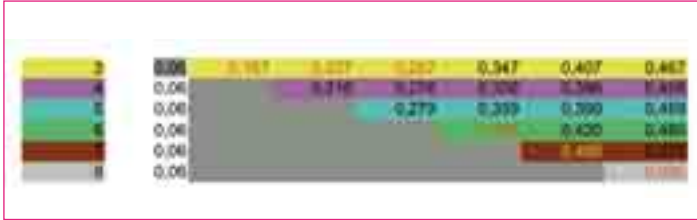


Fig. 16 - Schema di preparazione canalare con strumenti "serie 29" di conicità 0,06 con il numero 3 alla lunghezza di lavoro. I numeri in rosso rappresentano il maggior diametro raggiunto per quella sezione di canale lavorato: si noti come i numeri in rosso non seguano la stessa disposizione delle altre preparazioni con strumenti uguali.

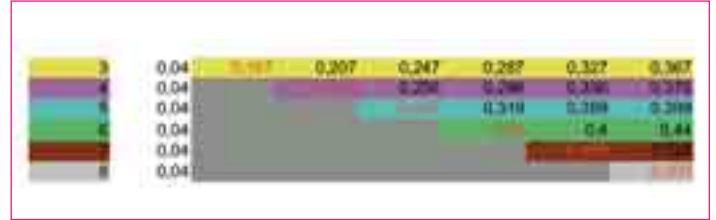


Fig. 17 - Schema di preparazione canalare con strumenti "serie 29" di conicità 0,04 con il numero 3 alla lunghezza di lavoro. I numeri in rosso rappresentano il maggior diametro raggiunto per quella sezione di canale lavorato: si noti come i numeri in rosso seguano la stessa disposizione delle altre preparazioni con strumenti uguali.

diametro tra uno strumento e il successivo.

Strumenti "serie 29" di conicità .06

Esaminando la Figura 14 per un File n. 4 che ha un diametro in $D_0 = 0,216$ e $D_{16} = 1,1760$, si ha

$$\frac{D_2 - D_1}{d_2 - d_1} = \frac{1,1760 - 0,216}{16 - 16} = \frac{0,96}{16} = 0,06.$$

La Figura 15 simula la preparazione canalare con uno strumento n. 4 alla LL, per cui si ha $D_2 = 0,775$, $D_0 = 0,216$, $d_0 = 0$, $d_2 = 5$

$$\frac{D_2 - D_1}{d_2 - d_1} = \frac{0,775 - 0,216}{5 - 5} = \frac{0,559}{5} = 0,1118.$$

Anche in questo caso strumenti con conicità .06 determinano una conicità di preparazione uguale a quella ottenibile con strumenti di conicità .02 e .04 perché l'incremento del diametro di ogni

strumento successivo è maggiore dell'aumento di diametro delle sezioni successive in ogni strumento. Ad esempio, in 1 mm lo strumento n. 4 passa da 0.216 a 0.256, mentre lo strumento successivo ha un diametro in D_0 di 0.279. L'analisi di una preparazione effettuata con lo strumento di conicità .06 n. 3 alla lunghezza di lavoro come evidenziato nella Figura 16, mette in evidenza un comportamento diverso rispetto alle altre preparazioni compiute con serie di strumenti "serie 29".

Osservando i diametri maggiori per ciascun millimetro di preparazione (numeri evidenziati in rosso), si nota che nei primi due millimetri la preparazione dipende dal primo strumento e non si ha una sequenza a scalare.

Questa variazione non si ha nella Figura 17, dove la preparazione è stata eseguita con lo strumento di conicità .04 n. 3 alla lunghezza di lavoro. La conicità di preparazione nei primi tre milli-

metri, nella Figura 16, è data dallo strumento n. 3 e nel passaggio dal 3° al 4° millimetro c'è un salto di diametro da 0,287 a 0,360. L'incremento percentuale del 29,7% su diametri molto piccoli dà origine a strumenti successivi di diametro inferiore in D_0 , inferiore all'incremento di diametro in un singolo strumento, che è di .06 mm per ogni millimetro di strumento.

Le conseguenze pratiche sono principalmente tre:

- non abbiamo più una conicità costante di preparazione (possibili difficoltà sulla scelta del cono e nello di scorrimento della guttaperca in fase di chiusura);
- si tende a formare un gradino, in quanto da 0,287 si passa a 0,360;
- si crea concentrazione dello stress torsionale sull'ultimo strumento negli ultimi 3 millimetri con aumentato rischio di frattura dello stesso.

La Figura 18 riunisce in un solo grafico le diverse preparazioni in rapporto agli strumenti usati e alla loro conicità. Si evidenzia come siano sostanzialmente diverse le preparazioni eseguite con strumenti ISO da quelle eseguite con strumenti della "serie 29".

DISCUSSIONE

Utilizzando una preparazione *step-back*, cioè a scalare con riduzione di 1 mm in ogni strumento della lunghezza operativa, le preparazioni ottenute con l'uso di strumenti standard di conicità .02 ISO hanno tutte una conicità del 5%, con qualunque diametro di strumento alla LL; ciò avviene sia con tecnica *step-back* che con tecnica *crown-down*, pre-

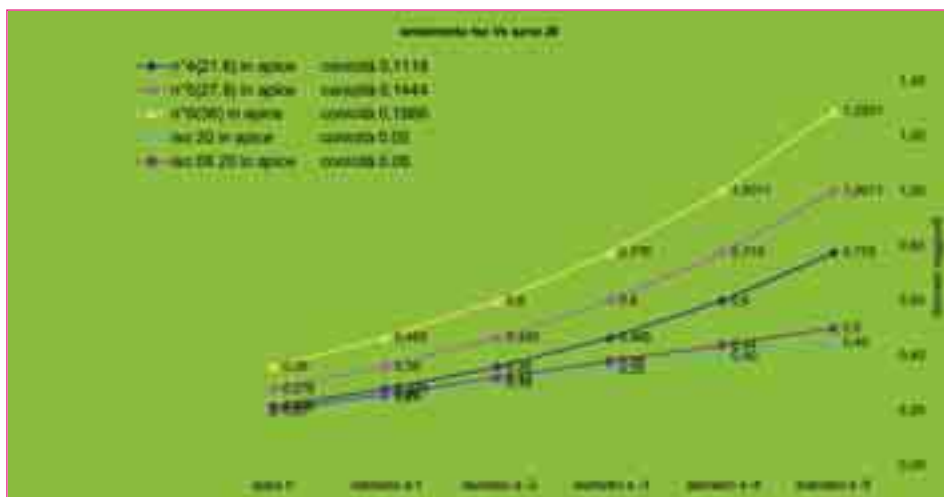


Fig. 18 - Grafico riassuntivo con preparazioni eseguite sia con strumenti ISO che della "serie 29" con diversi diametri alla lunghezza di lavoro.

sumendo gli stessi intervalli a scalare, e tali dati concordano con la letteratura esistente.

Le preparazioni ottenute con l'uso di strumenti .04 ISO danno anch'esse gli stessi risultati con una conicità del 5% e non del 4%, come avremo potuto aspettarci, in virtù del fatto che solo il primo strumento nella tecnica *step-back* viene portato alla lunghezza di lavoro. Le preparazioni ottenute con l'uso di strumenti .06 ISO hanno invece una conicità di preparazione del 6%, anche con preparazione a scalare.

Le preparazioni eseguite con strumenti della "serie 29" danno origine a conicità di preparazione non costanti ma iperboliche. Inoltre, l'uso di strumenti di conicità .02, .04 e .06 dà origine a preparazioni della stessa conicità che, ad esempio, con lo strumento n. 4 alla LL è 0,1118 (11,1%), e varia col variare dell'ultimo strumento usato alla LL, eccetto che con lo strumento n. 3 di conicità .06, dove si hanno due differenti andamenti sulla curva di conicità: nei primi 3 mm apicali la conicità è .06 come lo strumento, per poi aumentare, dal 4° millimetro in poi, in modo iperbolico come per tutte le preparazioni della "serie 29".

CONCLUSIONI

Sulla base del modello matematico da

noi esaminato risulta che, se si utilizza la tecnica *step-back* proposta, le preparazioni ottenute con strumenti .02 e .04 sono uguali. Infatti la conicità di preparazione .04 non esiste, per cui non sembra avere un riscontro pratico usare questi strumenti insieme a tutto lo strumentario e ai con i disegnati per la chiusura a questa conicità.

La preparazione con strumenti .06 è effettivamente di conicità .06 e ha un significato solo se effettuata con tecnica *crown-down*, tenendo presente che è lo strumento che verrà inserito più apicalmente a determinare la conicità finale di preparazione.

Le preparazioni ottenute con strumenti della "serie 29" sono molto interessanti perché meglio delle altre assomigliano alla conicità del canale originale e, a parità di taglia portata alla LL, hanno la stessa conicità che varia da punto a punto della preparazione ed è minore nelle zone apicali per crescere lungo l'asse del canale (impropriamente definito tale perché si sviluppa su un'iperbole e non su di una retta).

Facilmente, canali che hanno un apice molto ampio necessitano di preparazioni più coniche, sia per seguire l'anatomia canalare che per diminuire la possibilità di estrarre del materiale da otturazione attraverso l'apice. Avendo la stessa conicità per diversi *taper* (.02, .04, .06), l'uso di questi strumenti

può essere scelto in base alla curvatura del canale. Nella strumentazione dei canali curvi bisogna tenere presente che più grande è il diametro dello strumento, tanto più lo stress torsionale è grande.

Quando Schilder ha postulato l'uso degli strumenti della "serie 29", ha posto in evidenza come la sequenza degli strumenti avvenga in modo graduale e senza salti di diametro, come avviene invece nella scala ISO, e come sia concentrato nei numeri piccoli la maggior parte degli strumenti. Vanno evidenziati altri effetti vantaggiosi di queste lime:

- con lo stesso numero di strumenti si ottiene una miglior svasatura del canale negli ultimi 5 millimetri;
- la svasatura così ottenuta è più vicina alla conicità iniziale dei canali;
- variando la dimensione dell'ultimo strumento usato alla LL varia la conicità di preparazione che meglio segue l'anatomia canalare.

In conclusione, possiamo affermare che lo studio teorico delle conicità di preparazione sembra essere assai utile anche clinicamente, in quanto consente di ottimizzare le sequenze operative e le scelte degli strumenti, fornendo un aiuto nella riduzione degli stress intracanalari degli stessi e facilitando la standardizzazione delle procedure sia di preparazione che di otturazione.

BIBLIOGRAFIA

1. Thompson SA, Dummer PM. Shaping ability of ProFile.04 Taper Series 29 rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. Part 1. *Int Endod J.* 1997 Jan;30(1):1-7.
2. Thompson SA, Dummer PM. Shaping ability of ProFile.04 Taper Series 29 rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. Part 2. *Int Endod J.* 1997 Jan;30(1):8-15.
3. Walia HM, Brantley WA, Gerstein H. An initial investigation of the bending and torsional properties of Nitinol root canal files. *J Endod.* 1988 Jul;14(7):346-51.
4. Ingle JI and Levine M. The need for uniformity of endodontic instruments, equipment and filling materials. *Transactions Second International Conference of Endodontics, Philadelphia, Univ. Of Penna.* 1958;123
5. Weine FS. Endodontic therapy. *fifth edition Mosby* 1996 312-13
6. Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am.* 1974 Apr;18(2):269-96.
7. Schilder H. U.S. patent n° 5,017,138; May 21 1991, set of endodontic instruments
8. Schilder H. A new concept of endodontic instrumentation. *Second world Conference on Endodontics, International federation of Endodontics Associations Paris* 1992.
9. Gambarini G. Studio comparativo di due sistemi di standardizzazione degli strumenti endodontici: analisi dimensionale. *G It Endo* 1994 Aprile; 4:144-150.
10. Jean-Jacques Lasfargues, Jean-Philippe Mallet, Jean-Jacques, Louis Alain Bidant, Frédéric Bohin, Emanuelle Tribout, Daniel Nebot, Charles de Tessieres Dossier Endodontie 1^{ère} partie Nouvelles techniques preparation et obturations canalaires optimisées. *Information Dentaire* 1997 June n°22.
11. Mullaney TP. Instrumentation of finely curved canals. *Dent Clin North Am.* 1979 Oct;23(4):575-92.
12. Morgan LF, Montgomery S. An evaluation of the crown-down pressureless technique. *J Endod.* 1984 Oct;10(10):491-8.
13. Korzen BH. Quantec Series 2000 Graduating Tapers technique for endodontic canal preparation. *Oral Health.* 1996 Dec; 86(12):15-9.
14. Schwartz S, McSpadden J. The Quantec rotary nickel titanium instrumentation system. *Endod Prac.* 1999 Feb;2(1):14-9.