

* Pietro Ausiello
** Vittorio Ielasi
* Felice Di Sena
* Michele Simeone
* Sandro Rengo

*Università degli Studi di Napoli
"Federico II"
Facoltà di Medicina e Chirurgia
Dipartimento di Scienze
Odontostomatologiche e Maxillo-Facciali
Direttore: Prof. Giancarlo Valletta
**Libero professionista

Corrispondenza:
Dott. Pietro Ausiello
Via S. Pansini, 5
80131 Napoli
E-mail: Pietausi@unina.it

Gli strumenti endodontici in nichel-titanio. Concetti basilari ed esperienza clinica

Endodontic nickel-titanium instruments. Basic concepts and clinical experience

RIASSUNTO

L'adozione delle leghe in nichel-titanio, nella costruzione di moderni strumenti endodontici, si è tradotta in una notevole spinta alla messa a punto di metodiche operative che potessero utilizzarli al meglio per migliorare, nei tempi e nei risultati, il trattamento endodontico realizzato con tecniche tradizionali. Questo lavoro di revisione bibliografica si propone di fornire, accanto ad una rivisitazione degli argomenti attinenti alla merceologia della lega, degli elementi circa le caratteristiche meccaniche e il disegno di alcuni degli strumenti in Ni-Ti per alesaggio canalare. Segue una parte più prettamente clinica, con la descrizione della sequenza di utilizzo di alcuni strumenti (ProFile, Quantec, GTFiles) corredata da casi clinici risolti con tali metodiche.

Parole chiave:

Preparazione endodontica, leghe Ni-Ti, Strumenti in Ni-Ti.

INTRODUZIONE

L'utilizzo della lega Ni-Ti, sebbene possa essere considerato un punto di svolta nella storia dell'endodonzia, non rappresenta tuttavia una novità assoluta in Odontoiatria. Già nel 1971 Andreasen (1) ne proponeva l'uso per la realizzazione di fili ortodontici, commercialmente noti come Nitinol. È, però, a partire dalla fine degli anni '80 che le vantaggiose proprietà di questa lega in termini di flessibilità, resistenza e capacità di taglio fanno il loro ingresso in endodonzia, aprendo di fatto le porte ad un ricco filone merceologico e di ricerca, tutt'ora estremamente vitale (2, 3).

Le leghe Ni-Ti usate in Odontoiatria presentano una composizione equiatomica di Ni e Ti (50% - 50%) corrispondenti al 55% in massa di Ni e al 45% in massa di Ti (4).

Le peculiari caratteristiche della lega Ni-Ti dipendono dalla sua natura di composto intermetallico costituito da 3 fasi cristallografiche diverse capaci, in seguito a riarrangiamento della struttura cristallografica, di variare l'una nell'altra determinando un cambiamento della percentuale delle singole fasi presenti, in dipendenza di fattori quali la temperatura, il trattamento termico e meccanico cui viene sottoposta la lega (3). Le tre fasi cristallografiche sono:

- fase austenitica: più stabile ed a reticolo cubico;
- fase martensitica: meno stabile, più duttile, a reticolo esagonale compatto;
- fase R o intermedia: miscela delle due fasi precedenti.

Ciascuna fase esiste in un preciso range di temperature: per le leghe da utilizzare nella realizzazione di strumenti endodontici, le temperature di impiego clinico devono essere comprese entro l'intervallo As (temperatura di inizio fase austenitica) e Af (temperatura di fine fase austenitica). In questo modo, quando gli strumenti in Ni-Ti si trovano in

una situazione "di riposo", predominano la fase austenitica e la fase R. Lo spostamento dell'equilibrio verso la fase martensitica avviene nel momento in cui somministriamo alla lega energia meccanica, ad esempio in seguito all'applicazione di una rotazione, di una flessione, etc. Tale trasformazione è completamente reversibile alla rimozione del carico, cosicché la lega al cessare della sollecitazione meccanica torna alla sua fase cristallografica più stabile (austenitica) (3). La somministrazione di energia deve essere costante per sfruttare al meglio e con continuità le qualità della lega (4).

A. CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE DELLA LEGA NI-TI

È interessante considerare singolarmente le varie proprietà fisiche della lega al fine di fare un po' di chiarezza al riguardo, dal momento che queste sono state ampiamente discusse e valutate in letteratura. Molti studi, in gran parte comparativi tra strumenti in nichel-titanio e in acciaio, sono stati condotti per verificare se obiettivamente i nuovi strumenti in Ni-Ti rispondessero ai requisiti definiti dalla norma ISO n° 28 dell'A.D.A. sugli strumenti endodontici in termini di flessibilità, efficienza di taglio, resistenza alla frattura. Va sottolineato, tuttavia, il limite intrinseco di tali investigazioni, che comparano spesso i due tipi di strumenti sul piano della stessa tecnica, senza considerare, nell'analisi dei risultati, le differenti caratteristiche delle due leghe e della forma degli strumenti (5). Pur permanendo alcuni dubbi, soprattutto sulla contraddittorietà di certi lavori che giungono a conclusioni diametralmente opposte, si possono trarre delle attendibili valutazioni da un esame accurato della letteratura più recente.

1. Superelasticità

È la proprietà caratteristica delle leghe Ni-Ti che le differenzia dall'acciaio. Confrontando le curve carico-deformazione di un filo in acciaio e di uno in lega Ni-Ti (Fig. 1), si osser-

ABSTRACT

The adoption of nickel-titanium alloys, in modern endodontic instruments' production, gave an important input to the realization of new operative strategies, improving time and results of the endodontic treatment realized with traditional techniques. The aim of this review is to give a revision about Ni-Ti alloy and mechanic properties and design of some Ni-Ti endodontic files. Moreover, we report some operative sequences of ProFile, Quantec and GT Files presenting clinical cases solved using those Ni-Ti instruments.

Key words:

Endodontic preparation, Ni-Ti alloys, Ni-Ti instruments.

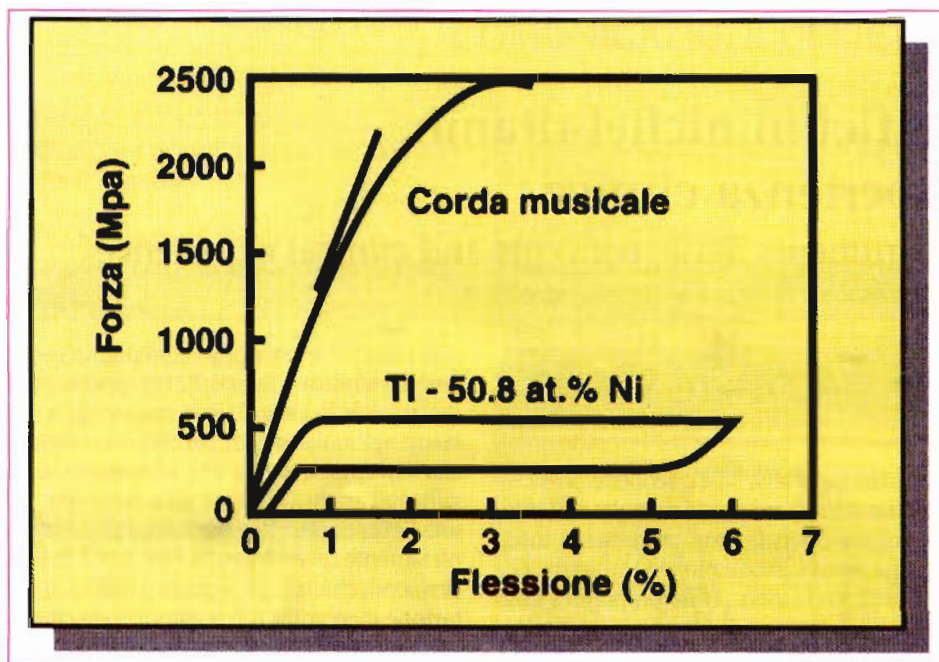


Fig. 1 - Comportamento sotto carico di un filo di acciaio (una corda musicale) e di un filo di pari forma e dimensioni in Ni-Ti, sottoposti ad una deformazione per flessione. Il filo di acciaio si spezza se il carico deformante provoca una flessione superiore al 3%; in un range di flessione tra l'1 e il 3% si deforma plasticamente. Il filo in Ni-Ti può essere flessa ben oltre il 3% senza un significativo incremento della forza applicata e ritorna quasi completamente alla forma originaria una volta cessata la forza di flessione.

va come applicando un carico crescente fino a determinare una flessione di 80° la curva relativa all'acciaio mostri un comportamento pressoché lineare, residuando alla rimozione del carico una deformazione permanente (plastica) pari a circa 60°. Al contrario, lo stesso carico applicato ad un filo in Ni-Ti delle medesime dimensioni, determina una deformazione che dopo una primissima fase ad andamento lineare, assume un andamento pressoché orizzontale; alla rimozione del carico residua una deformazione permanente di appena 5° (6). Questo comportamento è la conseguenza della trasformazione martensitica, completamente reversibile, determinata dall'applicazione sulla lega di un carico. Conseguenza diretta del comportamento meccanico degli strumenti in acciaio è l'esistenza della cosiddetta *restoring force*, dovuta alla tendenza di questi strumenti a raddrizzarsi, che li fa lavorare in modo predominante sulla parete esterna della curvatura. Ciò, indipendentemente dalla tecnica utilizzata, porterà ad inconvenienti quali: gradini o intaccature, false strade o perforazioni, trasporto apicale, detersione incompleta con un livello di strumentazione disomogenea tra concavità e convessità delle curvature, diametro della preparazione apicale insoddisfacente.

Il nichel-titanio, grazie alla sua superelasticità, permette allo strumento di lavorare in condizioni di deformazione anche notevoli (canali curvi) senza restituire alle pareti canalari una forza eccessiva e restando ben centrato nel canale, fermo restando l'influenza esercitata da alcuni importanti parametri quali la temperatura di utilizzo (all'interno dell'intervallo As-Af), la somministrazione di energia (costante), il disegno delle lame, le dimensioni dello strumento (3, 4). A tale proposito, va sottolineata l'importanza relativa della tecnica di strumentazione considerata. In un confronto tra strumenti in acciaio e strumenti in Ni-Ti, usati entrambi manualmente con tecnica *step-back* e tecnica di Roane, non si sono osservate significative differenze alla tomografia computerizzata per ciò che concerne il cambiamento dell'area canalare e la forma finale del canale (7, 8).

Per un ottimale uso del nichel-titanio è fondamentale il concetto di rotazione continua, visto che la somministrazione di energia meccanica in modo costante ed uniforme favorisce il passaggio alla fase martensitica e quindi l'attivazione della lega (3). Da quanto detto in precedenza è ovvio come lime in Ni-Ti montate su micromotore risultino altamente performanti in fatto di centratura,

limitazione del trasporto canalare, preparazioni rotonde e risparmio di tempo (9).

2. Memoria di forma

È la capacità della lega Ni-Ti di ritornare alla forma originale dopo una deformazione plastica, in seguito a somministrazione di calore nell'intervallo di temperatura compreso tra As e Af (10). Sebbene tale proprietà sia molto sfruttata in ortodonzia, non trova invece alcuna applicazione in endodonzia.

3. Flessibilità

Le leghe nichel-titanio permettono agli endodontisti di avere strumenti particolarmente flessibili, con una flessibilità almeno 2-3 volte superiore rispetto all'acciaio, spiegabile in base alle caratteristiche fisico-chimiche della lega. Il momento flettente dei files in Ni-Ti è nettamente inferiore a quello degli strumenti in acciaio, rendendoli più utilizzabili in canali curvi e stretti (11). Tale proprietà consente agli strumenti in Ni-Ti di mantenersi più centrati nel canale con un maggior rispetto dell'anatomia canalare. È interessante sottolineare come l'entità della deviazione dal canale originale durante la strumentazione con lime in acciaio sia proporzionale all'area della sezione dello strumento. La differenza tra nichel-titanio e acciaio diventa più marcata, quindi, per diametri strumentali più grandi (9).

4. Resistenza alla torsione

Il momento torsionale necessario alla frattura delle leghe Ni-Ti e dell'acciaio è simile. L'inizio della deformazione plastica prima della frattura, detto punto di cedimento, può essere osservato visivamente attraverso un caratteristico svitamento delle parti allungate (12). Nello specifico esistono tuttavia delle sottili differenze: le lime in acciaio mostrano un carico di rottura più lineare con forza torsionale massima e massimo carico torsionale di rottura coincidenti, mentre l'intervallo tra questi due parametri presente negli strumenti in Ni-Ti rappresenta una sorta di sistema di protezione verso le fratture, nel caso lo strumento si impegni contro le pareti di un canale (12).

Particolarmente mal sopportati sono i carichi meccanici di intensità non costante, come quelli di tipo ondulatorio o vibratorio (13).

5. Capacità di taglio

I risultati più contraddittori in letteratura si hanno sul confronto della capacità di taglio degli strumenti in Ni-Ti rispetto a quelli in acciaio. Infatti, per questo parametro gioca-

no un ruolo fondamentale variabili come l'angolo di taglio, il disegno delle lame, il disegno della punta, la sezione trasversale, la tecnica usata. Diventa così difficile stabilire quale delle due leghe ha maggiore capacità di taglio a prescindere dalla forma dello strumento (14). I dati in letteratura concernenti questo parametro sono ancora troppo discordanti, ma è altresì evidente che il razionale utilizzo della lega Ni-Ti (rotazione continua, etc.) permetta di sfruttare delle caratteristiche in grado di migliorare anche la capacità di taglio.

6. Longevità

La letteratura è unanime nel considerare trascurabili gli effetti della corrosione da bagno in ipoclorito di sodio sulle proprietà meccaniche (flessibilità, momento di torsione e massima deflessione angolare) degli strumenti in acciaio e in Ni-Ti, almeno nell'ambito dei normali tempi di impiego clinico, con risultati sovrapponibili tra le due leghe (11).

Per quanto riguarda l'influenza della sterilizzazione sulla longevità degli strumenti in Ni-Ti, diversi studi hanno dimostrato come ripetuti cicli in autoclave comportino significative variazioni chimico-fisiche nella lega (9). L'ambiente saturo di ossigeno, infatti, genera un aumento della formazione di ossidi di titanio e nichel in superficie e ne altera al contempo la struttura interna. Al contrario, la sterilizzazione a caldo nella stufetta a palline di quarzo, sebbene meno valida quale metodica di sterilizzazione, mostra rilievi spettrofotometrici sovrapponibili a strumenti non sottoposti ad alcun trattamento, ma va smentita la comune convinzione che il calore possa in qualche modo "rigenerare" le proprietà della lega ringiovanendola grazie alla sua memoria di forma (9). Risultati analoghi sono stati ottenuti da Haikel, che specifica come la sterilizzazione a vapore saturo di ossigeno può diminuire l'efficienza di taglio di questi strumenti dall'1 al 77%, a seconda del disegno delle lame e del tipo di trattamento, ma non della durata e frequenza degli stessi (15). Tuttavia, il trattamento in autoclave ha effetti analoghi anche su strumenti in acciaio, seppure di minore entità (9). Ovviamente la necessità di avere strumenti sempre sterili prevale sulla possibilità di avere strumenti meno efficaci anche perché, ben più delle metodiche di sterilizzazione, è l'usura delle lame a influire negativamente su capacità di taglio, forza torsionale, flessibilità e resistenza alla frattura degli strumenti in Ni-Ti, condizionandone l'affidabilità.

B. STRUMENTI IN NICHEL-TITANIO: CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE GENERALI

La continua ricerca volta a migliorare le caratteristiche degli strumenti endodontici non si è basata solo sulla modificazione della lega metallica di fabbricazione, col passaggio dall'acciaio al carbonio all'acciaio inossidabile ed oggi al Ni-Ti, ma anche sullo studio delle caratteristiche geometriche degli strumenti: il disegno della sezione trasversale, la profondità e l'angolo di taglio delle lame e il disegno della punta (9). Gli strumenti endodontici in nichel-titanio non hanno fatto eccezione in questo senso, tanto che ormai non si contano le forme e le fogge con le quali le case costruttrici li hanno immessi sul mercato, ingenerando inevitabilmente non poca confusione a riguardo.

1. Disegno della sezione trasversale

Gli strumenti devono la loro estrema flessibilità oltre che, ovviamente, all'uso di leghe nichel-titanio, al decremento del diametro del "core" dello strumento in sezione trasversale, risultante dalla tecnica di costruzione per molaggio rispetto ai vecchi strumenti ottenuti per torsione (7). Le leghe Ni-Ti hanno un limite di deformazione elastica molto elevato che non consente la costruzione di strumenti canalari tramite torsione, ma soltanto mediante micromolaggio, con una conseguente maggiore precisione nel disegno delle lame rispetto agli strumenti in acciaio (4).

2. Angolo di taglio

Gli strumenti endodontici possono avere un angolo di taglio positivo o negativo. Alcuni strumenti in Ni-Ti sono provvisti, inoltre, di una zona definita *radial land*: uno spazio piano tra i solchi scavati sulla superficie della lima che ne riduce l'aggressività (raschiano anziché tagliare) e ne incrementa la capacità di rimanere centrati lungo la traiettoria nel canale, riducendo il rischio di trasporto del canale. In questo modo si ottengono strumenti poco aggressivi che difficilmente si impuntano (16), sebbene abbiano comunque una ridotta capacità di taglio laterale che rende difficile l'utilizzo in zone particolari del canale (canali a sezione nastriforme, anastomosi) (4).

3. Disegno della punta

Distinguiamo strumenti a punta lavorante (o attiva) e a punta non lavorante. È noto come per gli strumenti in acciaio la punta at-

tiva abbia il vantaggio di avanzare con determinazione anche in presenza di ostruzioni o calcificazioni ma, contemporaneamente, aumenti di molto il rischio di false strade e perforazioni, qualora lo strumento non resti centrato all'interno del canale. La punta non attiva, dal canto suo, riduce molto la possibilità di creare tacche o false strade, effettuando una preparazione più omogenea e rispettosa dell'anatomia iniziale. In alcune situazioni, però, può creare maggior attrito durante la progressione nel canale con aumento di stress e conseguente rischio di frattura, oltre ad una maggiore spinta apicale dei detriti (17).

Gli strumenti in Ni-Ti, sfruttando la loro riconosciuta capacità di rimanere centrati all'interno del canale, possono meglio giovare dei vantaggi della punta lavorante, senza il rischio di incorrere in gradini e perforazioni (18).

Piccole differenze sono riscontrabili tra i due tipi di punta per ciò che concerne il lavoro sulle pareti canalari (18). L'impiego di leghe nichel-titanio rende ragione di una leggera deformazione in caso di punta attiva. Tale deformazione non è tuttavia clinicamente apprezzabile e non espone a particolari pericoli, grazie al lavoro più centrato di tali strumenti nel canale radicolare rispetto agli strumenti in acciaio (18,19).

4. Conicità aumentata

Gli strumenti endodontici standardizzati secondo le norme ISO presentano una conicità molto modesta, di tipo .02 (aumentano il loro diametro, in direzione apico-coronale, di 0,02 mm ogni millimetro di lunghezza dello strumento) (5). Con l'evidenza dei numerosi vantaggi legati a preparazioni che fossero uniformemente e progressivamente coniche, rispetto a quelle a pareti pressoché parallele più in voga negli anni passati, la limitata conicità degli strumenti ISO ha costretto gli endodontisti ad elaborare tecniche più o meno sofisticate per conferire al canale una conicità apprezzabile (20).

Con l'introduzione delle leghe Ni-Ti si è cominciato a pensare alla costruzione di strumenti a conicità aumentata, cosa impensabile con le leghe tradizionali in acciaio, molto più rigide.

• L'adozione di lime più coniche consente di eliminare precocemente le interferenze coronali ed un accesso al terzo apicale conseguentemente più diretto anche per strumenti di calibro relativamente alto, senza necessità di eccessivi passaggi di svasatura e senza aumentare il rischio di indebolimento radico-

lare (21).

- Alternando strumenti a conicità e calibro differenti, è possibile selezionare la parete e la porzione del canale su cui lavorare. Si potrà quindi cominciare con lime a conicità più elevata per eliminare le interferenze coronali, passare poi a quelle a conicità intermedia, concludendo infine con lime più sottili che allargheranno senza ostacoli il terzo apicale (5).

- Si ha la possibilità di "stampare" la conicità desiderata nel canale permettendo una scelta ed un utilizzo più razionale e programmato dei materiali e degli strumenti per l'otturazione canalare (plugger, coni di carta, coni di guttaperca), una volta troppo legati all'esperienza ed all'arte dell'operatore (21).

C. STRUMENTI IN NI-TI : USO CLINICO

Gli strumenti in Ni-Ti, grazie alle caratteristiche della lega, possono e devono essere usati in rotazione continua. Da questa modalità d'uso conseguono vantaggi (efficienza e velocità), ma anche limiti e rischi che devono essere ben conosciuti onde adottare gli accorgimenti opportuni.

1. La fatica

La fatica rappresenta in assoluto la maggiore responsabile della diminuzione delle proprietà fisico-meccaniche della lega Ni-Ti, predisponendo verso l'indesiderabile fenomeno della frattura (9).

La frattura per fatica degli strumenti in Ni-Ti è caratteristicamente improvvisa e brusca. Nella pratica clinica diversi sono i fattori che influenzano l'affaticamento della lega. Il nichel-titanio, essendo utilizzato in rotazione continua, si trova ad alternare, per ogni sua unità di superficie, fasi di compressione e di trazione che con il passare del tempo vanno a determinare delle alterazioni superficiali da cui può originare una frattura (22, 23, 24). L'uso clinico determina microalterazioni strutturali superficiali che successivamente si approfondiscono. Le fratture degli strumenti vengono definite *fragili*, quando si ha un superamento del carico torsionale, e *duttili*, quando partono da microcavità proporzionalmente più grandi in base alla fatica dello strumento. Per gli strumenti in Ni-Ti le fratture sono duttili nella maggior parte dei casi (24).

2. Velocità di rotazione

La velocità che viene generalmente suggerita è compresa tra i 150 e 350 rpm. È impor-

tante che la velocità sia costante, in modo da mantenere tutti gli stress nell'ambito della deformazione superelastica. Velocità elevate, pur incrementando l'efficienza di taglio, sottopongono la lega ad un più veloce affaticamento; velocità basse, al contrario, riducono la capacità di penetrazione dello strumento così come l'asportazione dei detriti, che interponendosi tra strumento e parete canalare ne aumentano l'attrito. È indispensabile l'utilizzo di manipoli a bassa velocità; l'uso di un alto torque permette di mantenere costante la rotazione; in questo caso è necessario controllare la pressione che si esercita. Alcuni Autori suggeriscono l'uso di manipoli a controllo di torque che permettono di settarne il valore secondo le proprie esigenze e che possono invertire il senso di rotazione quando viene raggiunto il valore scelto, che dovrebbe essere inferiore al limite di rottura dello strumento che si sta utilizzando (punto di cedimento).

Viene suggerito da alcuni di regolare la velocità secondo lo strumento usato e le esigenze cliniche (22).

3. Pressione

La pressione esercitata sullo strumento deve essere costante e mai eccessiva; in caso di impedimenti alla progressione dello strumento nel canale, evitare di forzare lo strumento. Una pressione ridotta è indispensabile a ridurre i rischi di fratture da un lato, ed a prevenire la formazione di gradini o false strade dall'altro, soprattutto in strumenti con disegno della punta particolarmente aggressivo (6). Appare molto difficile quantificare con precisione la forza da esercitare. Un interessante suggerimento viene fornito da J. McSpadden (25), che consiglia di utilizzare gli strumenti in Ni-Ti sempre con la stessa pressione esercitata per ottenere la progressione del primo millimetro e di esercitare una lieve azione di pompaggio, o di va e vieni, per evitare eventuali blocchi in punta.

4. Irrigazione e lubrificazione

L'importanza di una buona azione detergente e di solubilizzazione dei detriti da parte delle soluzioni irriganti, unita ad un'azione lubrificante, è spesso poco rimarcata. Esse contribuiscono a ridurre l'attrito delle lame sulle pareti canalari e, conseguentemente, a ridurre l'entità degli stress torsionali, mantenendo una buona efficienza di taglio durante l'utilizzo. Il disegno degli strumenti rotanti in nichel-titanio consente loro, nella maggior parte dei casi, una maggiore capacità di asportazione dei detriti verso la superficie co-

ronale. L'approccio corono-apicale, generalmente consigliato per l'utilizzo degli strumenti rotanti in Ni-Ti, consente, inoltre, una maggiore disponibilità e un'azione più profonda dell'irrigante, dato lo svasamento coronale precoce che tale approccio consente. Alcuni Autori (26-28) considerano ormai routinario l'utilizzo alternato di irriganti ad elevata capacità chelante oltre che lubrificante, eventualmente in gel (RC Prep o Canal Plus), e ipoclorito di sodio ogni 1-2 strumenti, rivedendo il concetto classico di irrigazione e riaggiornandolo nella chiave di lettura fornitaci dall'utilizzo degli strumenti in Ni-Ti.

5. Numero di utilizzazioni

Morfologia e disegno dello strumento, difficoltà del canale, velocità di rotazione, tempi di permanenza all'interno del canale influenzano sensibilmente la possibilità di riutilizzo degli strumenti rotanti in Ni-Ti (6). Alcuni Autori (13, 17, 22) suggeriscono di limitare l'uso degli strumenti rotanti a massimo tre casi clinici di molari (quindi circa 10 canali), in situazioni normali, e di considerare praticamente monouso quegli strumenti che vengono impiegati in situazioni complesse con canali calcificati e/o curvature accentuate e brusche. Studi sperimentali (22) sia *in vivo* che su denti estratti, condotti da operatori esperti, sembrano invece supportare un maggiore riutilizzo (di norma 10 casi clinici, di cui almeno 6-7 molari, per un totale di circa trenta canali) senza che sugli strumenti si evidenzino segni visibili di fatica.

Diventa di conseguenza necessario il conteggio dei canali sagomati da ogni singolo strumento. Tale accortezza appare ben più affidabile di un esame visivo, per quanto attento, dello strumento alla ricerca di segni di deformazioni permanenti, dal momento che la fatica ciclica non si accompagna a segni visibili di alterazione dello strumento.

6. Limiti per ragioni intrinseche ai canali

Il peggior errore che si può commettere nell'utilizzo di strumenti in nichel-titanio è pensare che siano la migliore o l'unica soluzione a tutti i problemi (22). In caso di ostacoli e/o restringimenti è fondamentale non ostinarsi nel cercare a tutti i costi una progressione dello strumento verso l'apice, ma ritirarlo immediatamente, cercando di valutare attentamente le cause dell'impedimento. In alcuni casi saranno sufficienti semplici ricapitolazioni con strumenti rotanti in Ni-Ti a conicità più basse per rimuovere i tappi dentinali formati e rendere più agevole il

passaggio di uno strumento più conico. Nel caso in cui l'ostacolo alla progressione siano calcificazioni, restringimenti o, peggio ancora, gradini, false strade o strumenti rotti, gli strumenti in Ni-Ti non riescono a bypassare. Queste situazioni rappresentano tutte delle controindicazioni all'utilizzo degli strumenti in Ni-Ti e impongono l'utilizzo di una tecnica mista, con ripetuti passaggi manuali al fine di arrivare con questi ultimi alla lunghezza di lavoro, per poi rifinire la sagomatura ed impostare la conicità desiderata con strumenti meccanici.

In caso di curve brusche con raggio di curvatura piccolo, come a volte è riscontrabile nel terzo apicale, è preferibile utilizzare strumenti manuali.

In caso di curvature accentuate poste nel 1/3 coronale è preferibile usare strumenti in acciaio (ad esempio, frese di Gates) per eseguire un allargamento coronale precoce, creando un accesso il più semplice e diretto possibile al terzo apicale. Tale accorgimento limita le sollecitazioni sulla lima derivanti dall'impegno coronale delle lame, garantendo un contatto più uniforme con le pareti canalari, una riduzione della zona di impegno e delle conseguenti sollecitazioni sullo strumento ed un'augmentata sensibilità tattile, che consentirà all'operatore di percepire più distintamente le difficoltà legate alle complessità anatomiche.

Nei casi invece di canali con curvature ampie ma continue, gli strumenti in nichel-titanio possono essere usati sin dall'inizio, usando sempre l'accorgimento di mini-inizializzare la zona di impegno delle lame sulle pareti dentinali attraverso una valida svasatura coronale precoce.

Canali confluenti vanno trattati con prudenza poiché c'è il serio rischio che, in caso di confluenze particolarmente angolate, si verifichi un brusco cambiamento di direzione con brusco arresto o frattura dello strumento.

In caso di canali che si dividono è preferibile, almeno inizialmente, l'utilizzo di strumenti in acciaio, che potendo essere precurvati e direzionati, forniscono all'operatore la sensibilità tattile che si rivela indispensabile in queste circostanze. Gli strumenti in Ni-Ti, infatti, non offrono questa possibilità e rendono impossibile la sagomatura di questi canali, dal momento che seguono sempre le traiettorie più facili.

7. Strategia di preparazione

L'introduzione del nichel-titanio, il nuovo disegno delle lame e della punta, la rotazione

continua su micromotore, le conicità aumentate hanno contribuito all'affermarsi della tecnica *step-down* o *crown-down*, che prevedeva concettualmente, già nel 1976 (5), un approccio strumentale in direzione coronale, in contrapposizione alla tecnica *step-back* in cui il terzo apicale viene preparato per primo (9).

Una volta eliminate le interferenze coronali, individuato e sondato l'orifizio di ingresso del canale, spesso il primo strumento inserito trova resistenza e si arresta in un punto ancora lontano dall'apice, dal momento che la lima può trovare sezioni di diametro ridotto che la bloccano in posizioni peraltro difficilmente prevedibili. Forzare lo strumento in direzione apicale sarebbe a questo punto un errore, per il rischio di perforazioni, false strade, gradini, fratture (24).

Nella tecnica *crown-down* lo strumento viene estratto e si procede alla "sgrossatura" preliminare del tratto di canale sondato, liberandolo da ostacoli e interferenze, al fine di rendere più agevole la progressione verso l'apice nelle fasi successive della strumentazione, passando così in successione dal terzo coronale, al terzo medio e infine alla porzione più critica e importante rappresentata dal terzo apicale (9).

Questi passaggi si rendono ancora più vantaggiosi, ma anche necessari, con strumenti utilizzati meccanicamente; la maggiore flessibilità, la maggiore capacità del nichel-titanio di rispettare l'anatomia canalare e i nuovi disegni di lame e punte permettono di poter operare anche in situazioni difficili, grazie alla riduzione della *restoring force*, anche in presenza di curve particolarmente severe con un approccio *crown-down* (24). Il pre-allargamento coronale dà al clinico maggior controllo tattile quando dirige una piccola lima precurvata per sondare la delicata ana-

tomia del terzo apicale; in più rimuove le interferenze di dentina e riduce la pressione sulle lame più coronali di ogni tipo di lima (27). La lunghezza di lavoro viene radiograficamente stabilita in una fase più tardiva della strumentazione, rispetto alle preparazioni che richiedono un completo sondaggio preliminare. Il canale sarà per questo già in gran parte allargato e l'eventuale curva ridotta, cosicché la lunghezza di lavoro varierà meno durante la successiva strumentazione, riducendo i rischi di sovrastrumentazione. Si riduce per questo la necessità di ulteriori Rx intraoperatorie e anche l'uso dei localizzatori elettronici dell'apice sarà facilitato in canali preallargati, in quanto gli strumenti si accomodano più facilmente a contatto con la dentina nella porzione terminale del canale (27). Le preparazioni *crown-down* consentono una maggiore azione e una più profonda e precoce penetrazione degli irriganti nel canale, rispetto alle preparazioni sottili e più strette (27).

L'approccio coronale, ottenuto mediante l'uso di strumenti a conicità aumentata, garantisce una maggiore efficacia di taglio (consentendo allo strumento di lavorare su zone di minore estensione) ed una riduzione dello stress dello strumento (24).

Il pre-allargamento diminuisce l'incidenza del dolore post-operatorio, in quanto la maggior parte del tessuto pulpare, dei batteri e delle tossine presenti, è stata rimossa precocemente per via coronale. Portare strumenti all'apice facendo passare le lime attraverso canali poco preparati equivale a inoculare una maggiore quantità di irritanti nei tessuti periapicali, causando con più frequenza dolore post-operatorio (29).

Le diverse fasi della tecnica *crown-down* utilizzata con gli strumenti Ni-Ti sono così riassumibili (Tab. 1).

- Preparazione della cavità d'accesso e rimozione della polpa camerale.
- Allargamento preliminare del terzo medio e coronale.
- Sondaggio di percorribilità.
- Approccio coronale fino alla lunghezza di lavoro (strumenti di dimensioni decrescenti) e radiografia di controllo una volta raggiunta la lunghezza di lavoro.
- Allargamento del terzo apicale usando strumenti in ordine crescente (preferendo conicità ridotte per un contatto più ridotto e preciso con le pareti).
- Svasatura canalare con strumenti a conicità maggiore portati fino ad alcuni millimetri dalla lunghezza di lavoro, a seconda del diametro iniziale e dell'allargamento richiesto dalla tecnica di otturazione.
- Rifinitura della preparazione.

Tab. 1 - Fasi cliniche della tecnica *crown-down*.

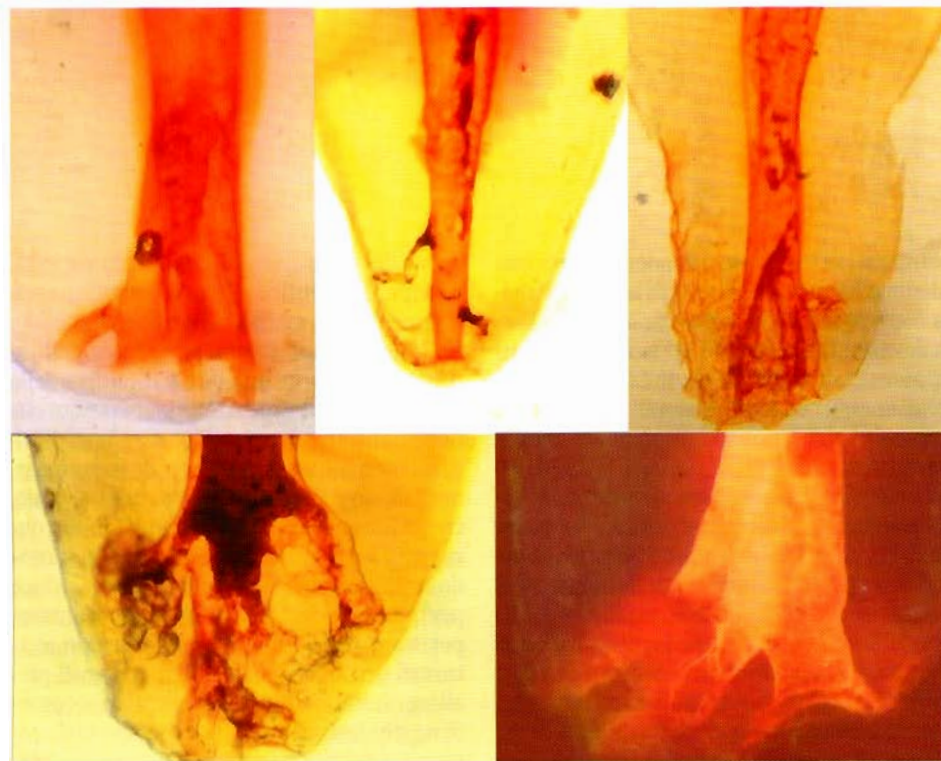


Fig. 2 - Elementi dentali estratti sottoposti a diafanizzazione: si noti la complessità del sistema endodontico a livello del 1/3 apicale delle radici.

Esperienza clinica

Il trattamento endodontico prevede l'alesaggio, lo svuotamento-detersione, la disinfezione, talvolta la medicazione intermedia, ed infine l'otturazione tridimensionale dei canali radicolari (30). Le prime due fasi, in verità, richiedono da parte dell'operatore la conoscenza dell'anatomia endodontica normale, che rappresenta un riferimento ben preciso, indipendentemente dagli strumenti e dalle metodiche adoperate. L'ultima fase, quella dell'otturazione tridimensionale, non può prescindere dalle precedenti in quanto presupposto fondamentale prima di riempire l'endodonto è quello di svuotarlo. Senza dubbio l'area più difficoltosa da svuotare e detergere dai residui organici e minerali in un canale è rappresentata ancora oggi dal terzo medio e soprattutto dal terzo apicale. La loro visualizzazione, attraverso la diafanizzazione delle radici dentarie, prima e dopo la strumentazione canalare (31, 32) rende ragione di quanto affermato (Fig. 2). Al tempo stesso, però, la conoscenza di tali difficoltà costituisce un momento condizionante per il successo della terapia (Fig. 3). L'uso degli strumenti in nichel-titanio (25), prima manuali e poi montati su manipolo, ha indubbiamente reso più agevole, in alcuni casi, l'alesaggio del canale radicolare. Canali difficili, o con curvature sfavorevoli, grazie alle proprietà fisiche degli strumenti stessi, vengono affrontati dall'operatore con maggiore serenità (5).

Verranno ora esaminati dei casi eseguiti con tre tipi di strumenti endodontici in lega Ni-Ti.

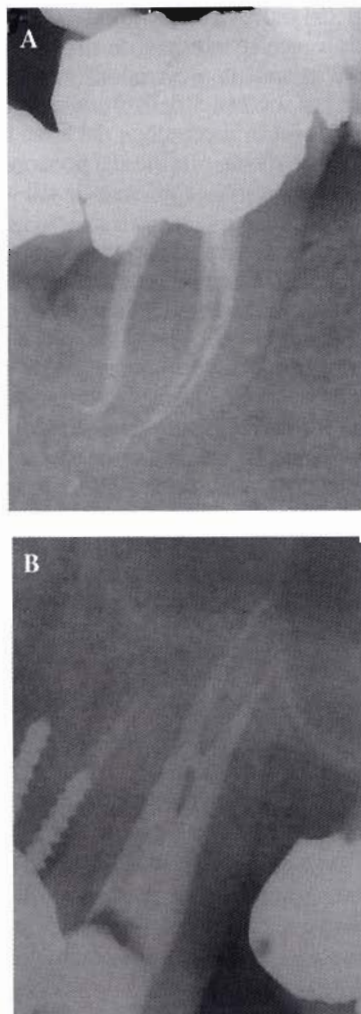


Fig. 3 A-B - Casi clinici riguardanti un 4.7 (A) e un 2.5 (B) con comunicazione fra i canali, che rappresentano zone non strumentabili.

Esperienza clinica con i Profile

La gamma Profile (Maillefer, Baillagues, Svizzera, e Dentsply Tulsa Dental Products Tulsa OL, USA) comprende tre tipi di strumenti identificabili (nel caso della Maillefer) attraverso anelli colorati sul manico: Orifice Shaper, Profile 06 Taper, Profile 04 Taper.

Le principali caratteristiche del disegno sono rappresentate dal profilo dello strumento e dalla punta. Questi strumenti possiedono una sezione trasversale ad U, con uno spianamento della zona di contatto tra lo strumento e le pareti canalari (*radial land*). Questa sezione associata al movimento di rotazione continua garantirebbe un'ottima centratura dello strumento nel canale e la possibilità di minimizzare i rischi di avvistamento.

Gli strumenti sono ottenuti per incisione di tre solchi su un filo di nichel-titanio a sezione rotonda. La punta è modificata con l'eliminazione dell'angolo di transizione, che raccorda la punta stessa al corpo dello strumento. La punta non attiva servirà come guida per la progressione dello strumento, riducendo la necessità di imprimere pressione apicale e i rischi di tacche o deviazione (34).

La velocità ideale sarebbe quella compresa tra 150 e 350 rpm.

I Profile Orifice Shaper hanno una conicità che varia dal 5 all'8% e sono disponibili in 6 misure, numerate dall'1 al 6, con diametri in punta da 0,20 a 0,80 mm; hanno una lunghezza di 19 mm e presentano tre anelli sul manico. Questi strumenti si pongono come alternativa alle frese di Gates-Glidden, sfruttando le caratteristiche del disegno per garantire un buono e predicibile ampliamento della porzione coronale del canale. In questo modo si eliminano i rischi di gradini e di false strade, grazie alla punta non lavorante che ne rende, però, più difficoltoso l'ingresso in canali calcificati.

I Profile Orifice Shaper hanno la parte lavorante più estesa rispetto alle frese di Gates-Glidden (di circa 9 mm), con conicità variabile in grado di realizzare un'estesa sagomatura tronco-conica predeterminata. Presentano diametro in punta notevolmente minore rispetto alle Gates-Glidden. Ciò rende possibile un allargamento precoce senza necessità di strumentazione manuale preliminare. La loro sezione ad U, con taglio radiale e maggiore profondità fra le lame, permette un lavoro più centrato nel canale con taglio più omogeneo (9). Vanno utilizzati con manipolo a velocità costante per un periodo non superiore ai 10 secondi (35). Gli svantaggi rispetto all'utilizzo delle Gates-Glidden sono da ricercare nei diametri trasversi a volte minori che si ot-

tengono, cosa che può rendere più difficile e complessa la condensazione verticale della guttaperca. In canali non perfettamente rotondi, comunque, possono lasciare zone d'ombra non strumentate (35).

I ProFile .04 Taper sono disponibili dal n. 15 al n. 35 con lunghezze di 21, 25 e 31 mm e parte lavorante di 16 mm. Vengono di solito utilizzati per la preparazione apicale del canale. I ProFile .06 Taper sono disponibili dal n. 15 al n. 35, con lunghezza di 21 e 25 mm e parte lavorante di 16 mm. Sono stati introdotti per ottenere una svasatura ottimale per ogni tipo di otturazione canalare con guttaperca (5).

La sequenza operativa dei Profile consta, come si evince dalla Tabella 2, di una fase iniziale di svasamento coronale precoce portato avanti tramite l'utilizzo di Profile Orifice Shaper e di Profile 06/25 e 06/20. Questi strumenti vengono portati nel canale "fino dove arrivano", senza mai forzare (Fasi 1; 2; 3; 4). Si passa poi all'utilizzo di Profile della serie .04 Taper utilizzati in *crown-down*: prima il 25 che spianerà la strada al 20 che presumibilmente sarà a lunghezza di lavoro. La lunghezza di lavoro verrà misurata, radiograficamente oppure con un rilevatore apicale, mediante l'utilizzo di uno strumento sottile (ad es. un K-file #10) in acciaio inserito nel canale dopo la discesa del primo Profile (06/25). Una volta arrivati a lunghezza di lavoro, si inizierà la fase di preparazione apicale lavorando in una sequenza strumentale dal calibro più piccolo al più grande (della serie .04) ottenendo così l'op-

portuna sagomatura apicale.

Si passerà poi alla svasatura finale utilizzando gli strumenti della serie .06 che verranno portati nel canale dal più piccolo al più grande con un leggero movimento di va e vieni senza forzare, onde fornire alla preparazione una svasatura tale da facilitare l'otturazione canalare, soprattutto se si utilizzerà una tecnica di otturazione con guttaperca calda (Figg. 4-5-6-7).

Esperienza clinica con i Quantec

I Quantec (Analytic, USA), ideati da J.T. McSpadden, hanno un profilo strumentale caratterizzato da una parte lavorante con angolo di taglio positivo per ottimizzarne l'azione. Una tale angolazione delle lame rende lo strumento atto a tagliare anziché raschiare il tessuto dentinale. La rimozione dei detriti è ottimizzata dalla presenza di un passo delle lame non costante, che aumenta progressiva-

mente in senso apico-coronale e che consente di convogliare i detriti al di fuori del lume canalare. Si prevengono così il rischio di intasamento apicale per la possibile compressione del fango dentinale in regione apicale (36). I Quantec vengono prodotti con due differenti disegni di punta: i Quantec SC dotati di punta tagliente senza angolo di transizione, con angolo in punta di 60° e diametro esterno più piccolo della superficie lavorante, per favorire la progressione dello strumento nei canali curvi, sottili, stretti e calcificati. I Quantec a punta non tagliente sono detti LX; presentano una punta arrotondata, ogivale, con angolo di transizione pari a 60° e sono indicati nel trattamento di canali ampi con curvature, anche apicali, severe.

La serie Quantec comprende strumenti con diametro in punta 25 e conicità .02 - .03 - .04 - .05 - .06; sono inoltre disponibili strumenti a conicità maggiori (.08 - .10 - .12) e lun-



Fig. 4 A-B-C - Trattamento endodontico di 4.5. A. Rx diagnostica. B. Rx di misurazione della lunghezza di lavoro. La preparazione canalare è stata eseguita con metodica *crown-down* mediante strumenti Profile. La preparazione in questo caso è stata terminata portando un Profile .04 diametro 25 alla lunghezza di lavoro e accentuando poi la conicità con una ricapitolazione *step-back* con Profile a conicità .06. C. Rx post-operatoria. Otturazione canalare eseguita con tecnica della condensazione a caldo della guttaperca.

Fasi	Strumenti utilizzati
1	ProFile Orifice Shaper # 1(06/36)
2	ProFile Orifice Shaper # 2 (06/30)
3	ProFile 06/25
4	ProFile 06/20
5	ProFile 04/25
6	ProFile 04/20 a lunghezza di lavoro
7	ProFile 04/25
8	ProFile 04/30
9	ProFile 06/20 se è possibile a lunghezza di lavoro
10	ProFile 06/25 se è possibile a lunghezza di lavoro
11	ProFile 06/30 fin dove è possibile arrivare senza forzare lo strumento

Tab. 2 - Profile: sequenza operativa.



Fig. 5 A-B-C - Ritratamento di 4.5 A. Rx diagnostica. B. Rx post-operatoria. La preparazione canalare è stata eseguita con strumenti ProFile con tecnica crown-down, utilizzando strumenti .06 Taper per ottenere una buona conicità del canale. C. Rx di controllo a 5 mesi. Si noti l'avanzata guarigione radiografica della lesione.

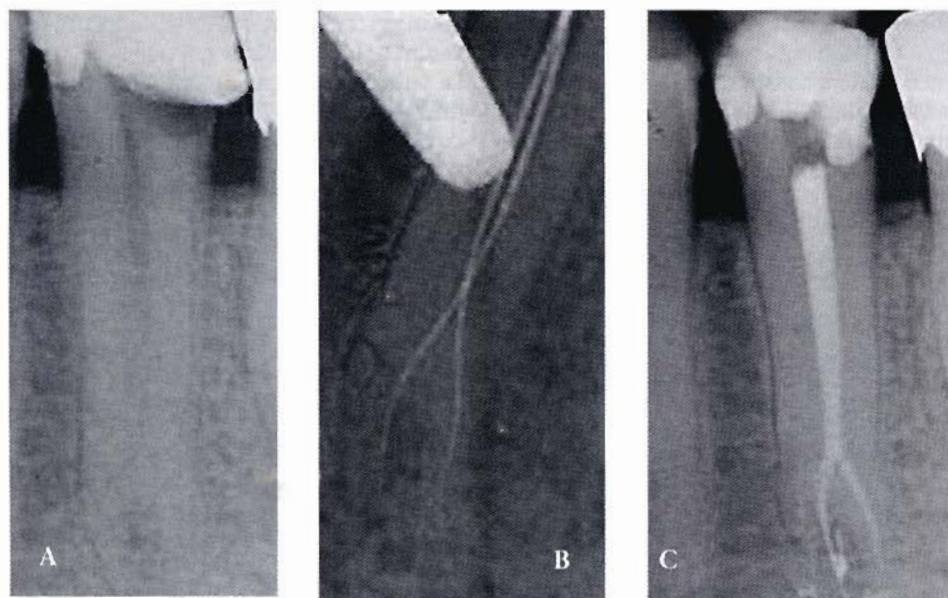


Fig. 6 A-B-C - Trattamento endodontico di 3.5. A. Rx diagnostica. B. Rx di misurazione della lunghezza di lavoro; si evidenzia la presenza di due canali a livello del 1/3 apicale della radice. Il trattamento è stato eseguito in una seduta utilizzando strumenti ProFile. La presenza della biforcazione apicale ha richiesto il raggiungimento di una conicità adeguata a livello dei terzi medi e coronale; a questo scopo sono stati utilizzati i ProFile Orifice Shaper. C. Rx post-operatoria. Otturazione eseguita con la tecnica della condensazione verticale a caldo della guttaperca mediante System B.

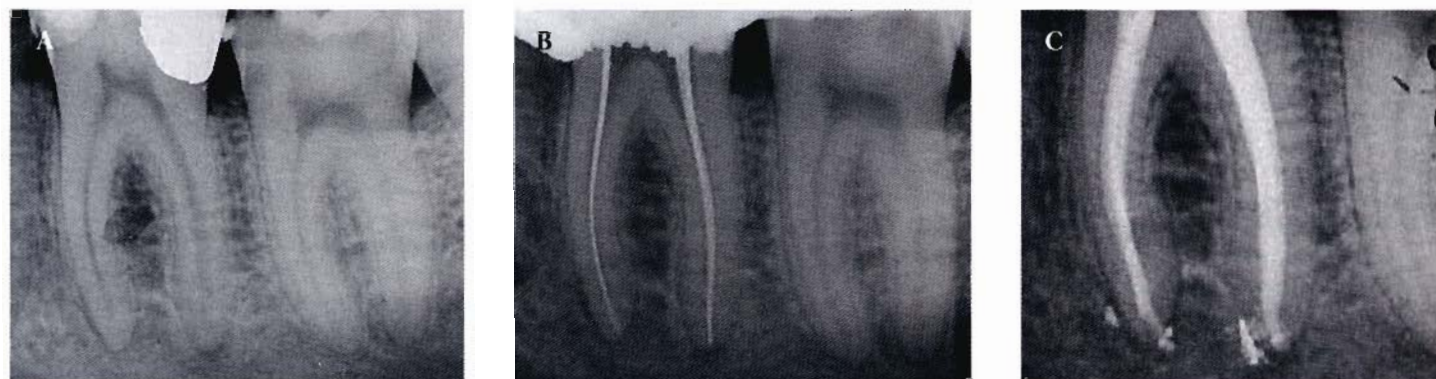


Fig. 7 A-B-C - Trattamento endodontico di 3.6 A. Rx diagnostica. B. Rx di misurazione della lunghezza di lavoro: preparazione eseguita con strumenti ProFile. L'ampiezza del canale distale ha reso necessario portare il ProFile .06 diametro di punta 30 alla lunghezza di lavoro. C. Rx post-operatoria. L'otturazione è stata eseguita mediante tecnica della condensazione verticale a caldo della guttaperca.

ghezza ridotta chiamati Flare, indicati per la svasatura del terzo coronale. In più i Quantec .02 sono prodotti in diametri di punta crescenti da 15 a 60.

Questi strumenti sono da utilizzare a velocità compresa tra 300 e 350rpm (36). Essi mantengono la morfologia iniziale del canale anche in presenza di curvature notevolmente accentuate, in tempi di lavoro buoni e senza problemi di stripping o trasporto del forame apicale. La preparazione risulta imbutiforme senza indebolimento del terzo medio o coronale (37,38), permettendo qualsivoglia tecnica di otturazione (37). Prima di eseguire la sequenza crown-down (Tab. 3) è consigliata un'esplorazione del canale con sottili lime manuali in acciaio tipo K file, previa irrigazione con ipoclorito di sodio.

Ovviamente un tale schema ha un valore puramente riassuntivo. La progressione in crown-down per conicità degli strumenti verrà arrestata nel preciso momento in cui il primo strumento arriverà a lunghezza di lavoro. A quel punto si valuteranno attentamente i diametri apicali con strumenti manuali e se necessario si procederà ad una pre-

Fasi	Strumenti utilizzati
1	Quantec conicità .06, diametro in punta 25 lunghezza 17mm inserito lungo il terzo coronale o comunque dove arriva senza forzare
2	Determinare la LL con uno file in acciaio sottili (tipo un 10)
3	Utilizzare un flare conicità .12 punta 25 lunghezza 17 o 21 mm
4	Utilizzare un flare conicità .10 punta 25 lunghezza 17 o 21 mm
5	Utilizzare un flare conicità .08 punta 25 lunghezza 17 o 21 mm
6	Passare all'utilizzo di un Quantec conicità .06 punta 25 lunghezza 21 o 25 mm
7	Quantec conicità .05 punta 25 lunghezza 21 o 25 mm
8	Quantec conicità .04 punta 25 lunghezza 21 o 25 mm
9	Quantec conicità .03 punta 25 lunghezza 21 o 25 mm
10	Quantec conicità .02 punta 25 lunghezza 21 o 25 mm

Tab. 3 - Quantec: sequenza operativa.

parazione apicale utilizzando i Quantec della serie .02 Taper, prodotti in vari diametri apicali secondo la standardizzazione ISO, fino al diametro più consono al canale in esame (Figg. 8-9-10).

Esperienza clinica con i GT Files

I GT Files (Maillefer, Baillagues, Svizzera, e Dentsply Tulsa Dental Products Tulsa OL, USA) sono una serie di strumenti ideati dal Dott. L.S. Buchanan, specificatamente per la sua tecnica di obturazione System B, ma abbastanza versatili da adattarsi anche ad altre tecniche di obturazione, come il sistema Thermafil o la tecnica di condensazione verticale a caldo secondo Schilder (9).

Vengono prodotti attraverso il micromolaggio di un filo unico del diametro di 1,00 mm, da cui si ottengono 4 strumenti dello stesso diametro di punta. Le lame hanno disegno tipo U-file simile ai ProFile con presenza di *radial-land* e angolo di taglio neutro. Sono prodotti in serie manuali e meccaniche che differiscono tra loro per l'angolo di taglio, che risulta più aggressivo negli strumenti meccanici per aumentarne l'efficacia. Le lame della serie manuale sono scavate in senso antiorario per sfruttare meglio la tecnica delle forze bilanciate che prevede rotazioni di 360°. La punta dei GT Files ha un diametro fisso per tutti gli strumenti pari al 20 ISO, è smussa, non lavorante e senza angolo di transizione tra essa e le prime spire delle lame. La conicità è variabile. I GT Files meccanici vengono adoperati con velocità di rotazione costante, compresa da un minimo di 150rpm a un massimo di 350rpm. Quelli manuali vengono utilizzati con la tecnica delle forze bilanciate. Avendo infatti un orientamento delle lame opposto rispetto al solito, quando ruotano ma-

nualmente in senso orario tendono a disimpegnarsi dal canale, in senso antiorario invece tendono a impegnarsi nella dentina. Secondo la tecnica di Roane lo strumento manuale viene inserito nel canale con una rotazione "a carica di orologio di 1/4 di giro in senso antiorario", onde impegnare le lame nella dentina; in seguito lo strumento viene estratto con una rotazione in senso orario compresa tra i 180° e i 360°.

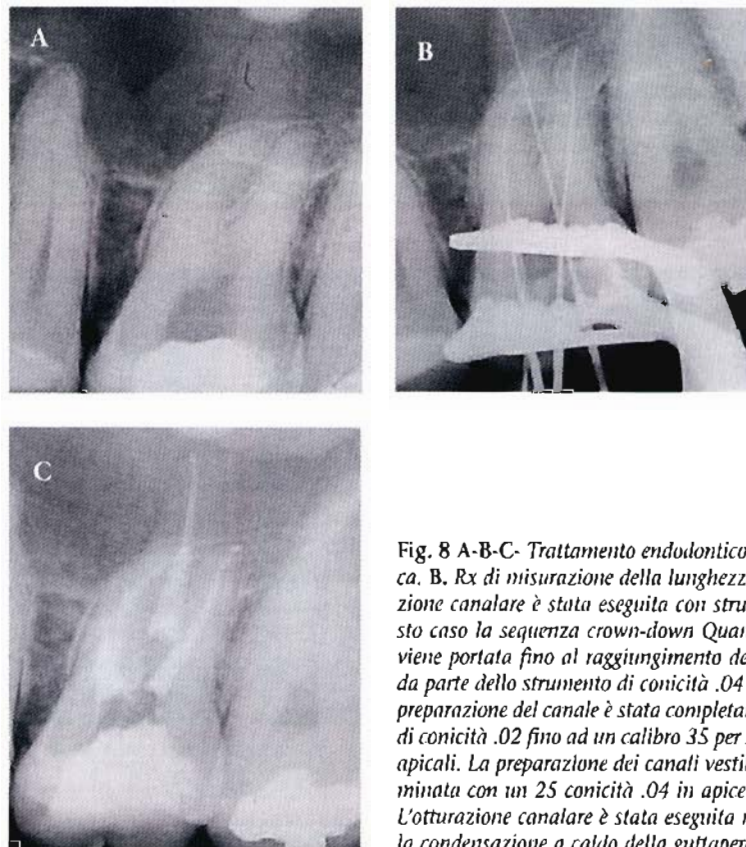


Fig. 8 A-B-C- Trattamento endodontico di 26. A. Rx diagnostica. B. Rx di misurazione della lunghezza di lavoro. La preparazione canalare è stata eseguita con strumenti Quantec. In questo caso la sequenza crown-down Quantec del canale palatino viene portata fino al raggiungimento della lunghezza di lavoro da parte dello strumento di conicità .04 calibro di punta 25. La preparazione del canale è stata completata utilizzando strumenti di conicità .02 fino ad un calibro 35 per sagomare gli ultimi mm apicali. La preparazione dei canali vestibolari è stata invece terminata con un 25 conicità .04 in apice. C. Rx post-operatoria. L'otturazione canalare è stata eseguita mediante la tecnica della condensazione a caldo della gutta-perca.

I GT Files sono 4 strumenti dal diametro fisso 20 e conicità variabili: .06; .08; .10; .12; distinguibili rispettivamente attraverso i codici colori: bianco, giallo, rosso e blu. La lunghezza della parte lavorante degli strumenti risulta inversamente proporzionale alla conicità, per cui nello strumento a conicità .06 è lunga circa 12 mm, nella conicità .08 risulta lunga 10 mm, nella conicità .10 è di 8mm e nel .12 solo di 6 mm.

In seguito sono stati prodotti i GT Files .04 con conicità fissa (.04) e diametri in punta 20, 25, 30, 35, utilizzabili per la preparazione del terzo apicale e GT Files a conicità .12 e diametro in punta 35, 50, 70 usati su manipolo micromotore a 1330 rpm come le Gates-Glidden e utili per lo *shaping* del terzo coronale.

La sequenza operativa per i GT Files è riportata nella Tabella 4.

Ovviamente si tratta di una sequenza indicativa ma rimane il concetto che, secondo la casa produttrice, è importante terminare la preparazione portando a lunghezza di lavoro lo strumento di diametro in punta maggiore di una o due misure rispetto al primo arrivato a lunghezza di lavoro. Inol-

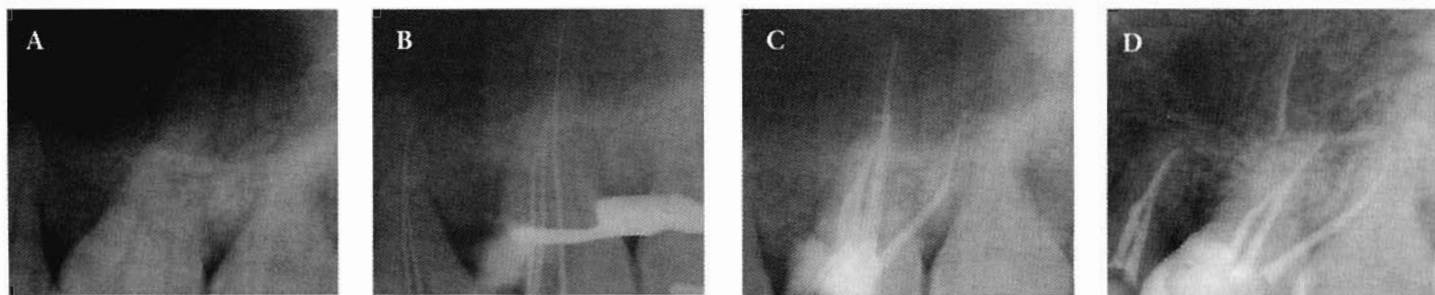


Fig. 9 A-B-C-D - A. Trattamento endodontico di 2.5 e 2.6 risultati necrotici ad un controllo eseguito dopo un intervento chirurgico reso necessario per l'asportazione di una lesione di origine non endodontica. B. Rx di misurazione della lunghezza di lavoro. La preparazione canalare è stata eseguita con tecnica crown-down utilizzando strumenti Quantec. C. Rx post-operatoria. Otturazione con gutta-perca condensata a caldo (Metodo MB). D. Rx di controllo a 2 anni. Da questa proiezione si può apprezzare l'anatomia endodontica di 2.5 e 2.6 con presenza di confluenze canalari in entrambi gli elementi dentari. Si può altresì osservare la presenza di trabecole ossee che indicano una guarigione in progressione. Caso in follow-up.

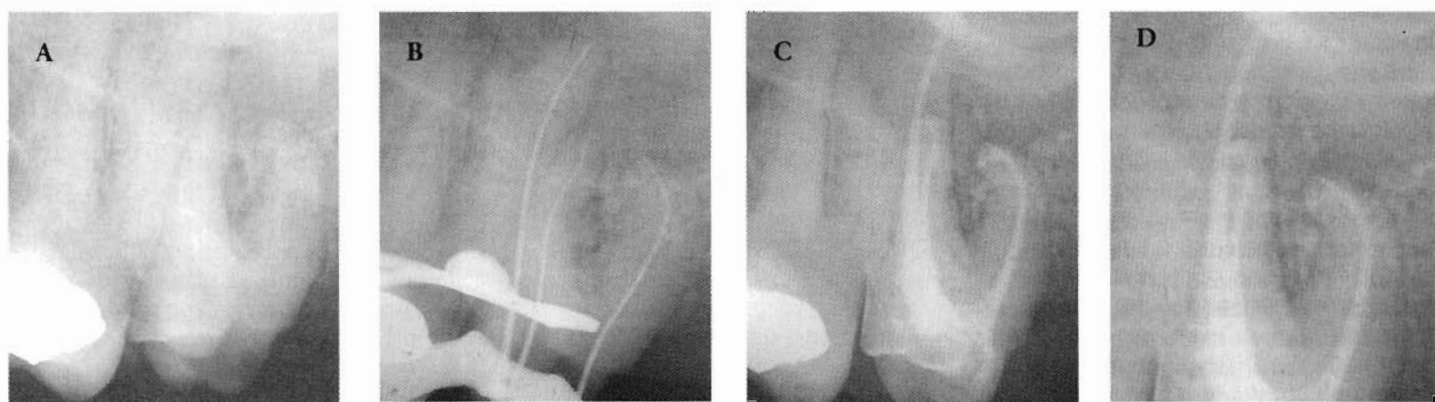


Fig. 10 A-B-C-D - Trattamento endodontico di 1.6. A. Rx diagnostica. B. Rx di misurazione della lunghezza di lavoro eseguita con strumenti in acciaio a conicità .02. La preparazione canalare è stata effettuata con strumenti in Ni-Ti Quantec. C. Rx post-operatoria. Otturazione eseguita con condensazione a caldo della gutta-perca (Metodo MB). Gli strumenti Quantec hanno consentito il raggiungimento e la sagomatura del terzo coronale del canale mesio-vestibolare che presenta una curva accentuata con una preparazione che risulta molto conservativa nel suo sviluppo. D. Rx di controllo a 6 mesi.

GT Files: sequenza operativa

1. Dopo aver posizionato la diga ed aver preparato un adeguata cavità d'accesso, sondare il canale con file in acciaio, ad es. un K10, per controllare la pervietà canalare
2. Utilizzare un GT File conicità 12, punta 35 su manipolo contrangolo a 5000 gpm per una buona svasatura precoce del terzo coronale
3. Verificare radiograficamente e/o elettronicamente la lunghezza di lavoro portando all'apice uno strumento manuale a conicità .02 ISO almeno di diametro 15 in D0
4. Portare in sequenza i GT Files della serie a diametro 20 in D0 all'interno del canale partendo da quello a conicità maggiore (.10) passando via via agli altri fino a giungere a LL.
5. Procedere al gauging apicale mediante strumenti a conicità standard, per verificare la reale dimensione apicale
6. Se necessario utilizzare GT Files della serie a diametro in D0 30, in opportuna sequenza crown-down, per sagomare apici di diametro maggiore.

Tab. 4 - GT Files: sequenza operativa.

tre la suddetta progressione strumentale è indicata in canali medi o stretti, mentre in canali più ampi si fa una svasatura meno accentuata del terzo coronale; fermo restando l'abbondante irrigazione ed il rispetto dei principi regolanti le varie tecniche, che sempre devono supportare un buon trattamento endodontico (Figg. 11-12-13).

CONCLUSIONI

L'utilizzo della metodica crown-down già da molti anni ha concentrato l'attenzione dell'operatore verso una procedura endodontica che tiene in primaria considerazione l'area del terzo apicale. È, infatti, questa zona del canale radicolare che necessita di una scrupolosa attenzione da parte dell'endodontista, al fine di garantire un buon grado di svuotamento-detersione,

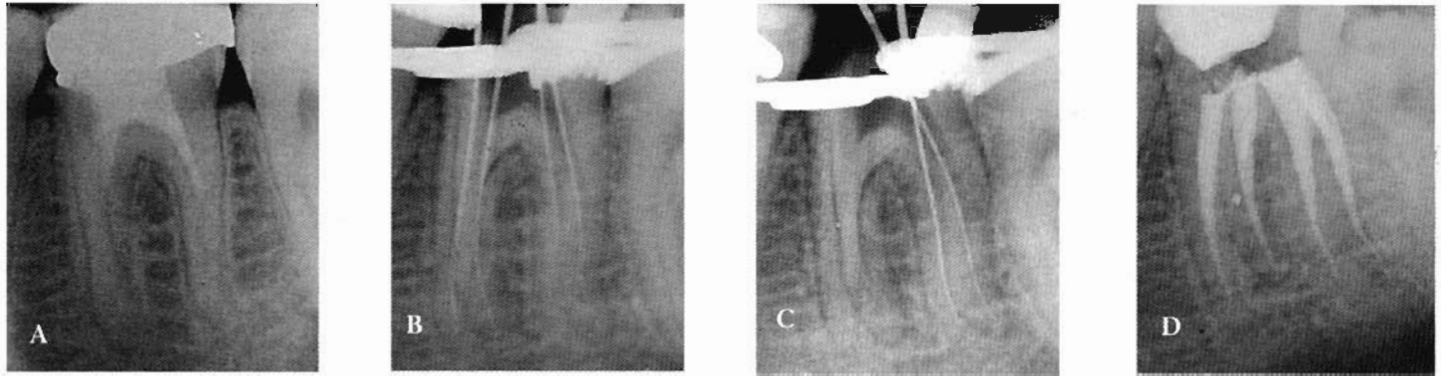


Fig. 11 A-B-C-D - Trattamento endodontico di 3.6. A. Rx diagnostica. B-C. Rx di determinazione della lunghezza di lavoro; nella radice distale si evidenzia la presenza di due canali distinti. La preparazione canalare è stata eseguita con GT Files. La lunghezza di lavoro è stata raggiunta da un GT File conicità .04 diametro di punta 20. D. Otturazione canalare eseguita con tecnica della condensazione della gutta-perca a caldo.

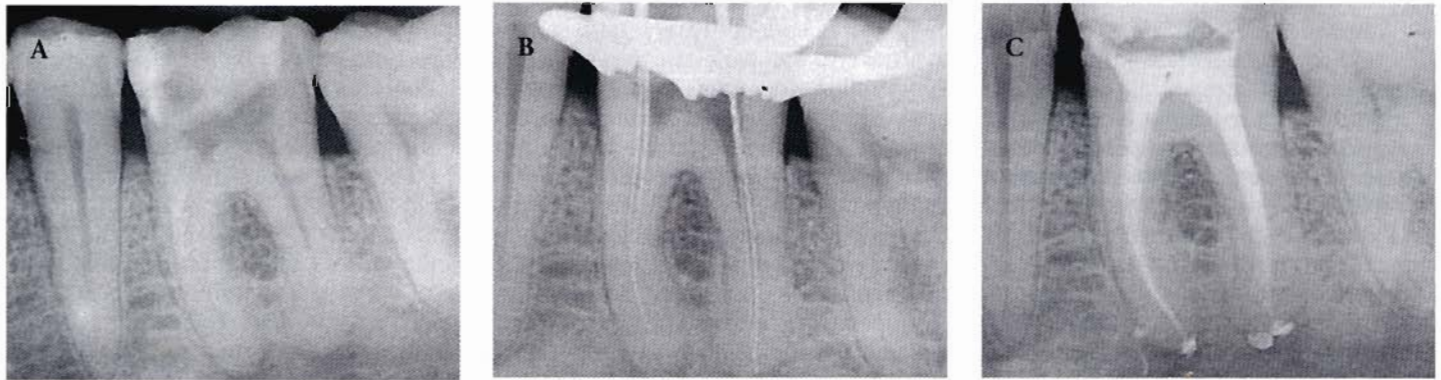


Fig. 12 A-B-C - Trattamento endodontico di 3.6 A. Rx diagnostica: si nota la presenza di una lesione radiotrasparente periapicale in corrispondenza di entrambe le radici. B. Rx di determinazione della lunghezza di lavoro. La preparazione canalare è stata eseguita con strumenti GT Files. C. Rx post-operatoria. L'otturazione canalare è stata eseguita con gutta-perca condensata a caldo con System B. Si nota il mantenimento della forma originaria dei canali radicolari ed il rispetto dell'anatomia originaria.

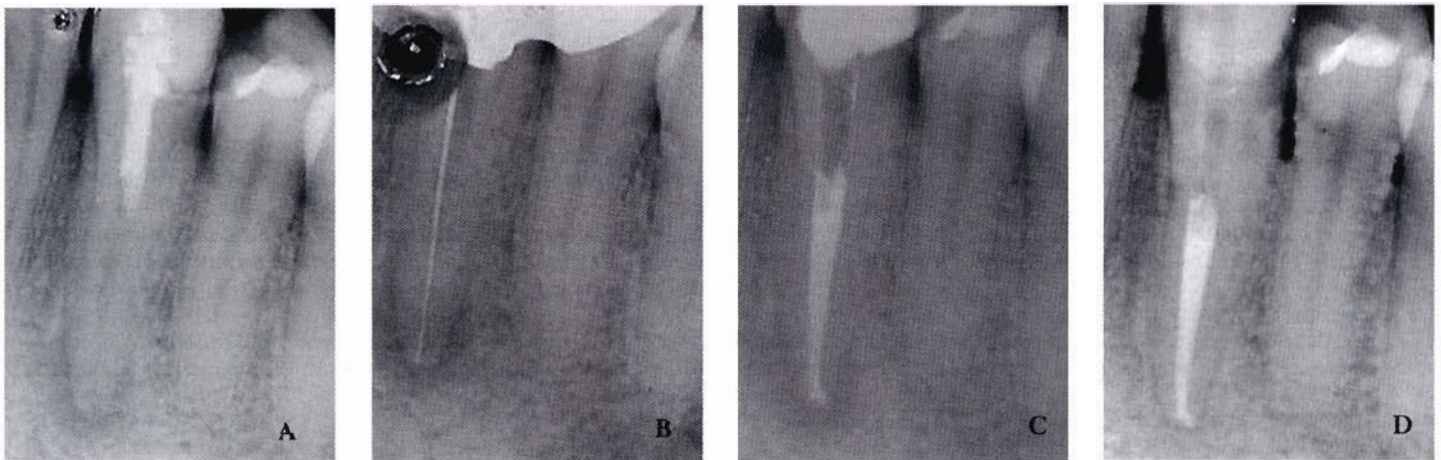


Fig. 13 A-B-C-D - Rittrattamento endodontico di 3.3. A. Rx diagnostica. Si nota la presenza di un'area di radiotrasparenza periapicale. B. Rx di misurazione della lunghezza di lavoro. La preparazione, eseguita con i GT Files, è stata terminata portando uno strumento di conicità .06 e calibro di punta 30 in apice per ottenere una buona preparazione degli ultimi mm apicali del canale ed una conicità continua del canale. C. Rx post-operatoria. Otturazione canalare con gutta-perca condensata a caldo (System B). D. Rx di controllo a 10 mesi: si nota la guarigione della lesione periapicale.



Fig. 14 A-B-C - Ritrattamento di 4.6 A. Rx diagnostica. Si nota la presenza di una lesione osteolitica apico-periapicale B. Rx di misurazione della lunghezza di lavoro. Il ritrattamento ha richiesto l'utilizzo di strumenti in acciaio per una efficace strumentazione di canali a morfologia irregolare con presenza di vario materiale di pregresse terapie e calcificazioni nel canale mesiale unico. C. Il sistema canalare è stato otturato con gutta-perca a caldo. Controllo a distanza di 6 mesi. Si possono evidenziare degli elementi iniziali di guarigione radiografica.

chimica e meccanica, prima di potere effettuare il riempimento tridimensionale con il materiale da otturazione definitivo. Presupposto fondamentale, comunque, è poter accedere all'area apicale senza subire gli effetti delle interferenze coronali e del terzo medio del canale che possono determinare spostamenti, gradini ed alterazioni dell'apice, false strade o altro. Senza dubbio l'utilizzo degli strumenti in Ni-Ti, sia manuali che meccanici, ha reso più agevole il trattamento endodontico stesso, facendo superare le ultime, naturali, diffidenze verso questa disciplina, conseguenti alla complessità dell'anatomia endodontica rivelata dalle tavole anatomiche di Hess (39) che avevano influenzato negativamente in passato l'endodonzia.

La conoscenza dei principi basilari che caratterizzano la lega Ni-Ti, però, si impone da parte dell'endodontista. Infatti, soltanto attraverso una perfetta conoscenza delle possibilità e dei limiti di tali strumenti, prodotti in forme e disegni sempre più innovativi, è possibile sfruttare le loro migliori caratteristiche al fine di perseguire l'obiettivo principale della terapia endodontica, cioè una preparazione canalare adeguata a ricevere una otturazione stabile e tridimensionale. L'adozione di una metodica operativa piuttosto che di un'altra riteniamo possa dipendere da scelte personali, basate sull'esperienza e sulla dimestichezza tecnica acquisita nel tempo con una particolare strumentazione. Le novità del mercato ed i messaggi pubblicitari, se veri-

ficati opportunamente, possono arricchire il proprio bagaglio culturale, ma non sostituire la manualità dell'operatore e la sua esperienza endodontica. Nella pratica endodontica quotidiana, comunque, riteniamo che sia ancor oggi indispensabile avere a disposizione un endo-box di strumenti tradizionali in acciaio (Fig. 14) accanto ad un altro in Ni-Ti con la metodica preferita. Infine, il successo della terapia dipenderà non solo dalla strumentazione scelta e dalla lega più opportuna adoperata ma, evidentemente, dalla corretta scelta dei materiali per la disinfezione canalare, l'irrigazione, la medicazione, la medicazione intermedia e, più in generale, dal rispetto dei principi biologici alla base della disciplina endodontica.

BIBLIOGRAFIA

1. Airoidi G, Visentin C. Le leghe Ni-Ti in Ortodonzia. *Mondo Ortodontico* 1987; 6: 67-73.
2. Filho IB, Esberrat RM, De Toledo RL, Del Rio CE. Microscopic evaluation of three endodontics files pre- and post- instrumentation. *J Endod* 1998; 7: 461-464.
3. Malagnino VA, Passariello P, Cantatore G. Caratteristiche delle leghe Nichel-titanio in relazione al loro possibile impiego endodontico. *G It Endo* 1994; 1: 10-15.
4. Cantatore G, Ceci A. Le leghe al nichel-titanio. *Dental Cadmos* 1996; 2: 21-28.
5. Cantatore G, Ceci A. L'endodonzia verso il duemila. Preparazione canalare con strumenti Ni-Ti. Evoluzione delle tecniche. *Dental Cadmos* 1998; 18: 11-37.
6. Buheler WJ, Wirley RC. The properties of Ni-Ti in associated phase. *US Naval Ordinance Lab. Tec. Report* 1961; 61-75.
7. Samyn JA, Nicholls JI, Steiner JC. Comparison of stainless-steel and nickel-titanium instruments in molar root canal preparation. *J Endod* 1996; 4: 177-180.
8. Harlan AL, Nicholls JI, Steiner JC. A comparison of curved canal instrumentation using nickel-titanium or stain-less steel files with the balance force technique. *J Endod* 1996; 22(8): 177-180.
9. Marcoli PA, Pizzi S, Ceresini F. Gli strumenti endodontici al nichel-titanio: revisione della letteratura. *G It Endo* 2000; 4: 183-200.
10. Miyazaki S, Otsua K. Transformation pseudoe-
- lasticity and deformation behaviour in a Ti 50,6% at % Ni alloy. *Scripta Metal* 1981; 15: 287-292.
11. Haikel Y, Serfaty R, Wilson P, Speisser JM, Allermann C. Mechanical properties of nickel-titanium endodontic instruments and the effect of sodium hypochlorite treatment. *J Endod* 1998; 24(11): 731-735.
12. Rowan MB, Nicholls JI, Steiner J. Torsional properties of stain-less steel and nickel-titanium endodontic files. *J Endod* 1996; 7: 341-345.
13. Goldstein D, Kabacoff L, Tydings J. Stress effects on Nitinol phase transformation. *J Metals* 1987; 39: 19-26.
14. Haikel Y, Serfaty R, Lwin TTC, Allenann C. Measurement of the cutting efficiency endodontic instruments: a new concept. *J Endod*

- 1996; 12: 651-5.
15. Haikel Y, Serfaty R, Bleicher P, Lwin TTC, Allermann C. Effects of clearing, disinfections and sterilization procedures on the cutting efficiency of endodontic files. *J Endod* 1996; 12: 657-61.
16. Walcott J, Himel VT. Torsional properties of nickel-titanium versus stainless-steel endodontic files. *J Endod* 1997; 23(4): 217-20.
17. Canalda-Sahli C, Brau-Aguade E, Berastegui-Jimeno E. Torsional and bending properties of stainless steel and nickel-titanium Canal Master U and Flexogate instruments. *Endod Dent Traumatol*. 1996; 24(3): 141-5.
18. Malagnino VA, Passariello P, Canullo L. Studio comparativo in vitro fra canali curvi preparati con strumenti rotanti a punta attiva e non. *G It Endo* 1998; 2: 64-69.
19. Khun WG, Carnes DL Jr, Clement DJ, Walker WA. Effect of tip design of nickel-titanium and stainless-steel files on root canal preparation. *J Endod* 1997; 23(12): 735-38.
20. Levy G et Coll. La preparation endo-canalare. *Inf Dentaire* 1982; 65: 1569-86.
21. Buchanan LS. Variably tapered root canal files. *Dentistry Today* 1996; 2: 42-9.
22. Gambarini G, Dell'Agnola A. Prevenzione della frattura di strumenti rotanti al nichel titanio: valutazioni ed accorgimenti. *G It Endo* 1998; 1: 17-28.
23. Yared GM, Bou Dagher FE, Machtou P. Cyclic fatigue of profile rotary instruments after simulated clinical use. *Int Endod J* 1999; 32(2): 115-9.
24. Haikel Y, Serfaty R, Bateman J, Senger B, Allerman C. Dynamic and cyclic fatigue of engine-driven rotary nickel-titanium endodontic instruments. *J Endod* 1999; 25 :434-36.
25. McSpadden J. New technologies in endodontics. *Thierd Endodontic World Congress IFEA Rome* 1995.
26. Levin H. Access cavities. *Dent Clin North Am* 1967; Nov: 701-710.
27. Ruddle CJ. Gli strumenti rotanti in nichel-titanio: concetti per la preparazione del sistema dei canali radicolari. *Inf End* 2001; 4(3): 4-15.
28. Grey GC. The capabilities of sodium hypochlorite to digest organic debris from root canals with emphasis on accessory canals. *Master thesis Boston University* 1970.
29. Reddy SA, Hicks ML. Apical extrusion of debris using two rotary instrumentation technique. *J Endod* 1998; 24:180-3.
30. Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am* 1967; 18: 269-296.
31. Ausiello P, Rengo S, Riitano F. Strumentazione dei canali radicolari: controllo attraverso la diafanizzazione. *Dental Cad* 1994; 2: 36-47.
32. Cotti E. Esercitazioni precliniche in endodonzia con diafanizzazione finale dei denti. *Dental Cadmos* 1988; 1: 65-70.
33. Schneider SW. A comparison of canal preparation in straight and curved canals. *Oral Surgery* 1971; 32(2): 271-275.
34. Del Mastro G. Rispetto dell'anatomia canalare: utilizzo in vivo dei ProFile .04, .06. *G It Endo* 1998; 3: 134-43.
35. Pongione G, Gambarini G, De Luca M. Allargamento coronale precoce con Orifice Shaper: osservazioni sperimentali. *G It Endo* 1997; 4: 184-91.
36. Thompson SA, Dummer PM. Shaping ability of Quantec series 2000 rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. *Int Endod J* 1998; 31 (4): 259-257.
37. Poggio C, Genova U, Costernino A. Strumenti al Ni-Ti a rotazione continua. Preparazione canalare. *Dental Cadmos* 1999; 2: 17-22.
38. Ripari M, Maggiore G, Gallotini L, Rugo Barzani G. Valutazione in vitro della preparazione di canali curvi con strumenti meccanici al nichel-titanio. *G It Endo* 1997; 4 : 226-230.
39. Hess W. Die Anatomie der Wuzelkanale des Menschlichen gebssess mit Beruckstchtigung der feirenen Verzweigungen am apicale Foramen. *Habilitationsschtgmanchen. Verlag: Buchdruckerei Berichthaus, 1917.*