

* Gianluca Gambarini
 ** Antonella Dell'Agnola

* Professore a contratto
 Università degli Studi di Siena, C.L.O.P.D.
 Cattedra di materiali dentari
 Titolare: Prof. Saverio Condò
 ** Libera professionista

Corrispondenza:
 Dr.ssa Antonella Dell'Agnola
 Via Pompeo Magno, 14 - 00192 Roma
 Tel. e Fax 06/3214649/06/3215335

Prevenzione della frattura di strumenti rotanti al nichel-titanio: valutazioni ed accorgimenti pratici

Preventing breakage of rotary nickel-titanium instruments: an assessment and practical findings

RIASSUNTO

L'introduzione sul mercato dei nuovi strumenti rotanti al nichel-titanio ha incontrato un grande successo sia tra gli endodontisti sia tra i dentisti generici in quanto ha permesso non solo di ridurre i tempi operatori ma anche di ottenere i risultati migliori in termini di sagomatura nel rispetto dell'anatomia canalare. L'uso di tali strumenti, chiaramente, non è esente da errori iatrogeni quale, per esempio, la frattura intracanalare; per questo motivo gli autori hanno cercato di passare in rassegna gli accorgimenti clinici che permettono di limitare questa eventualità ad un numero assai limitato di casi. A tale scopo sono state inoltre valutate le proprietà elastiche della lega al nichel-titanio nonché i fenomeni di fatica ciclica subiti dagli strumenti quando questi vengono utilizzati più di una volta.

Parole chiave: Nichel-titanio. Rottura intracanalare.

ABSTRACT

Introduction

Stress on rotary instruments in root canals depends on various factors, which are not easily determined and difficult to reproduce in experimental conditions. The purpose of this study was to define the capabilities and limitations of the nickel-titanium alloy in endodontic practice, without particular reference to any instrument type or design, and to make suggestions for its practical use for the purpose of minimizing the risk of intracanal breakage.

Characteristics of the nickel-titanium 55-45 alloy and their clinical significance in Endodontics

At the solid state, a nickel-titanium alloy is an intermetallic mixture, characterized by the presence of three crystalline stages (austenite, martensite and an intermediary stage called stage R), whose percentages at the resting state depend on the elements that make up the alloy, and which influence

the temperature intervals during which the transformations from one stage to another occur, and on the mechanical and/or thermal stress that the alloy undergoes during work periods and/or clinical use. Normal conditions of clinical use are at a temperature included in the austenite transformation stage. If we exert mechanical pressure during this stage, a variation in the crystals will occur with the formation of martensite, inducing a much weaker and plastic stage compared with the stiffer and more resistant austenite stage. In this phase the alloy is easily deformed; the slightest force will cause it to bend and change, therefore making it easier to follow the canal curves. The martensite transformation is totally reversible because of the instrument's tendency to return to its most stable and resistant state, the austenitic stage. In clinical practice however, dentine resistance is not always constant, and torsional stress on the instrument may increase as it works towards the apex, or due to a narrowing and/or curving of the canals, or because the instrument encounters stress more coronally due to the tapered shape of the instrument itself. Whenever an increase in resistance becomes torsional stress so strong that it causes a completion of the martensite stage (or at least crystallographic configuration very near that), the alloy becomes very fragile. This explains why in clinical practice some instruments suddenly break when very slight pressure is applied; that is, pressure that is normally below the elastic limit.

Practical Advice

1. Correct speed

Nickel-titanium instruments should be used at a constant rotary speed, such that any stress to the instrument is kept within the limits of superelastic deformations. Only high-torque handles can guarantee that rotation speed remains constant even at low speed. Individual manufacturers recommend maximum and minimum speeds at which their rotary files work efficiently.

2. Avoid excessive pressure

It is very difficult to establish how much pressure to use with rotary instruments. An interesting suggestion was made by J.

McSpadden, who recommends always using the instruments with the same pressure, that is, the force necessary to penetrate the first millimeter, and to use a slight pumping motion (up and down) to avoid jamming of the tip.

3. Constant rotation

As was mentioned earlier, rotation and movement toward the apex must be kept constant. Sometimes, however, progress may encounter difficulty due to calcifications, narrowing or other obstacles. The rule in this case is not to try and force progression, but to resort if necessary to traditional instruments or GG burs.

4. Irrigation and lubrication

Efficient cleansing and solubilization of debris as well as a good lubricant help to reduce friction between the file and canal walls, which can cause torsional stress.

5. Cyclic fatigue

It is next to impossible to measure the stress that instruments undergo during use, therefore extremely difficult to determine how many times an instrument should be used. Preliminary experimental studies seem in favour of a greater use (usually 10 cases of which 6-7 molars), whenever the instruments have not shown visible signs of wear.

6. Complex anatomies

A. Sharp curves

In the presence of sharp curves of brief curvatures, like those often encountered in the apical third, it is not recommendable to use rotary instruments until a precocious widening of the crown has been done with manual stainless steel instruments and GG burs. In cases of continual curves, even very sharp ones, we feel comfortable using rotary instruments right from the start, as long as excessive contact between the files and canal walls is avoided.

B. Confluence

Another cause of rotary nickel-titanium instrument breakage is confluent canals, whenever they are not immediately diagnosed. In this case, as has always been done with stainless steel instruments, one canal should be prepared up to the working length, and then, once the level of confluence has been determined by the usual methods, the second canal is prepared to a

point coronally to the confluence.

C. Forked canals

Even forked canals can create stress on rotary files, which often leads to breakage. In this case too it is very important to diagnose the canal anatomy correctly in order to avoid iatrogenic errors.

D. Difficult insertion

It is often quite difficult to insert nickel-titanium rotary instruments into extremely sclerotic canals, even at the canal opening. In this case, the obvious advice is not to force entry because the instruments are subjected to unnecessary stress. Manual stainless steel instruments or GG burs should be used.

7. Preparation techniques

Even though manufacturers recommend certain sequences to follow when using their instruments, we feel that, in more complicated cases, it is wise to use a preparation technique that respects the endodontic morphology, resorting if necessary to stainless steel instruments of GG burs, at least when performing a precocious coronal widening.

Key words: Nickel-titanium. Intracanal breakage.

INTRODUZIONE

Sebbene in letteratura siano presenti alcuni studi sperimentali che illustrano le proprietà meccaniche di strumenti rotanti al nichel-titanio (NiTi) (1,8,13,15,16), è assai difficile correlare tali dati con il comportamento clinico delle lime sottoposte agli stress routinari della pratica endodontica. Ciò in primo luogo dipende dalle caratteristiche intrinseche della lega che presenta proprietà meccaniche peculiari, spesso poco prevedibili e comunque assai differenti da quelle dell'acciaio; in secondo luogo i risultati ottenuti *in vitro* su canali artificiali sono di difficile applicazione pratica, in quanto gli stress che gli strumenti rotanti subiscono all'interno dello spazio endodontico sono influenzati da una serie di variabili (tipologia canalare, complessità anatomiche e consistenza della dentina, abilità dell'operatore, etc.) non facilmente quantizzabili e

difficilmente riproducibili sperimentalmente. Infine il disegno degli strumenti rotanti al nichel-titanio, oltre a variare notevolmente da produttore a produttore, è assai più complesso rispetto alle tradizionali lime manuali, per cui è più difficile una precisa analisi delle sollecitazioni prodotte dall'attrito delle lame contro le pareti, e quasi mai le considerazioni emerse su un dato tipo o marca di strumento possono valere per un altro.

Per questi motivi riteniamo che per l'operatore sia importante oltre ad una buona conoscenza delle caratteristiche della lega Ni-Ti e dello specifico disegno degli strumenti che utilizza, una corretta valutazione clinica dei casi che via, via si presentano al fine di sfruttare convenientemente i vantaggi forniti dai nuovi strumenti, minimizzando al contempo il rischio di errori iatrogeni quali la frattura intracanalare degli stessi.

Va infatti rilevato che qualsiasi strumento endodontico viene sottoposto a notevoli stress torsionali allorché viene fatto ruotare all'interno di un canale, il che comporta anche fenomeni di affaticamento ciclico notevolmente maggiori, e conseguentemente un maggior rischio di rottura. Tali proprietà vanno tenute ben presenti anche se si utilizza una lega dalle validissime caratteristiche di resistenza meccanica, ben superiori a quelle dell'acciaio.

Queste considerazioni rivestono un maggior interesse anche alla luce del fatto che i nuovi strumenti in nichel-titanio hanno di recente incontrato un largo successo, in virtù delle possibilità che offrono nel rendere più semplici, veloci ed efficaci le fasi della sagomatura canalare, e si sono dunque diffusi non solo fra gli endodontisti, ma anche fra i dentisti generici. A seguito di tale incremento nell'utilizzo clinico, vi è comunque un analogo aumento del rischio di errori iatrogeni, che diventa ancor più significativo se ci si avvicina ai nuovi materiali con eccessiva confidenza e scarsa conoscenza. Da più di tre anni utilizziamo di routine gli strumenti rotanti al nichel-titanio, e con una certa attenzione, frutto di esperienza clinica e dell'utilizzo di alcuni semplici accorgimenti, siamo riusciti a limitare i casi di frattura ad una percentuale del tutto trascurabile.

Nell'ambito delle problematiche fin qui esposte, il presente lavoro vuole fornire, cercando di prescindere dai diversi tipi e disegni degli strumenti, delle indicazioni sulle possibilità ed i limiti dell'impiego della lega Ni-Ti in Endodonzia, e di suggerire alcuni accorgimenti pratici atti a minimizzare il rischio di indesiderate fratture intracanalari di lime rotanti.

CARATTERISTICHE DELLE LEGHE NI-TI 55-45 E LORO SIGNIFICATIVITÀ CLINICA IN ENDODONZIA

Le leghe nichel-titanio 55-45 presentano delle particolari caratteristiche fisico-chimiche che determinano risposte alle sollecitazioni meccaniche, cui è sottoposto uno strumento quando lavora all'interno di un canale radicolare, assai diverse da quelle delle tradizionali leghe in acciaio inossidabile. Tra le proprietà di interesse endodontico meritano attenzione la maggiore flessibilità, l'aumentata resistenza agli stress torsionali, e soprattutto la superelasticità, una peculiare caratteristica dipendente dalla struttura cristallografica della lega nell'ambito delle temperature di utilizzo clinico. La superelasticità permette infatti di minimizzare uno dei principali inconvenienti legati all'uso dell'acciaio nei canali curvi, cioè una elevata forza di ritorno elastico, che impedisce agli strumenti di lavorare in maniera equilibrata nel seguire la traiettoria del canale, con il risultato di tendere a rettificarla e/o a trasportare l'anatomia originale in alcune porzioni del tragitto canalare (2,4,5,14).

Allo stato solido la lega Ni-Ti è un composto intermetallico caratterizzato dalla presenza di tre fasi cristalline (un reticolo cubico a corpo centrato detto austenite, un reticolo esagonale compatto detto martensite ed una fase intermedia detta fase R, composta da una serie di fasi che determinano un riarrangiamento della struttura mediante spostamenti di atomi nei piani cristallini senza implicare trasformazioni di forma cristallografica), la cui percentuale allo stato di riposo dipende sia dagli elementi costituenti che condizionano gli intervalli di temperatura entro cui avvengono le trasformazioni di fase, sia dagli stress meccanici e/o termici.

Gambarini G, Dell'Agnola A. Prevenzione della frattura di strumenti rotanti al nichel-titanio: valutazioni ed accorgimenti pratici. *G II Endo* 1998; 1: 17-28

ci che la lega ha subito durante le fasi di lavorazione e/o durante l'impiego clinico. Ne deriva che le proprietà meccaniche di uno strumento, a prescindere dallo specifico disegno che è ovviamente un fattore fortemente condizionante il comportamento clinico sotto sollecitazione, possono essere diverse in funzione della specifica lega utilizzata, dei processi di fabbricazione (inclusi particolari trattamenti volti ad incrementare determinate caratteristiche meccaniche, quali processi di tempra, lavorazioni a freddo, etc.) e dell'uso clinico, quest'ultimo parametro difficilmente oggettivabile per la complessità e diversità delle varie situazioni di impiego nella pratica endodontica.

Tornando alle caratteristiche del nichel-titanio, normalmente le leghe impiegate per la fabbricazione di strumenti endodontici hanno temperature di transizione di fase simili a quelle della classica lega Nitinol: inizio-fine della trasformazione martensitica fra i -43 e -110°C , inizio-fine della trasformazione austenitica fra i $+27$ e $+60^{\circ}\text{C}$. Ne deriva che le normali condizioni di impiego clinico avvengono a temperature comprese nell'intervallo di trasformazione austenitica, e che la temperatura costante degli esseri umani è un campo di applicazione ideale per le proprietà della lega.

Tali indicazioni sono basilari per comprendere il comportamento superelastico, peraltro proprio di pochissime leghe, del nichel-titanio. Se infatti esercitiamo delle sollecitazioni meccaniche sulla lega nell'ambito del suddetto intervallo di temperatura (teoricamente meglio a temperature pari o di pochi gradi inferiori a quelle di fine di trasformazione austenitica), avviene un peculiare fenomeno, cioè una variazione di forma cristallografica con formazione di martensite, una fase assai più debole e plastica, rispetto alla più rigida e resistente austenite. Nella fase martensitica la lega è assai più facilmente deformabile: con un minimo sforzo può flettersi e modificarsi, seguendo cioè agevolmente le curvature del canale; parimenti proprio perché la sollecitazione applicata è stata minima, la forza di ritorno elastico, cioè la tendenza al raddrizzamento del materiale e di conseguenza del taglio non perimetrale sulle pareti, è altrettanto minima (9,12).

Tale trasformazione martensitica, proprio perché legata ad una sollecitazione meccanica e non ad una diminuzione della temperatura al di sotto della T di inizio di trasformazione martensitica (circa -43°C) è completamente reversibile per la tendenza della struttura a tornare alla fase energeticamente più stabile e resistente, cioè quella austenitica. Tale reazione comporta nella pratica che al cessare della sollecitazione la lega immediatamente torna alle dimensioni originali, così come farebbe qualsiasi materiale nell'ambito delle deformazioni elastiche che seguono la legge di Hooke. Un esempio di facile comprensione è dato dall'impossibilità di precurvare gli strumenti in nichel-titanio. Infatti, a differenza di ciò che avviene negli strumenti in acciaio, la sollecitazione (ovviamente entro certi limiti, come vedremo meglio in seguito) non comporta uno scorrimento dei piani nell'ambito della struttura cristallina, per cui si possono avere ampie deformazioni senza che si determini un riarrangiamento strutturale irreversibile.

Sulla base di tali considerazioni possiamo affermare che quando la lega, in virtù delle sollecitazioni meccaniche si trova nel campo della superelasticità, presenta ottimali caratteristiche per l'uso endodontico, e tale condizione è facilmente raggiungibile quando si applicano allo strumento sollecitazioni torsionali abbastanza elevate come quelle che si realizzano per l'attrito fra le lame e le pareti dentinali a seguito di un movimento di rotazione continua dello strumento all'interno dei canali. La superelasticità fa sì che, iniziata la trasformazione martensitica, la deformazione avvenga per un carico costante e quindi non è in linea teorica necessario aumentare la pressione che si esercita sullo strumento (come vedremo più avanti, ciò spiega perché si consiglia di mantenere la stessa pressione esercitata per far progredire la lima nel primo millimetro) per mantenere la rotazione e farlo avanzare apicalmente.

Nella pratica clinica, purtroppo, la resistenza della dentina non è costante, e gli stress torsionali sullo strumento possono aumentare mentre si procede apicalmente principalmente per due fattori: o per restringimenti e/o curvature che via via si incontra-

no o per un impegno più coronale inerente alla conicità aumentata. Tralasciando queste considerazioni derivanti dall'uso clinico che saranno successivamente approfondite, dal punto di vista delle proprietà meccaniche degli strumenti allorché l'aumento di resistenza incontrata si traduce in stress torsionali di entità tale che comportano il completamento della fase martensitica (o quantomeno una configurazione cristallografica che si avvicina a tale condizione), la lega diviene assai più fragile. Ciò si verifica poiché la martensite si può rompere per carichi dell'ordine di 70-150 Mpa, ben inferiori (circa un decimo) di quelli della più resistente fase austenitica, ed anche inferiori a quelli che in teoria si collocano nell'ambito del comportamento superelastico del materiale, cioè compresi fra i 200-800 Mpa. Tali proprietà spiegano perché nella pratica clinica uno strumento si può rompere improvvisamente, anche se è necessario che si verifichino determinate condizioni per sollecitazioni apparentemente ridotte, cioè che rientrano nel normale utilizzo al di sotto del limite elastico.

Dalla ricerca sui materiali sappiamo che il nichel-titanio sperimentalmente è in grado di assorbire nel campo elastico tensioni che comportano deformazioni fino all'8%, di gran lunga maggiori rispetto a quelle degli acciai, che sono dell'ordine dello 0,5%. A ciò si deve aggiungere una elevata duttilità della lega che può subire un allungamento (deformazione plastica) fino oltre al 25% prima di fratturarsi, ed una buona resistenza alla tensione finale (quasi 1500 Mpa). Ciò nondimeno un qualsiasi manufatto metallico si può rompere allorché si verifica una di queste situazioni: una sollecitazione maggiore della resistenza teorica del materiale, fenomeno peraltro assai raro in quanto ben difficilmente nella pratica clinica si raggiungono carichi così elevati; una sollecitazione di minore entità in un materiale indebolito per diversi motivi, primi fra tutti fenomeni di fatica ciclica legati all'utilizzo pratico (resistenza reale).

La precisa conoscenza dei fenomeni di fatica ciclica sarebbe pertanto auspicabile, anche se di quasi impossibile attuazione pratica, in quanto entrano in gioco troppi fattori poco quantizzabili legati alle differen-

ti, estremamente variabili e complesse situazioni cliniche ed anatomiche che implicano differenti sollecitazioni, allo stesso modo di altre variabili (torque, pressione, velocità e tempi di rotazione) legate alla manualità ed operatività dei singoli odontoiatri. Per quel che concerne la struttura e le conseguenti proprietà della lega abbiamo già fatto menzione che processi di lavorazione e cicli operativi di utilizzo clinico inevitabilmente comportano fenomeni di affaticamento del metallo e/o modificazioni - difetti strutturali che, anche se non sono visibili ad occhio nudo, possono comportare una notevole diminuzione della resistenza della lega (3,10,11).

Anche se non disponiamo di dati sperimentali a riguardo è possibile ipotizzare che l'uso clinico più che determinare microalterazioni della struttura con difetti superficiali, tipo microcricche, che secondo alcuni rivestono importanza in quanto considerati come punti di innesco per la iniziazione e propagazione di fratture (difetti che, comunque, la microscopia elettronica ha evidenziato anche in strumenti nuovi, legati cioè ai processi industriali di fabbricazione della lega e dei manufatti), può forse incidere più significativamente alterando la presenza e la percentuale delle tre fasi nella lega, con conseguente modificazione del comportamento sotto sollecitazione meccanica. Ovviamente laddove l'esame degli strumenti prima del loro riutilizzo evidenzia macroscopici fenomeni di fatica, quali deformazione-allungamento delle spire, questi vanno immediatamente scartati (Figg. 1, 2).

Osservazioni frutto della personale esperienza clinica evidenziano come tali deformazioni elastiche, non infrequenti nell'utilizzo clinico di strumenti rotanti in particolare modo nelle situazioni più difficili, siano invece quasi mai presenti se si utilizzano manualmente strumenti in nichel-titanio. Ciò deve far riflettere sulle maggiori sollecitazioni torsionali, e di conseguenza sui maggiori rischi, cui va incontro uno strumento che ruota all'interno di un canale.

CONSIGLI PRATICI

Sulla base delle considerazioni emerse dall'analisi delle caratteristiche delle leghe Ni-Ti per lo specifico uso endodontico, vediamo ora di fornire dei suggerimenti da adottare nella pratica clinica per minimizzare i rischi di frattura intracanalare, cercando di correlare le conoscenze derivanti dall'esperienza clinica e le indicazioni fornite dalle case produttrici con quei concetti di fisica e meccanica precedentemente esposti; ciò al fine di rendere gli operatori maggiormente edotti in tutti gli aspetti della problematica, in quanto solitamente il rischio di frattura si previene validamente tramite una corretta individuazione degli stress nelle differenti, particolari situazioni cliniche che via via si presentano per cui la capacità e sensibilità clinica dell'operatore divengono di primaria importanza, più che la banale, scolastica applicazione di talune regole.

1. VELOCITA' APPROPRIATA

Innanzitutto è d'obbligo utilizzare manipoli

elettrici a bassa velocità, preferibilmente ad alto torque come i manipoli da implantologia o i manipoli di ultima generazione realizzati appositamente per gli strumenti al nichel-titanio. In alternativa è possibile usare manipoli ad aria, che si collegano al micromotore del riunito, i quali consentono di operare, in virtù di una più ampia riduzione, alle velocità desiderate anche se è più difficile ottenere il preciso controllo della velocità di rotazione e del torque. Inoltre dovrebbe essere controllato il flusso dell'aria che giunge al manipolo, in quanto solo una pressione adeguata e costante garantisce una corretta velocità di rotazione entro il range ottimale per ciascun strumento.

Sappiamo infatti che gli strumenti al Ni-Ti, al fine di ottimizzare le proprietà superelastiche della lega, devono essere utilizzati in rotazione continua e, soprattutto a velocità costante, così da mantenere gli stress subiti nell'ambito delle deformazioni superelastiche. In tal modo si limita cioè al massimo il rischio di frattura, anche se tali considerazioni prescindono, come già accennato, dall'analisi di eventuali fenomeni di affatica-



Fig. 1 - Immagine al SEM di strumento canalare al nichel-titanio con evidente deformazione plastica in virtù di stress torsionali superiori al limite elastico. Come per l'acciaio inossidabile (anzi a maggior ragione per il nichel-titanio) lo strumento va immediatamente scartato.

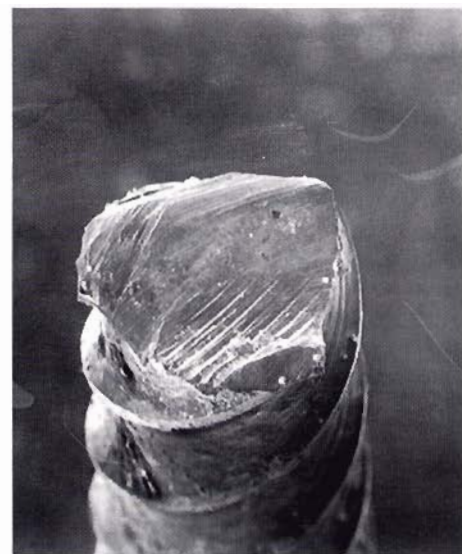


Fig. 2 - Strumento fratturato. Sulla superficie è possibile evidenziare la zona levigata (zona di propagazione) e la zona ruvida corrispondente alla frattura finale.

mento che nella pratica possono causare rottura anche per carichi inferiori al limite elastico.

Preferiamo utilizzare comunque manipoli ad alto torque, perché solitamente garantiscono una coppia sufficiente da permettere che la rotazione resti uniforme, nonostante la bassa velocità. Ciascuna casa produttrice consiglia per i propri strumenti un range di velocità più o meno ampio, entro cui utilizzare efficacemente le lime rotanti. Tale range è in funzione dello specifico disegno (ad esempio tra i 150 e i 350 giri/minuto per le lime Profile, tra i 350 e 500 per i Quantec, tra i 700 ed i 3000 per i Lightspeed) (6,7).

Velocità elevate comportano maggior efficienza di taglio, ma maggiori rischi in quanto aumentano gli stress torsionali. Al contrario velocità troppo basse, proprio come il torque insufficiente del manipolo, rendono più difficile la continuità del movimento di rotazione dello strumento, anche perché viene diminuita la capacità di asportazione in superficie dei detriti il che provoca la loro interposizione fra strumento e pareti, fonte di maggior attrito e stress sulle lame: di conseguenza può divenire più probabile il rischio di frattura.

A nostro avviso è vantaggioso utilizzare le velocità consigliate più basse solo nelle situazioni più complesse, e più precisamente laddove vi è un maggior rischio di elevati stress torsionali istantanei. La velocità più bassa ci offre un duplice vantaggio: in primo luogo aumenta la sensibilità tattile ed è più facile percepire l'aumentato impegno dello strumento, che sovente si manifesta con un rumore tipico (tipo click o cri-dentale) provocato dall'elevato attrito delle lame contro le pareti canalari. In secondo luogo, e forse più importante, ci offre un maggior tempo a disposizione per ritrarre lo strumento impuntato o che friziona, in quanto gli stress torsionali in virtù della minore velocità impiegano più tempo a raggiungere quei valori necessari per innescare il fenomeno della rottura. Pertanto, se durante la rotazione dello strumento si avverte il tipico rumore sopra descritto, la progressione apicale va immediatamente interrotta e lo strumento estratto dal canale e controllato visivamente, onde verificare se

sono avvenute deformazioni plastiche.

Da alcune case produttrici il disegno degli strumenti è poi stato modificato negli anni, ad esempio nei Quantec, proprio per aumentare la resistenza degli strumenti sia direttamente, conferendo maggiore robustezza, (con un aumento della resistenza anche nella parte periferica, invece di affidarsi esclusivamente a quella del nucleo centrale) sia indirettamente, tramite riduzione degli attriti all'interno del canale (con piani radiali posti dietro le lame per aggiungere supporto e riduzione della superficie situata dietro il piano radiale). Tali modifiche, seppure apportano un miglioramento delle proprietà meccaniche non esimono gli operatori dall'esercitare la stessa cautela, in quanto la prevenzione delle fratture intracanalari resta sempre legata principalmente ad una corretta operatività e ad una attenta valutazione delle situazioni cliniche di maggior rischio.

2. EVITARE PRESSIONI ECCESSIVE

Quanta pressione si debba esercitare sugli strumenti rotanti al nichel-titanio è argomento assai difficile da illustrare, in quanto è piuttosto complessa una precisa quantizzazione delle forze applicate. Alcuni operatori suggeriscono di utilizzare la stessa forza necessaria per scrivere con una matita a mina, assai facile a rompersi se si esercita una eccessiva pressione. Altri suggeriscono una utilizzazione passiva delle lime, fornendo cioè solo vaghe indicazioni.

Va altresì rilevato che il differente disegno degli strumenti, in particolare l'utilizzo di una punta più o meno aggressiva, condiziona la pressione da esercitare, in quanto può rendere più o meno agevole la penetrazione apicale. Per tali motivi, oltre ad una precisa conoscenza delle caratteristiche dello strumento rotante che si utilizza, è necessario acquisire una certa esperienza e sensibilità per affinare l'approccio alle differenti situazioni cliniche. A tal fine riteniamo indispensabile prima di trattare canali su pazienti, esercitarsi sufficientemente più che su denti in resina (la cui consistenza può trarre in inganno sulla reale pressione da esercitare) su denti estratti così da capire quale è la pressione richiesta per fare progredire

lo strumento nel canale nelle diverse situazioni cliniche (canali stretti, curvi, calcificati, etc.).

Personalmente riteniamo che la pressione esercitata sia un parametro assai importante, che potrebbe spiegare il motivo per cui alcuni operatori, seppur esperti, tendano a fratturare con maggior facilità gli strumenti, mentre per altri tale incidente è un evento eccezionale. In linea teorica non si dovrebbe mai forzare uno strumento, bensì lavorare con estrema delicatezza, quasi come se si stesse utilizzando una piuma d'oca per fare del solletico. Ciò non solo riduce il rischio di fratture, ma minimizza anche il rischio di gradini o trasporto canalare se si utilizzano lime dalla punta tagliente.

Un interessantissimo suggerimento viene fornito poi da J. Mc Spadden, che consiglia di utilizzare gli strumenti sempre con la stessa pressione, cioè quella necessaria per fare progredire lo strumento per il primo millimetro, e di esercitare una lieve, progressiva azione di pompaggio (o di va e vieni) per evitare blocchi della punta. Ovviamente uno strumento dalla punta non tagliente tende ad incontrare maggiori difficoltà nella progressione apicale, per cui si tende con maggior facilità a forzarlo, ancorché lievemente: questo è un errore che, a nostro avviso, dovrebbe essere evitato, eventualmente ricorrendo all'utilizzo di lime manuali per preparare la strada alle lime rotanti.

3. ROTAZIONE CONTINUA

Come accennato in precedenza la rotazione e la progressione apicale dello strumento devono essere continue. Sovente però, vuoi a causa di calcificazioni e/o restringimenti o dell'utilizzo di strumenti a conicità crescente, vi è un notevole impegno delle lame che tende a non far progredire lo strumento verso l'apice. Analogo impedimento si verifica in conseguenza di un blocco della punta, situazioni che comportano tutte un notevole incremento degli stress torsionali sullo strumento, aumentando in misura drammatica il rischio di frattura.

In questi casi la regola principale è di non ostinarsi nel cercare di far progredire la lima, ma dopo massimo un secondo ritrarre

coronalmente lo strumento, e cercare di valutare i motivi che ne impediscono la progressione. Ad esempio possono essere necessarie ricapitolazioni, se si vuole agevolare il passaggio da uno strumento a conicità minore ad uno a conicità maggiore, laddove l'impegno è per lo più legato all'aumento di conicità. Più complesso è invece il caso di ostacoli, calcificazioni e restringimenti, situazioni che impongono in molti casi una strumentazione mista (manuale e rotante). Oltre a non tenere lo strumento fermo nella stessa posizione per più secondi, è altresì consigliabile evitare di portarlo più volte alla stessa profondità nel tentativo di farsi strada, prima o poi, verso l'apice, in quanto non si fa che aumentare la fatica ciclica dello strumento in una situazione clinica ove sono già presenti elevati stress torsionali per il probabile blocco della punta.

Sempre al fine di minimizzare i rischi di frattura intracanalare di strumenti rotanti riteniamo preferibile non utilizzarli immediatamente qualora siano presenti degli ostacoli all'interno del canale (gradini, tappi, false strade, materiale d'otturazione, strumenti fratturati, ecc.). In questi casi è consigliabile prima arrivare alla lunghezza di lavoro con gli strumenti tradizionali in acciaio e solo successivamente, se possibile, passare all'uso delle lime rotanti. Questo è il caso, per esempio, dei ritrattamenti, in cui è preferibile prima eliminare con estrema cura, con l'ausilio degli strumenti a mano e di alcuni solventi, il precedente materiale da otturazione che altrimenti potrebbe ostacolare la progressione degli strumenti al Ni-Ti. Per lo stesso motivo è consigliabile eliminare con un patency file gli eventuali tappi di dentina che si possono essere formati nel corso della strumentazione oppure in denti già trattati, così da ristabilire la pervietà del canale e quindi permettere alle lime rotanti di progredire liberamente senza subire eccessivi stress. Anche la presenza di calcificazioni all'interno di canali necrotici rappresenta un ostacolo, che è meno rischioso eliminare con l'ausilio di sottili strumenti a mano e di un agente chelante.

Via via che si acquista esperienza e sensibilità si può tentare di utilizzare strumenti al nichel-titanio anche in tali casi complessi, in

quanto è possibile rimuovere materiale da otturazione (in special modo se si utilizzano solventi) o by-passare tappi e gradini con gli strumenti rotanti. Anzi, sovente consentono un approccio più semplice e rapido, o addirittura in alcuni casi rappresentano l'unica soluzione, laddove metodiche e strumenti tradizionali si sono rivelati poco efficaci. E' comunque ovvio che tale utilizzo "estremo" tende a comportare notevoli rischi per cui va limitato a particolarissime situazioni cliniche ed a operatori di provata esperienza. Il peggior errore che si può commettere quando si utilizzano strumenti rotanti al nichel-titanio è quello di pensare che essi siano sempre la migliore o l'unica soluzione in ogni condizione: le validissime caratteristiche dei nuovi strumenti non devono farci dimenticare di trovare posto nelle nostre scatole endodontiche anche ai tradizionali strumenti manuali in acciaio, che in molti casi sono un ausilio ed un complemento, non solo utile, ma indispensabile a quelli in nichel-titanio.

Un'ulteriore situazione complessa si ha nei ritrattamenti, quando ci si trova in presenza di strumenti fratturati: in tali evenienze è preferibile non utilizzare gli strumenti rotanti prima che lo strumento non sia stato rimosso. Il trattamento va inizialmente eseguito con gli strumenti tradizionali in acciaio che essendo precurvabili possono, contrariamente agli strumenti al Ni-Ti, oltrepassare lo strumento fratturato e raggiungere la lunghezza di lavoro. Una volta by-passato lo strumento e creato uno spazio sufficientemente ampio, la preparazione può essere completata o rifinita, pur con estrema cautela, con le lime al nichel-titanio. Anche la presenza di un gradino può rappresentare un limite all'uso degli strumenti rotanti, in quanto questi non potendo essere precurvati non solo non sono in grado di oltrepassarlo ma, anzi, bloccandosi possono andare incontro alla frattura.

Riassumendo si può affermare che le lime rotanti al nichel-titanio possono trovare impiego in quasi tutti i nostri trattamenti canalari, salvo quelle situazioni ove il loro movimento di rotazione continua non rischi di venire disturbato o ancor peggio bruscamente interrotto dalla presenza di materiali estranei (materiali da otturazione, strumen-

ti fratturati, etc.), tappi di dentina e/o calcificazioni che si possono venire a trovare all'interno dei canali.

4. IRRIGAZIONE E LUBRIFICAZIONE

L'importanza di una efficace azione detergente e di solubilizzazione dei detriti da parte delle soluzioni irriganti e, parimenti, di una valida azione lubrificante è sovente poco rimarcata allorquando si discute della prevenzione delle fratture intracanalari degli strumenti. Anche se tali fattori rivestono forse una minore importanza rispetto ad altri già esaminati, una efficace rimozione dei detriti ed una buona azione lubrificante contribuiscono a ridurre l'attrito delle lame contro le pareti e di conseguenza gli stress torsionali.

Gli strumenti rotanti in nichel-titanio hanno generalmente un particolare disegno, assai differente dalle lime tradizionali in acciaio, che consente loro una maggiore capacità di asportare i detriti verso la superficie coronale. Ciò è facilmente visualizzabile nella pratica clinica, dalla maggior quantità di residui organici ed inorganici che rimangono intrappolati fra le spire una volta estratto lo strumento. Nonostante tale caratteristica, vi possono comunque essere problemi legati all'interposizione dei detriti fra lame e pareti dentinali, fenomeno che può causare in uno strumento rotante un aumento degli stress torsionali.

Una valida irrigazione consente di asportare coronalmente una quantità maggiore di residui, per cui si consiglia di lavorare sempre in bagno di irrigante. L'approccio coronale alla preparazione consigliato da molti autori che utilizzano strumenti rotanti al nichel-titanio facilita tale ampia disponibilità di soluzione irrigante nelle porzioni più coronali del canale fin dalle primissime fasi della strumentazione. L'utilizzo di un lubrificante in gel (tipo RC Prep o Canal Plus) consente non solo di ridurre gli inconvenienti legati all'accumulo di detriti, ma di ridurre l'attrito torsionale durante le fasi di penetrazione sia in virtù dell'azione chelante che di quella lubrificante, per cui ne è vivamente consigliato l'uso, in special modo nei casi più complessi con canali curvi, stretti o calcificati.

Attualmente utilizziamo tali prodotti di routine nelle fasi di strumentazione, alternandoli a lavaggi con ipoclorito di sodio ogni 1-2 strumenti. L'utilizzazione di strumenti rotanti in nichel-titanio oltre a semplificare e velocizzare la strumentazione canalare ha comportato un differente approccio all'irrigazione, il cui ruolo di fondamentale importanza di detersione e disinfezione dello spazio endodontico va rivisto alla luce di tempi e fasi di strumentazione differenti da quelle tradizionali. Per tali motivi abbiamo cambiato in parte la filosofia della preparazione, introducendo il concetto di "shaping and cleaning" in alternativa al consueto "cleaning and shaping".

Più semplicemente l'approccio all'irrigazione canalare è stato così modificato:

□ **1ª Fase di sagomatura** in cui si cerca di far prevalere l'azione lubrificante, onde favorire la penetrazione apicale degli strumenti e minimizzare i rischi inerenti la strumentazione rotante.

□ **2ª Fase di detersione** che viene principalmente realizzata dopo aver completato la strumentazione, quando cioè il canale presenta conicità regolare ed uniforme, e diametri trasversi sufficientemente ampi da rendere più agevole ed efficace l'azione detergente e disinfettante delle soluzioni irriganti, anche nelle porzioni più difficilmente raggiungibili dalle tecniche tradizionali, come quelle apicali.

5. USO E NON ABUSO (fatica ciclica)

Come accennato in precedenza è assai difficile quantizzare gli stress che gli strumenti subiscono durante il loro impiego clinico e pertanto consigliare quante volte riutilizzare gli strumenti. Alcuni operatori suggeriscono di limitare l'uso di strumenti rotanti a non più di tre casi clinici di molari (quindi circa 10 canali) nelle situazioni normali, mentre di considerare praticamente monouso quegli strumenti che vengono impiegati in casi estremamente complessi con canali calcificati e/o curvature accentuate e brusche. Tali consigli sono particolarmente validi per coloro che si avvicinano ai nuovi strumenti per i quali la minore esperienza va compensata da una maggiore cautela,

e/o per coloro che preferiscono *in primis* ridurre al minimo i rischi, prescindendo da ogni altra considerazione.

Studi sperimentali preliminari, condotti sia *in vivo* che su denti estratti da operatori esperti, sembrano supportare un maggiore riutilizzo (di norma 10 casi clinici, dei quali in media 6-7 sono molari, per cui si arriva a circa 30 canali) senza che si evidenzino sugli strumenti segni visibili di affaticamento (3). Ovviamente in caso di canali semplici ad esempio aumentando il numero di monoradicoli, aumenta proporzionalmente la possibilità di ampliare il numero dei casi clinici trattati. Ovviamente tali indicazioni hanno valore per un determinato disegno di strumento, e per una data velocità di rotazione e tempi di utilizzo all'interno del canale come quelli consigliati dalle case: al variare di tali parametri, varia ovviamente la vita media degli strumenti espressa in cicli operativi.

Da queste considerazioni emerge comunque l'assoluta necessità, anche se per alcuni operatori ciò può sembrare una fastidiosa complicazione, di conteggiare quanti e quali canali vengono strumentati da una determinata serie di strumenti. Questa procedura da noi vivamente raccomandata ed utilizzata di routine nella pratica quotidiana, è il modo più sicuro (anche se ovviamente tale concetto è alquanto relativo) per lavorare con una certa tranquillità, minimizzando ragionevolmente i rischi dovuti ai fenomeni di fatica ciclica. Va infatti rilevato che il comportamento superelastico della lega tende a minimizzare gli effetti visibili della fatica ciclica, e a differenza di quanto eravamo soliti osservare con i tradizionali strumenti manuali in acciaio, alquanto di rado è possibile evidenziare ad occhio nudo i segni dell'affaticamento, per cui se non si utilizzano gli accorgimenti sopra descritti, si corrono rischi decisamente maggiori.

Un molteplici riutilizzo degli strumenti, comunque, prevede inevitabilmente un accurato esame visivo degli strumenti, fermi ed in rotazione, prima del loro riutilizzo clinico, onde scartare quelli che presentano segni di deformazioni permanenti. Parimenti comporta adeguate procedure di sterilizzazione, anche se le buone caratteristiche di resistenza alla corrosione della

lega sembrano non comportare specifici accorgimenti, diversi cioè da quelli abitualmente utilizzati per gli strumenti in acciaio. Va altresì sottolineato che pochi lavori sono presenti in letteratura inerenti l'influenza delle procedure di sterilizzazione sulle proprietà meccaniche di strumenti in nichel-titanio, per cui tale argomento è a tutt'oggi suscettibile di interessanti approfondimenti, che potrebbero anche avere risvolti di indubbio interesse pratico.

6. COMPLESSITA' ANATOMICHE

A. Curve brusche

Sempre allo scopo di limitare al massimo le probabilità di frattura riteniamo sia estremamente importante una corretta valutazione dell'anatomia endodontica prima di intraprendere il trattamento canalare.

Vi sono infatti dei casi in cui l'uso degli strumenti rotanti è poco consigliabile, perlomeno all'inizio, in quanto potrebbero andare incontro a stress eccessivi in presenza di curve troppo brusche o con raggio di curvatura breve, come è spesso possibile incontrare nel terzo apicale. In tali situazioni, è forse preferibile utilizzare inizialmente strumenti manuali in acciaio e frese di GG per eseguire un allargamento coronale precoce, ossia creare un accesso più semplice e diretto per gli strumenti rotanti alla porzione più curva del canale (Figg. 3a, 3b, 3c). Tale accorgimento limita le sollecitazioni sulla lima derivanti dall'impegno coronale delle lame, consentendo sia di ridurre la zona d'impegno e le conseguenti sollecitazioni sullo strumento (limitandole più apicalmente, cioè a livello dell'ingresso ed alla progressione nella curva), sia all'operatore di percepire la difficoltà nella progressione legata alla complessa situazione anatomica. Negli altri casi di canali con curvature continue (Figg. 4a, 4b, 4c), anche se accentuate, gli strumenti al nichel-titanio possono essere tranquillamente utilizzati sin dall'inizio, purché, sempre per evitare inutili stress, si cerchi di minimizzare, eventualmente adattando le sequenze operative, contatti troppo ampi fra lo strumento e le pareti del canale: lo strumento idealmente non deve toccare le pareti canalari che per una lunghezza di pochissimi millimetri. A



Fig. 3a - Rx preoperatoria di un 22.

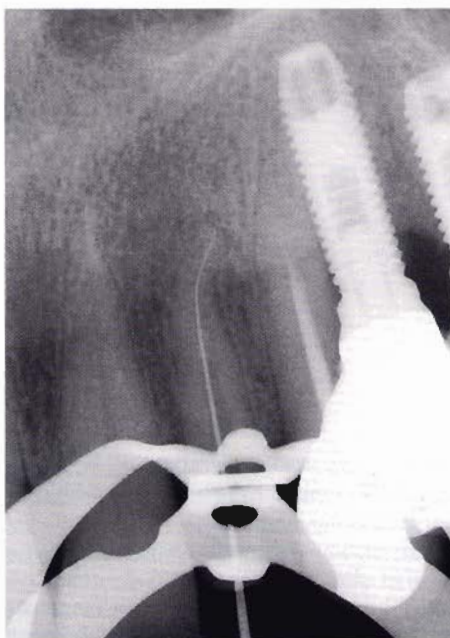


Fig. 3b - Rx eseguita con una lima inserita nel canale che permette di mettere meglio in evidenza il suo aspetto curvilineo. Poiché la curva si sviluppava più bruscamente a livello del terzo apicale, si è ritenuto più prudente (così da evitare inutili stress agli strumenti rotanti) iniziare la sagomatura con gli strumenti manuali. Una volta preparata la strada alle lime rotanti, queste ultime sono state utilizzate nelle fasi finali unicamente allo scopo di rifinire la forma troncoconica del canale.



Fig. 3c - L'uso degli strumenti rotanti, susseguente a quello di strumenti manuali, ha permesso così di ottenere in modo semplice e soprattutto meno rischioso una valida preparazione e otturazione tridimensionale dello spazio endodontico.



Fig. 4a - Rx preoperatoria di un 26 che presentava canali piuttosto curvi in particolare a livello della radice mesiovestibolare.

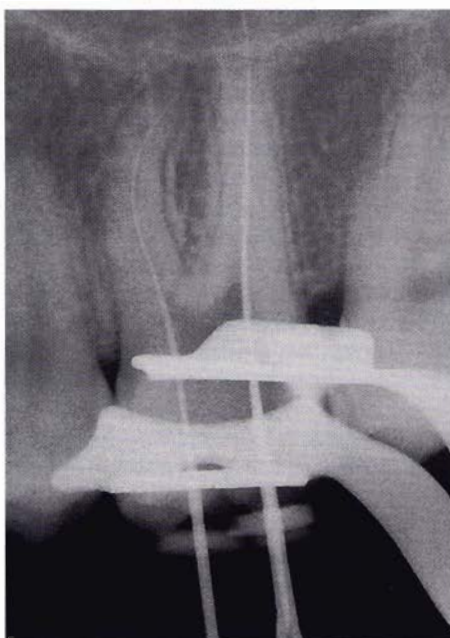


Fig. 4b - Rx intraoperatoria in cui grazie all'inserimento delle lime nei canali, è possibile visualizzare meglio l'anatomia canalare ed in modo particolare l'andamento curvilineo del canale mesiovestibolare. Trattandosi di una curva continua è stato ritenuto possibile l'uso degli strumenti rotanti sin dalle fasi iniziali della sagomatura senza ricorrere agli strumenti manuali.



Fig. 4c - Rx postoperatoria. Grazie alle lime rotanti a conicità aumentata è stato possibile ottenere una forma uniformemente conica dei canali che ha permesso di ottenere una valida otturazione tridimensionale.

tale scopo è spesso preferibile, come vedremo meglio in seguito, utilizzare una sequenza invertita, ovvero passare da strumenti di diametro e conicità maggiori a strumenti di diametro e conicità minori soprattutto nelle fasi iniziali di preparazione canalare, in modo da creare un valido allargamento dei due terzi coronali del canale ciò permette di evitare inutili stress agli strumenti che dovranno lavorare all'apice, secondo i dettami della preparazione corono-apicale. Secondo le preferenze degli operatori, in tale fase possono essere utili le frese di Gates -Glidden, adoperate sempre al fine di eliminare le zone di interferenza presenti nei due terzi coronali del canale e se necessario anche nelle fasi successive di preparazione canalare, laddove in presenza di difficoltà di progressione apicale dello strumento rotante in nichel-titanio, può essere di aiuto eseguire una ricapitolazione: ad esempio, se ci accorgiamo di dover forzare eccessivamente una lima rotante, riteniamo sia preferibile passare ancora una volta delicatamente una GG 1 e una GG 2, per ridurre le sollecitazioni più coronali, piuttosto

che rischiare la frattura dello strumento.

B. Confluenze

Un'altra causa di frattura degli strumenti rotanti al Ni-Ti può essere rappresentata dalla presenza di canali confluenti qualora questi non vengano tempestivamente diagnosticati (Figg. 5a, 5b, 5c). In tal caso, infatti, si può verificare che lo strumento venga ad inginocchiarsi a livello della confluenza con la punta bloccata, subendo in virtù di un rapidissimo aumento delle sollecitazioni torsionali nei millimetri adiacenti uno stress eccessivo, molte volte superiore alla sua resistenza meccanica e, di conseguenza si frattura (Figg. 6a - 6b - 6c, 6d, 6f, 6g). In questi casi, come in realtà si è sempre fatto, anche utilizzando gli strumenti tradizionali in acciaio, va prima trattato un canale sino alla lunghezza di lavoro e poi dopo aver verificato il livello della confluenza con i soliti accorgimenti, si prepara l'altro canale mantenendoci coronali rispetto alla confluenza.

L'accorgimento di preparare un canale per volta, e una corretta diagnosi basata sulla

conoscenza dell'anatomia canalare e su una corretta interpretazione radiografica sono sufficienti ad evitare tali inconvenienti. Nei canali a maggior rischio di confluenza riteniamo utile eseguire una Rx intra-operatoria con sottili lime manuali prima di cominciare la strumentazione con lime rotanti (in genere si suggerisce di eseguire tale radiografia dopo aver preparato i due terzi-coronali) proprio per evidenziare confluenze a livello del terzo medio. Tale metodica può essere anche eseguita di routine, poichè utilizzando strumenti rotanti al nichel-titanio vi è certamente una minore tendenza al raddrizzamento dei canali curvi, per cui vi è solitamente pochissima differenza fra la lunghezza di lavoro iniziale e quella dopo l'ampliamento dei 2/3 coronali.

C. Canali che si dividono

Anche la presenza di una biforcazione del canale può talvolta rappresentare uno stress eccessivo per gli strumenti rotanti al Ni-Ti tanto da causarne la frattura, per gli stessi motivi sopra riportati. Anche in questo caso è quindi di fondamentale importan-

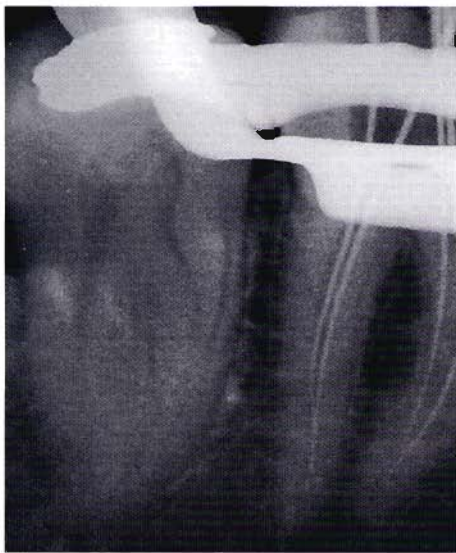


Fig. 5a - Rx intraoperatoria di un 46 con presenza di canali confluenti sia a livello della radice mesiale che di quella distale.



Fig. 5b - Ad un più attento esame è possibile evidenziare nella radice distale tre canali confluenti a livello tra la giunzione tra il terzo medio e il terzo apicale. Una accurata diagnosi precoce è indispensabile per poter strumentare efficacemente e con minori rischi tali anatomie complesse.



Fig. 5c - Il caso completato mostra una soddisfacente otturazione tridimensionale ed il rispetto dell'andamento delle curvature originali del canale.



Fig. 6a - Rx preoperatoria di un 37, che apparentemente sembrava non presentare particolari difficoltà da un punto di vista endodontico, con un unico canale nella radice distale e tre canali confluenti nella radice mesiale.

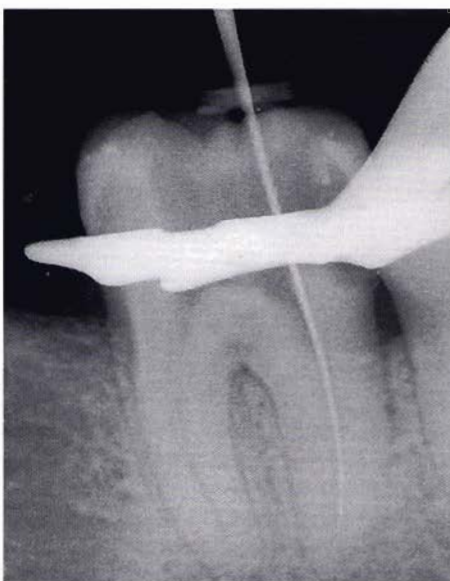


Fig. 6b - Rx intraoperatoria che mette in evidenza il canale distale.



Fig. 6c - Rx intraoperatoria con un K-file inserito nel canale mesiolinguale. Anche se dall'esame radiografico è difficile constatarlo, i canali mesiovestibolare e mesiale-mediano confluiscono in esso.



Fig. 6d - Rx intraoperatoria in cui si evidenzia uno strumento fratturato a livello della confluenza dei canali mesiali. Si tratta di uno strumento rotante al nichel-titanio che si è fratturato nel tentativo, peraltro inutile e rischioso, di sagomare con eccessivo zelo i canali mesiovestibolare e mesiale-mediano che confluiscono nel canale mesiolinguale. Questa manovra è da eseguire con somma cura in quanto si rischia, come è avvenuto in questo caso, che la punta dello strumento resti bloccata a livello della confluenza creando così uno stress torsionale eccessivo per la lima che va inevitabilmente incontro alla frattura.



Fig. 6e - Rx intraoperatoria in cui è possibile constatare che, fortunatamente, lo strumento si è fratturato senza interferire con il posizionamento di un cono di guttaperca nel canale mesiolinguale.



Fig. 6f - Rx postoperatoria in cui si può facilmente notare la presenza dello strumento fratturato che pur essendo inglobato nella guttaperca non interferisce con una valida otturazione canalare.



Fig. 6g - Rx di controllo a un anno in cui non si evidenzia alcun segno di flogosi periapicale.

za una diagnosi tempestiva di tale particolarità anatomica allo scopo di prevenire errori iatrogeni. La diagnosi è possibile solo se, dopo aver eseguito un allargamento coronale precoce si esegue un sondaggio con un sottile strumento manuale precurvato che, contrariamente agli strumenti al Ni-Ti, ci permette di percepire l'eventuale presenza di una biforcazione del canale. Gli strumenti al Ni-Ti non sono infatti né precurvabili, né direzionabili ed anzi tendono sempre a seguire le traiettorie canalari più facili, di conseguenza non sono in grado di fornire all'operatore quella sensibilità tattile che in questi casi risulta essere indispensabile. Anche l'esame Rx eseguito con un K-file inserito nel canale rappresenta sicuramente, come sempre, un valido aiuto al fine di riconoscere quanto prima la reale anatomia endodontica. Nei casi di biforcazione è quindi preferibile utilizzare solo strumenti a mano in acciaio, non solo per evitare inutili stress agli strumenti rotanti al Ni-Ti, ma anche perché essendo precurvabili e direzionabili sono i soli strumenti in grado di sagomare correttamente tali complessità anatomiche. Una volta preparata la strada, la preparazione può essere completata o rifinita, se lo si desidera, con le lime rotanti.

D. Difficoltà di inserzione

In canali estremamente sclerotici può risultare impossibile l'inserimento, già a livello dell'imbocco canalare, degli strumenti rotanti al Ni-Ti; in questi casi è ovviamente consigliabile evitare di forzare tali stru-

menti se non si vuole rischiare di sottoporli ad inutili stress, per cui preferiamo prima utilizzare gli strumenti manuali in acciaio e le frese di GG per eseguire un allargamento coronale precoce e solo dopo aver portato un K-file n.15 alla lunghezza di lavoro sagomiamo il terzo più apicale del canale con gli strumenti rotanti al Ni-Ti. In alcuni casi possono anche esserci delle difficoltà inerenti l'impossibilità di precurvare gli strumenti per far loro imboccare i canali, come nel caso di radici mesio-vestibolari dei secondi e terzi molari superiori, o più spesso vi sono delle interferenze a livello della corona del dente che, pur non impedendo la penetrazione della lima, esercitano forti sollecitazioni che aumentano il rischio di frattura. In tali casi è necessario modificare il disegno della cavità d'accesso (in verità tale consiglio è valido in un numero di situazioni ben più ampio, al fine di minimizzare gli stress indotti dalle interferenze dentinali) in base alle specifiche esigenze cliniche.

7. TECNICHE DI PREPARAZIONE

Nonostante che le case produttrici consigliano determinate sequenze operative, peraltro ottime in un gran numero di casi, l'abilità e sensibilità clinica di ciascun operatore è il fattore più importante per utilizzare in modo corretto gli strumenti rotanti al Ni-Ti sia per ottenere dei canali ben sagomati nel rispetto dell'anatomia originale, sia per evitare rischi eccessivi agli strumenti. A tal fine riteniamo sia opportuno, nei casi a maggior rischio, adattare la tecnica di preparazione alle morfologie endodontiche incontrate. Nei casi più semplici, fra cui rientrano anche canali curvi ma dall'andamento piuttosto regolare, è possibile usare solo strumenti rotanti al Ni-Ti. Preferiamo in genere utilizzare tali strumenti in una sequenza invertita, passando cioè da strumenti a conicità e diametro maggiori a strumenti a conicità e diametro minori, in modo tale da minimizzare il rischio di contatti troppo ampi tra le lame dello strumento e le pareti del canale che potrebbero tradursi in stress eccessivi.

Come già accennato, nei casi più complessi e nei ritrattamenti non si può prescindere, almeno nelle fasi iniziali, dall'uso di strumenti manuali in acciaio. Le frese di GG

risultano indispensabili se poi vogliamo utilizzare una tecnica di otturazione che preveda dei diametri canalari trasversi più ampi come la tecnica della condensazione verticale di H. Schilder, in quanto i diametri di punta e le conicità degli strumenti rotanti attualmente disponibili non consentono di eseguire (ricordiamo che non è semplice direzionare il taglio delle lime al nichel-titanio per ottenere determinati svasamenti), o perlomeno non semplicemente, preparazioni adatte alla tecnica menzionata. Solitamente, infatti, gli strumenti rotanti al nichel-titanio sono abbinati a determinate tecniche di otturazione canalare, commercializzate dalle stesse case produttrici, che prevedono un minore ampliamento dei diametri trasversi.

Per concludere, dalla nostra esperienza clinica possiamo dire che gli strumenti rotanti in nichel-titanio se utilizzati con cautela ed attenzione non solo si fratturano in una percentuale decisamente trascurabile ma hanno anche permesso di migliorare notevolmente la nostra Endodonzia sia in termini di velocità di esecuzione che di prevedibilità dei risultati.

BIBLIOGRAFIA

1. Camps J, Wilhelm JP. Torsional and stiffness properties of Canal Master U stainless steel and Nitinol instruments. *J Endodon* 1994; 20: 395-8
2. Esposito PT, Cunningham CJ. A comparison of canal preparation with nickel-titanium and stainless steel instruments. *J Endodon* 1995; 21: 173-9
3. Gambarini G, Gerosa R, De Luca M. Studio clinico sulla durabilità e resistenza alla frattura di strumenti canalari in nichel-titanio. Atti VIII Congresso Interregionale di Discipline Odontostomatologiche, Numana (AN) 26-27 aprile 1996: 61-67
4. Gambill JM, Alder M, Del Rio CE. Comparison of nickel-titanium and stainless steel hand-file instrumentation using computed tomography. *J Endodon* 1996; 22: 369-75
5. Glosson CR, Haller RH, Dove BS, Del Rio CE. A comparison of root canal preparation using Ni-Ti hand, Ni-Ti engine driven, and K-flex endodontic instruments. *J Endodon* 1995; 21: 146-51
6. Johnson WB. Presentation at the 3rd World Endodontic Congress I.F.E.A., Rome 1995
7. Mc Spadden JT. Rationale for rotary nickel-titanium instruments: light speed preseries McXIM's. Product information and instruction for the use of Ni-Ti endodontic instruments. Chattanooga, TN: NT Co.
8. Marsicovetere FS, Burgess JO, Clement DJ, Del Rio CE. Torsional testing of the Lightspeed nickel-titanium instrument system. *J Endodon* 1996; 22: 681-84
9. Malagnino VA, Passariello P, Cantatore G. Caratteristiche delle leghe in nichel-titanio in relazione al loro possibile impiego endodontico. *G It Endo* 1994; 1: 10-15
10. Melton KN, Mercier O. Fatigue of NiTi thermoelastic martensites. *Acta Met* 1979; 27: 137-44
11. Pruett JP, Clement DJ, Carnes DL. Cyclic fatigue testing of nickel-titanium endodontic instruments. *J Endodon* 1997; 2: 77-85
12. Serene TP, Adams JD, Saxena A. Nickel-titanium instruments: applications in endodontics. Ishiyaku EuroAmerica, St. Louis 1995
13. Tepel J, Schafer E, Hoppe W. Properties of endodontic hand instruments used in a rotary motion. Part 3. Resistance to bending and fracture. *J Endodon* 1997; 23: 141-45
14. Tucker DM, Wenckus CS, Bentkover SK. Canal wall planning by engine-driven nickel-titanium instruments, compared with stainless steel hand instrumentation. *J Endodon* 1997; 3: 170-3
15. Walcott J, Himel VT. Torsional properties of nickel-titanium versus stainless steel endodontic files. *J Endodon* 1997; 23: 217-20
16. Walia H, Brentley W, Gerstein H. An initial investigation of the bending and torsional properties of Nitinol root canal files. *J Endodon* 1988; 14: 346-50