

*Jean-Marie Vulcain
**Paul Calas

* Università di Rennes I,
Cattedra di Endodonzia
Titolare: Prof. Jean-Marie Vulcain
** Università Paul Sabatier di Toulouse-Rangueil
Cattedra di Endodonzia
Titolare: Prof. Paul Calas

Con la collaborazione di
* Anne Dautel, Anne Le Goff,
** Yann-Loïc Turpin
* MCU-PH Università di Rennes I,
CHRU di Rennes, Rennes, Francia
** AHU Università di Rennes I,
CHRU di Rennes, Rennes, Francia

Strumenti rotanti a conicità variabile di elevata elasticità: il concetto HERO 642®

Successive conical rotary files provide great flexibility: the HERO 642® concept

RIASSUNTO

Il concetto HERO 642® (Micro-Méga, Besançon, Francia) si basa su una preparazione dei canali progressiva di tipo corono-apicale o crown-down. Questo concetto si sviluppa con tre serie di strumenti in nichel-titanio utilizzati in rotazione continua a velocità comprese tra 300 e 800 giri/min. Ogni serie ha il medesimo diametro isometrico apicale ed è composta da tre strumenti che presentano tre conicità decrescenti .06, .04, .02, ognuna trova corrispondenza con un diverso livello radicale. Ogni strumento presenta un passo corono apicale regressivo, una punta inattiva a 60° e tre lame ad angolo di taglio positivo. Questa metodica predispone tre sequenze di strumenti per risolvere le diverse situazioni endodontiche, compresi i ritrattamenti, in accordo coi principi biologici e meccanici che sono alla base della preparazione dei canali e tiene conto sia delle necessità ergonomiche che delle esigenze di economicità. L'HERO 642® è una metodica semplice che aumenta l'efficienza dei trattamenti canalari.

Parole chiave: Endodonzia.
Preparazione dei canali. Ni-Ti.

ments, can be handled using three instrumentation sequences. The procedure takes into account both the biological and mechanical principles governing root canal preparations, as well as ergonomic requirements. The HERO 642® procedure is a simple method that increases the efficiency of root canal treatments.

Key words: Endodontics.
Root canal preparation. Ni-Ti.

INTRODUZIONE

L'apporto degli strumenti in Ni-Ti ha permesso all'endodonzia di raggiungere una nuova tappa (1, 2). La preparazione dei canali curvi, che presentava ancora fino a pochi anni fa una difficoltà reale, può oggi essere affrontata con molta più serenità. La grande elasticità, la memoria della forma e la resistenza alla rottura degli strumenti in Ni-Ti in confronto agli strumenti in acciaio hanno autorizzato il loro utilizzo in rotazione continua (1, 2, 3, 4). Il concetto HERO 642® (Micro-Méga, Besançon, Francia) propone una serie di strumenti in tre diametri apicali corrispondenti a 20, 25 e 30/100 secondo le norme isometriche (5) con, per ognuna di queste sezioni, tre conicità del 6, 4 e 2%. Tale concetto sviluppa anche tre sequenze di strumenti per risolvere le diverse situazioni endodontiche, in accordo coi principi biologici e meccanici che stanno alla base della preparazione dei canali. In più, il metodo HERO 642® tiene conto delle esigenze ergonomiche che sono prevalenti nella pratica quotidiana, nonché delle esigenze di economicità imposte dal sistema della Sanità.

I PRINCIPI BIOLOGICI

La parete endodontica è la sede di una matrice extracellulare mineralizzata o in via di mineralizzazione il cui spessore può variare a seconda della posizione, dell'età del paziente o più semplicemente di una disfunzione patologica (6). Privata della vascolarizzazione, questa matrice subirà

una proteolisi, ma si comporterà anche come un vero e proprio ambiente nutrizionale per i microrganismi colonizzatori dell'endodonto (7). È dunque necessario eliminarlo, insieme allo strato organico-minerale prodotto dagli strumenti stessi (8, 9). Resta anche l'imperativo biologico del mantenimento della posizione apicale correlata a quella della traiettoria del canale in senso longitudinale e trasversale, e per questo la preparazione dei canali curvi ha sempre rappresentato una difficoltà per l'endodonzia (10, 11, 12). Infine, la cicatrizzazione apicale, tramite l'osteogenesi, la cementogenesi e il ricollegamento dei legamenti, deve segnare il successo del trattamento (13).

I PRINCIPI MECCANICI

Consistono nell'eliminazione delle interferenze dentinali e dei residui dentino-pulpari lungo l'intera traiettoria del canale (14). La creazione di una conicità corono-apicale permetterà da un lato l'accesso all'area apicale e dall'altro la massima irrigazione possibile. Lo scopo di questa preparazione è quello di realizzare una sigillatura ermetica che renderà perenne la preparazione stessa. Tali principi meccanici devono essere riproducibili (15).

LE ESIGENZE DI ERGONOMIA

Passano per la semplificazione dei protocolli, per l'attenuazione delle difficoltà operatorie e la riduzione delle manipolazioni. Tutto ciò avrà come conseguenza il rispetto, quanto meno, delle regole di asepsi inevitabili al giorno d'oggi (16). Semplicità e sicurezza dei protocolli devono essere le conseguenze di un'organizzazione razionale dell'intervento.

LE ESIGENZE DI ECONOMICITÀ

Mirano a ridurre il costo dell'intervento grazie a un alleggerimento del vassoio tecnico e alla riduzione dei tempi di intervento. L'efficienza dei trattamenti è diventata un imperativo della Sanità pubblica.

L'HERO 642® è stato progettato con lo scopo di soddisfare tutti questi criteri dopo due anni e mezzo di ricerche che sono sfociate in uno studio multicentrico di convalida clinica secondo un protocollo sottoposto

ABSTRACT

The HERO 642® (Micro-Méga, Besançon, France) is a simple reproducible endodontic concept based on the use of three rotary nickel-titanium instruments sets. The HERO 642® concept is based on progressive, crown-down root canal preparations using nickel titanium files rotating at low speeds of between 300 and 899 RPM. Each set is made up to three degressive conical rotary files (.06, .04, .02 taper) that have the same ISO apical diameter and that are used to prepare progressively deeper sections of root canal. The files all have regressive, corono-apical pitches, blunt tips and three angled cutting blades. A wide variety of endodontic situations, including retreat-

Vulcain JM, Calas P. Strumenti rotanti a conicità variabile di elevata elasticità: il concetto HERO 642®. *G It Endo* 1999; 3: 146-152

al Comitato Consultivo per la Protezione delle Persone nella Ricerca Biomedica (C.C.P.P.R.B.): legge Huriet (17).

LO STRUMENTO HERO®

(Haute Elasticité en ROTation)

Grazie al Ni-Ti lo strumento ha una flessibilità che gli permette di adattarsi alla morfologia dei canali (2). La memoria della forma dà allo strumento la possibilità di ritrovare la sua configurazione iniziale senza che ci siano alterazioni nella sua struttura, e ciò lo rende uno strumento molto resistente allo sforzo. In più, il Ni-Ti è biocompatibile e si corrode molto poco. Lo strumento presenta una geometria a tripla elica come un Hélifile® (18) con scanalature regolari che vanno dalla parte apicale fino alla base. Ciò permette la gestione dei detriti senza indebolire lo strumento, la cui anima residua resta massima, a qualsiasi livello. (Fig. 1). L'orlo delle lame è stato lavorato in modo da presentare un angolo di taglio leggermente positivo, così che lo strumento possa agire come un raschietto che produce un'azione di spianatura a livello parietale (Fig.

2). In tal modo la preparazione avverrà tramite l'eliminazione successiva di trucioli di dentina. La presenza di un angolo di disimpegno positivo a livello dell'orlo e l'assenza di angolo radiante schiacciato riducono l'attrito dello strumento sulle pareti e permettono il suo ritiro in caso di necessità impellente. In più, grazie al suo profilo, lo strumento si centra perfettamente nella luce del canale, equilibrando le sollecitazioni sulle pareti (Fig. 3). Infine, l'angolo dell'elica varia come pure il passo in maniera progressiva dalla punta dello strumento verso la base. Ciò limita il rischio di trascinamento apicale e dà al medico la possibilità di controllare la sua progressione, favorendo in tal modo il rispetto dei limiti della preparazione (6). La punta dell'HERO 642® presenta un'angolazione isometrica di 60° che si situa nella continuità dell'anima residua, ciò che la rende praticamente inattiva, pur conservando il suo ruolo pilota. Questi strumenti sono disponibili in tre diametri apicali che corrispondono alle norme isometriche di 20, 25 e 30 (5). A ciascuno di questi diametri sono associate tre conicità del 6, 4 e

2% (Fig. 4). Ciascuna di queste conicità avrà rispettivamente un'azione specifica a livello coronale, mediano e apicale, in conformità coi dati biologici sulla distribuzione volume-

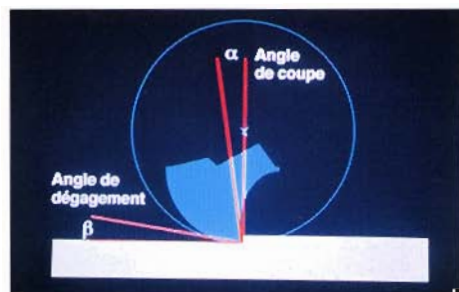


Fig. 2 - Schema degli angoli di taglio e di disimpegno.

Lo strumento lavora come un raschietto. La preparazione si effettua tramite l'eliminazione successiva dei trucioli organico-minerali fini: da qui deriva il termine spianatura parietale.



Fig. 3 - Vista trasversale ottenuta con luce polarizzata al M.O. (x40). Notate l'importanza dell'anima residua che garantisce massima sicurezza nella dinamica della rotazione continua.



Fig. 4 - Conicità .06, .04, .02 dell'HERO® (Documentazione Dott. A. Dautel, Università di Rennes).

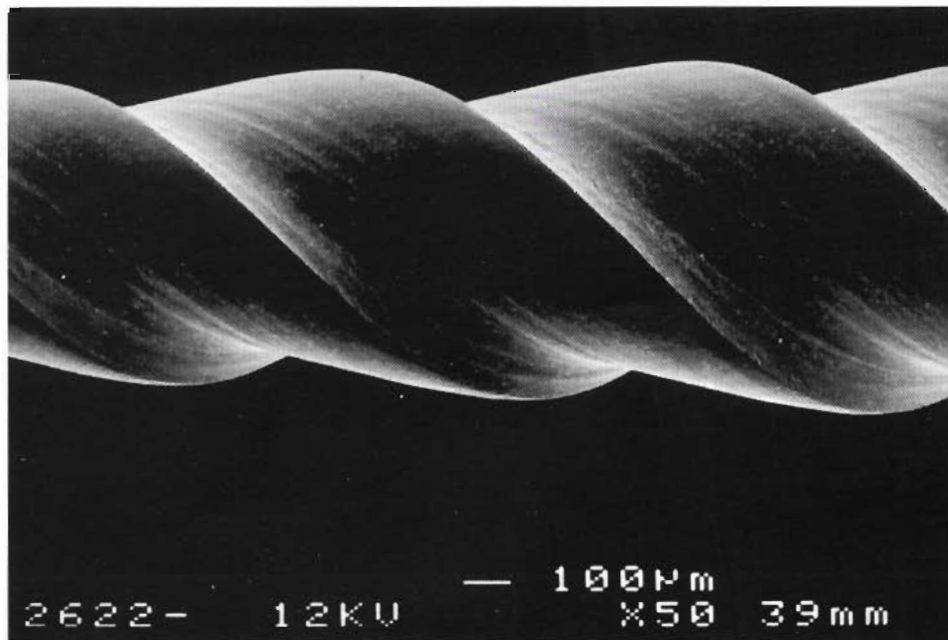


Fig 1 - Vista longitudinale delle lame disposte a tripla elica al MEB (x50).

La geometria delle scanalature consente lo scarico dei detriti mantenendo intatta un'anima residua con una massa metallica massima a qualsiasi livello.

trica della matrice extracellulare non mineralizzata (1).

PROTOCOLLO OPERATORIO

Rispetta le regole generali, comunemente ammesse in endodonzia, che riguardano l'asepsi, le lastre endorali, le vie d'accesso e il cateterismo.

LE VIE D'ACCESSO

Consentono di individuare e liberare l'imbocco dei canali il cui accesso deve essere diretto. Questa preparazione è tanto più importante in quanto gli strumenti in Ni-Ti non possono essere precurvati per facilitarne l'inserimento.

SCELTA DELLA SEQUENZA

Avviene a partire dalla lastra endorale preoperatoria e dopo il cateterismo. L'esame radiografico permetterà di valutare il grado di mineralizzazione del canale e di calcolare il diametro mesiodistale, nonché di stimare l'angolo di curvatura secondo i semplici criteri descritti da Schneider (20). Se l'angolo di curvatura è inferiore a 5° il canale viene giudicato rettilineo; tra 10° e 25° il canale viene giudicato curvilineo, se è superiore a



Fig. 6 - Set di base dell'HERO 642 con la schematizzazione delle 3 sequenze fondamentali.

25° il canale viene giudicato fortemente curvo (Figg. 5a e 5b).

Il cateterismo, che si eseguirà con l'aiuto di una lima MMC[®] o di altro strumento preferito dall'utente, completerà la decisione di giudicare il canale facile, abbastanza facile o difficile. Va notato che il cateterismo si effettuerà in modo rapido e agevole nei casi facili, permettendo di determinare di primo acchito la lunghezza di lavoro (L.T.). Negli altri casi non si cercherà subito un cateterismo completo, ma solo relativo alla zona coronale e/o mediana, dato che il cateterismo completo e la determinazione della lunghezza di lavoro sono diversi dopo la preparazione con una conicità del 6%. Si distingueranno così tre livelli di difficoltà corrispondenti ognuno a una sequenza:

i canali la cui preparazione presenta poche difficoltà, con una lieve curvatura del canale

e un lume canale sufficientemente largo da permettere, da subito, il passaggio d'una lima per cateterismo n° 15 fino all'apice. Per questi canali si adoterà un protocollo semplice e rapido che si riduce a tre strumenti:

■ i canali di difficoltà intermedia che presentano una moderata curvatura canale e/o una mineralizzazione canale più pronunciata che rendono il cateterismo più difficile. Per questi canali verrà scelta una sequenza adeguata che impiega cinque strumenti;

i canali difficili, caratterizzati da una curvatura canale accentuata e/o da una forte mineralizzazione del lume canale, rendendo difficile ogni penetrazione iniziale, anche con lime di diametro molto basso. Per questi canali verrà eseguita una sequenza specifica di sei strumenti. I diversi protocolli sono schematizzati sul portastrumenti in

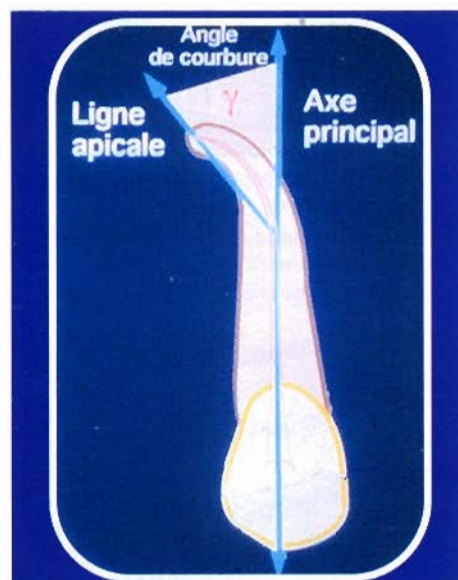


Fig. 5a - 5b - Curvatura canale valutata secondo il metodo Schneider:

$\alpha < 5^\circ$ = curvatura facile

$10^\circ < \alpha < 25^\circ$ = curvatura moderata

$\alpha > 25^\circ$ = curvatura accentuata.

- 1 **Canali semplici**
traiettoria $< 5^\circ$ fino a 10°
- 2 **Canali di difficoltà media**
diametro md stretto
e/o curvatura moderata tra 10° e 25°
- 3 **Canali di difficoltà considerevole**
diametro md poco radio visibile
e/o curvatura accentuata $> 25^\circ$

modo semplice ed ergonomico per sequenza di strumenti il cui colore corrisponde al diametro isometrico d'accesso (Fig. 6).

PROTOCOLLO PER CANALI SEMPLICI (Fig. 7)

Dopo la sistemazione delle vie d'accesso e la determinazione della lunghezza di lavoro, si utilizza la serie blu dell'HERO[®] composta da tre strumenti: n° 30, conicità 6%; n° 30, conicità 4% e n° 30, conicità 2%. Questi strumenti lavoreranno secondo il principio del crown-down (21). L'HERO[®] n° 30 del 6% viene montato su un contrangolo riduttore, con stop in silicone di colore nero regolato a metà o ai 2/3 della lunghezza di lavoro. Lo strumento viene messo in rotazione e inserito nell'imbocco del canale a una velocità compresa tra 300 e 400 giri/min. Il canale viene così penetrato fino alla metà o ai 2/3 della lunghezza di lavoro con un movimento di va e vieni rapido e di bassa ampiezza. Questa dinamica permette una penetrazione successiva dello strumento senza sforzo e in un tempo estremamente breve. Questa prima manovra avrà preparato l'intera zona coronale del canale e, di conseguenza, soppresso ogni ostacolo riscontrato a questo livello. Dopo il passaggio dell'HERO[®] n° 30 del 6% è necessario irrigare abbondantemente e con regolarità per facilitare lo scarico dei detriti e contribuire all'asepsi del canale. In seguito viene montato sul contrangolo riduttore l'HERO[®] n° 30 del 4% e lo stop in silicone (di colore

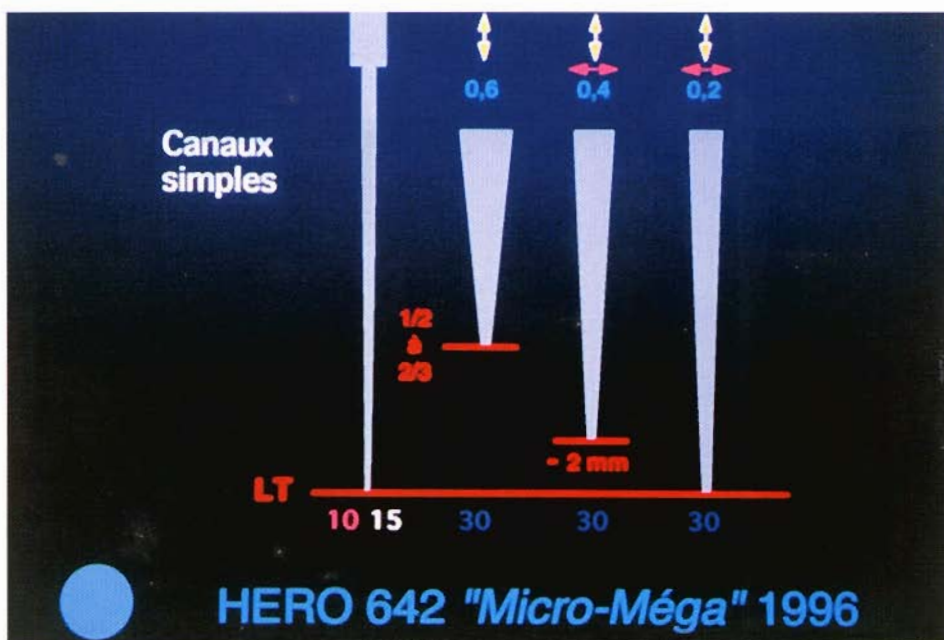


Fig 7 - Sequenza per canali facili.

Notate che si incomincia subito con l'HERO[®] n° 30 conicità 6%.

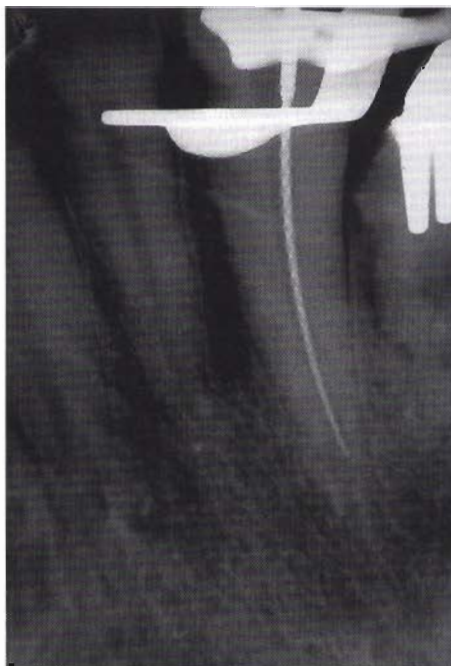


Fig. 8a - Rx preoperatoria.
(Prof. P. Calas).



Fig. 8b - Rx postoperatoria.
(Prof. P. Calas).



Fig. 8c - Rx preoperatoria.



Fig. 8d - Rx postoperatoria (Prof. P. Calas).

grigio) è regolato alla lunghezza di lavoro - (meno) 2 mm. Lo strumento viene inserito nel canale e simultaneamente messo in rotazione a una velocità che va da 300 a 400 giri/min. Il canale viene penetrato per la lunghezza di lavoro - 2 mm, sempre con un movimento di va e vieni rapido e di bassa ampiezza. Una volta raggiunta la lunghezza di lavoro - 2 mm, è possibile aumentare la velocità fino a 800 giri/min e affiancare al movimento di va e vieni un movimento di scansione delle pareti per rifinire la preparazione della parte mediana del canale, visto che questa azione è resa possibile dalla configurazione della lama. Dopo il passaggio dell'HERO® n° 30 del 4%, come in precedenza, è necessario irrigare abbondantemente. Tale irrigazione risulterà tanto più efficace quanto più l'ago di irrigazione penetrerà senza difficoltà. Infine viene montato l'HERO® n° 30 del 2% sul contrangolo riduttore e lo stop in silicone è regolato alla lunghezza di lavoro. Lo strumento viene inserito nel canale per terminare la preparazione con la stessa dinamica descritta in precedenza. Si raccomanda, a fine preparazione, di eseguire un'irrigazione finale con una soluzione di EDTA al 15% per 30 secondi, poi di risciacquare di nuovo con una soluzione di NaClO al 2,5%. Per la preparazione del canale saranno sufficienti una lima per cateterismo e tre strumenti, il canale è dunque pronto in pochi minuti per il seguito dell'intervento endodontico (Figg. 8a, b, c, d).

PROTOCOLLO PER CANALI DI MEDIA DIFFICOLTÀ (Fig. 9)

La preparazione crown-down (21) resta la stessa, ma seguendo la serie rossa che corrisponde all'HERO® n° 25, conicità 6%; n° 25, conicità 4%; n° 25, conicità 2% seguiti dagli HERO® n° 30, conicità 4% e n° 30 conicità 2%. L'HERO® 25 conicità 6% è utilizzato alle stesse condizioni descritte precedentemente. Si raccomanda di determinare con precisione la lunghezza di lavoro dopo il suo passaggio. Ciò risulterà tanto più facile in quanto le interferenze coronali saranno state eliminate. Gli HERO® n° 25 del 4% e n° 25 del 2%, e poi gli HERO® n° 30 del 4% e n° 30 del 2% vanno utilizzati nel modo descritto in precedenza. L'irrigazione rimane un passaggio indispensabile ogni volta che si passa da uno strumento all'altro, e si consiglia di effettua-

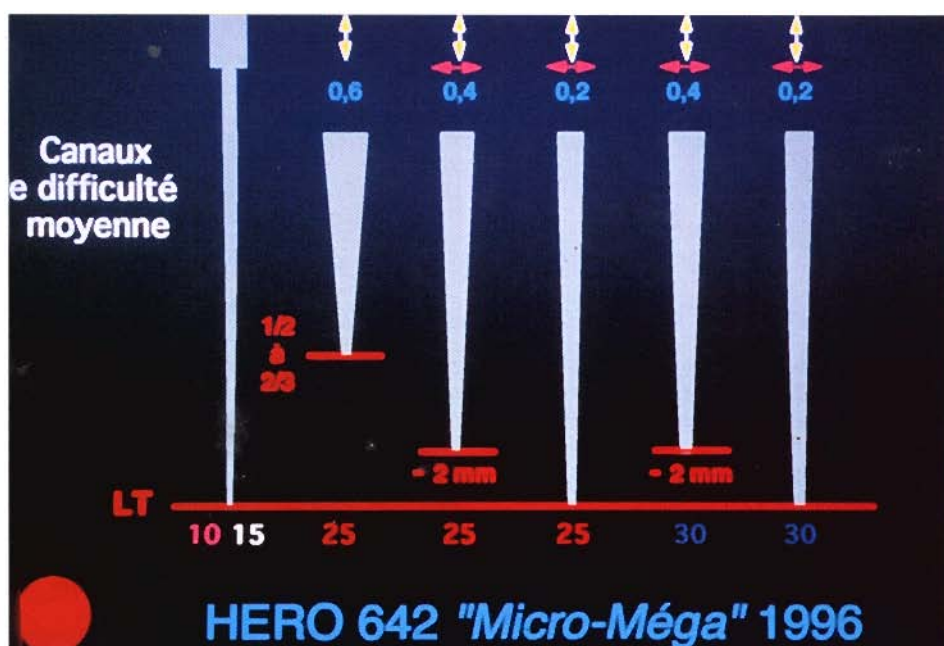


Fig 9 - Sequenza per canali di media difficoltà. Da notare la serie blu privata del 30/06. In totale, 5 strumenti di preparazione. La determinazione della lunghezza del lavoro (L.T.) può venire effettuata dopo lo .06 o lo .04 rosso.



Fig. 10a - Rx preoperatoria.



Fig. 10b - Rx postoperatoria.
(Dott. A.-M. Dupont).

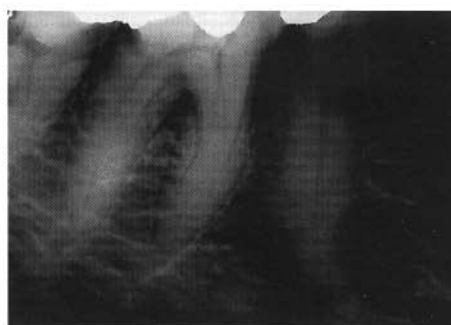


Fig. 10c - Rx preoperatoria.
(Dott. A.M. Dupont).

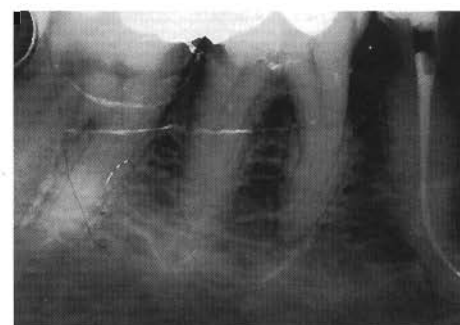


Fig. 10d - Rx postoperatoria
(Dott. A.M. Dupont).

re uno sciacquo finale EDTA/NaClO.

Questa sequenza utilizza solo cinque strumenti e una lima per cateterismo (Figg. 10 a, b, c, d).

PROTOCOLLO PER CANALI DIFFICILI (Fig. 11)

Lo stesso principio e lo stesso protocollo verranno seguiti sviluppando la serie gialla che corrisponde all'HERO® n° 20 del 6%, n° 20 del 4%, n° 20 del 2% seguito dagli HERO® n° 25 del 4%, n° 25 del 2%, seguito infine dall'HERO® n° 30 del 2%.

La determinazione precisa della lunghezza di lavoro sarà differita, o dopo il passaggio dell'HERO® n° 20 del 6% o dopo il passaggio dell'HERO® n° 20 del 4%. I principi di irrigazione rimangono gli stessi. Questa sequenza per canali difficili utilizza solo sei strumenti e una lima per cateterismo. I tempi di preparazione e la difficoltà risultano considerevolmente ridotti (Figg. 12 a, b, c, d).

Nota: se la curvatura del canale è caratterizzata da radiotrasparenza ben visibile in radiografia, la preparazione del terzo apicale potrà essere proseguita con degli strumenti 35, 40, perfino 45 con conicità 2%. In effetti, la bassa conicità conferisce a questi ultimi una flessibilità sufficiente per trattare senza rischio curvature considerevoli. Questi strumenti sono anche indicati nel caso di canali infetti. Dato che i batteri hanno la tendenza a penetrare i tubuli dentali per alcuni centesimi di micron (22-23), è necessario eliminare la dentina infetta delle pareti.

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

In queste procedure di preparazione dei canali vengono rispettati i principi biologici. In effetti, le conicità variabili del 6, 4 e 2% agiscono di preferenza ognuna a un livello della radice consentendo l'eliminazione della matrice extracellulare non mineralizzata, stimata al 51% nella zona coronale, al 37% nella zona mediana e all'11% nella zona apicale (6). La traiettoria del canale viene

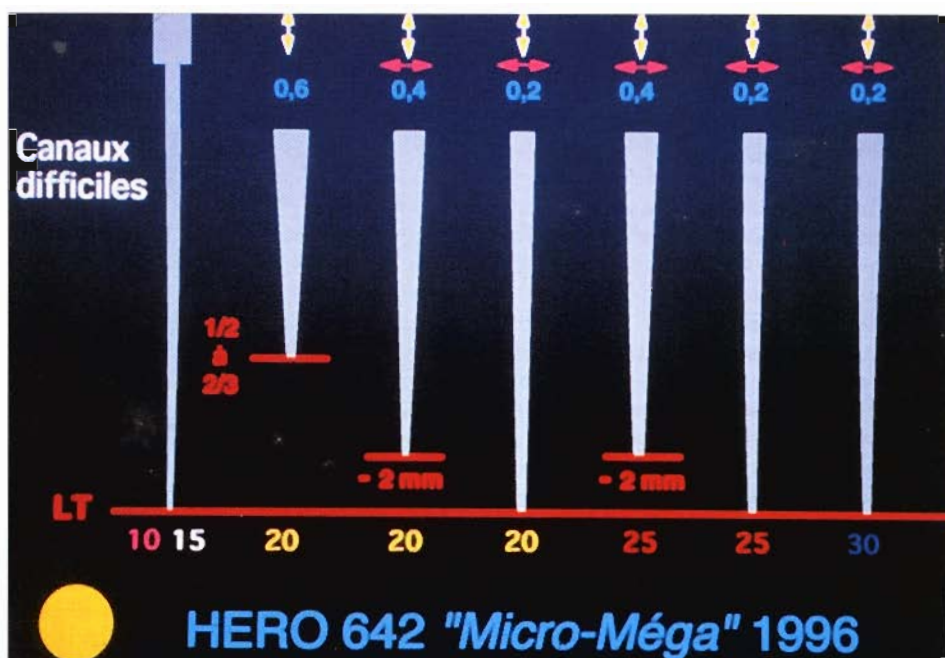


Fig. 11 - Sequenza per canali difficili. Notare che la serie rossa è privata del 25/.06. e la serie blu privata del 30/.06 e .04. In totale, 6 strumenti di preparazione.

La determinazione della Lunghezza di Lavoro (L.T.) può essere effettuata dopo lo .06 o lo .04 giallo.

rispettata e l'utilizzo ai livelli apicali di HERO® conicità 2%, la cui flessibilità è da 3 a 4 volte maggiore dell'Helifile®, vi contribuisce in grande parte. Alcune sezioni verticali eseguite secondo la tecnica di Bramante hanno anche dimostrato l'interesse dell'HERO 642® nel rispetto dell'anatomia iniziale in confronto con la tecnica di Roane

(12). Allo stesso modo, i principi meccanici che impongono una preparazione conica corono-apicale vengono mantenuti grazie alla tecnica del crown-down (21) e l'utilizzo decrescente di tre conicità di strumenti. Questa conicità permette d'altronde una irrigazione più abbondante grazie a una maggiore penetrazione dell'ago di irrigazione



Fig. 12a - Rx preoperatoria (Dott. A.M. Dupont).



Fig. 12b - Rx postoperatoria. (Dott. A.M. Dupont)



Fig. 12c - Rx preoperatoria.



Fig. 12d - Rx postoperatoria. (Prof. J.M. Vulcain)

nel canale. Ciò ha l'effetto di liberare più facilmente le zone parietali dello strato organico-minerale, soprattutto nel caso in cui venga effettuato un "flush-flow" di EDTA. In più, la bassa conicità apicale del 2% limita grandemente gli sconfinamenti indesiderati che si osservano a volte al momento dell'otturazione per condensazione del canale. Anche la riproducibilità delle preparazioni da parte di uno stesso medico, ma anche da un medico all'altro, è un elemento importante che è stato messo in evidenza dalla ricerca citata più avanti. La semplificazione di protocolli perfettamente codificati e confermati dall'indagine clinica, insieme all'alleggerimento delle sequenze degli strumenti, risponde alle necessità ergonomiche e alle esigenze di economicità di una pratica endodontica quotidiana nel quadro di una pratica multiforme. Da un punto di vista clinico, è possibile combinare l'utilizzo dell'HERO 642° con quello di una tecnica vibratoria quale l'ESA 1500° oppure il Mécasonic

1400° o un qualsiasi altro sistema ad ultrasuoni. In fase terminale ciò permette una ripresa e un potenziamento dell'irrigazione e migliora l'asepsi del canale. Nei ritrattamenti dei canali l'HERO 642° ha comunque un vantaggio, soprattutto se si è avuta la precauzione di mettere all'imbocco del canale un solvente adeguato. Le sequenze saranno generalmente seguite come descritto in precedenza, gli HERO° di conicità 6% che eliminano la maggior parte del materiale d'otturazione depositato. Le preparazioni dei canali col metodo HERO 642° consentono tutte le tecniche di otturazione, comprese quelle che utilizzano tutori o condensatori di conicità 4%. In effetti, gli ultimi 2 millimetri apicali preparati con una conicità del 2% formano una strettoia al momento della compattazione della guttaperca, e ciò limita gli sfondamenti a livello apicale. Sebbene gli HERO 642° abbiano i limiti degli strumenti in Ni-Ti (2) e divengano inutilizzabili alla minima deformazione, possiedono una longevità

accresciuta da un'"anima residua" più grande che aumenta la loro resistenza alla incrinatura. L'HERO 642° è quindi un metodo di preparazione dei canali semplice, facile da utilizzare; sicuro perché riproducibile; flessibile perché combinabile con altre tecniche; economico poiché richiede pochi strumenti. Questo metodo è adatto nella maggior parte delle situazioni cliniche riscontrate, compresi i ritrattamenti dei canali, e ha l'ambizione di migliorare l'efficienza dei ritrattamenti endodontici.

BIBLIOGRAFIA

1. Mac Spadden JT. Une nouvelle approche pour la préparation ed l'obturation canalaire: les instruments mécanisés en Nickel-Titane. *Endo* 1993; 12: (1) 9-19
2. Serene TP, Adams JD, Saxena A. Nickel-Titanium instruments application in endodontics. Ishiyaku EuroAmerica, St. Louis, Missouri, 1995
3. Walis H, Brantley WA, Gerstein H. An initial investigation of the bending and torsional proprieties of nitinol root canal files. *J Endodon* 1988; 14: 346-351
4. Buchler WJ, Wang E. Effect of low temperature phase on the mechanical properties of alloy near compositions Ni-Ti. *Journal of Apply Physics*, 1963; 34: 1475. Weine FS, Healey HJ, Gerstein H, Evason L.
5. American National Standards Institute. Revision to American national standards/American Dental Association Specification n° 28 for root canal files and reamers, type K. New York 1988
6. Vulcain JM, Guigand M, Dautel A. L'endodontie pariétale, approche clinique raisonnée. *Real Clin* 1995; 6 (2): 215-225
7. Tronstad L. Clinical endodontics. Theme Medical Publishers Inc. New York 1991
8. Casal P, Perez F, Rochd T. Incidence et élimination de l'enduit pariétal en endodontie. *Rev Belge Med Dent* 1994; 49 (3): 42-56
9. Dautel-Morazin A, Vulcain JM, Bonnaure-Mallet M. An instrucional study of smear-layer: comparative aspects using secondary electron image and backscattered electron image. *J Endodon* 1994; 20: 531-534
10. Weine FS, Healey HJ, Gristein H, Evasion L. Pre-curved files and incremental instrumentation for root canal enlargement. *J Can Dent Assoc* 1970; 4: 155-157
11. Abou-Rass M, Franck AL, Glick DH. The anticurvature filling method to prepare the curved root canal. *J Am Dent Assoc* 1980; 101: 792-794
12. Roane JB, Sabala CL, Duncanson MG. The "balanced force" concept of instrumentation of curved canals. *J Endodon* 1985; 11: 203-211
13. Laurichesse JM, Santoro JP. Physiopathologie du tiers apical de l'organe dentaire et thérapeutiques biologiques: le cône d'arrêt. *Act Odontostomatol* 1971; 95: 319-357
14. Laurichesse JM. *Endodontie clinique*, Ed CdP, Paris, 1986
15. Laurichesse JM, Launay Y, Claisse A. L'amplification canalaire par assistance mécanique: concept, technique et résultats. *Rev Fr endod* 1982; 1: 51-72
16. Calas P, Perez F. L'organisation de l'invention endodontie. *Endo*, 1996; 2: 55-62
17. Huriet (Loi du 20 Décembre 1997); Guide du clinician chercheur de l'A.P. - H.P. ED A.P. - H.P., ISBN 1997
18. Launay Y, Claisse A, Laurichesse JM. Les instruments à canaux: spécificité et intégration dans les séquences opératoire. *Rev Fr Endod* 1983; 1: 69-87
19. Vulcain JM, Carcreff H, Bayon G. Determination of predentin volume by neutron radiography and microdensitometric analysis. Neutron radiography III. Ed S. Fujine and al, 1990 3: 695-706
20. Schneider SW. A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. *Oral Surg Oral Med Pathol* 1971; 32 (2): 271-278
21. Marshall J, Pappin JB. A cown-down pressureless preparation root canal enlargement technique. Technique manual. Oregon Health Sciences University, Portland, Oregon 1980
22. Gutierrez JH, Jofre A, Villena F. Scanning electron microscopy study on the action of endodontic irrigants on bacteria invading the dentinal tubules. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1990; 69: 491-501
23. Perez F, Rochd T, Lodter JP, Calas P, Michel G. *In vitro* study of the penetration of three bacterial strains into root dentine. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1993; 76: 97-103