

Valutazione della capacità di sagomatura di strumenti rotanti e manuali in nichel-titanio in simulatori di resina separabili

Traduzione dell'articolo:

Shaping ability of rotary nickel-titanium systems and nickel-titanium K-files in separable resin blocks

RIASSUNTO

Scopo: comparare, usando simulatori di resina separabili, le preparazioni ottenute *in vitro* in canali curvi utilizzando, rispettivamente, i sistemi rotanti Hero 642 e ProFile e K-Files manuali in Ni-Ti, questi ultimi con tecnica *step-back* e *crown-down*. In particolare si è cercato poi di individuare quanto i simulatori separabili rivelino asimmetrie nelle preparazioni dei canali.

Metodologia: quaranta canali artificiali (lunghe 17 mm e con curvature di 40°) in 40 blocchetti di resina separabili sono stati preparati, rispettivamente, con Hero 642 (Gruppo 1), ProFile (Gruppo 2), Ni-Ti K-files manuali usando la tecnica *step-back* (Gruppo 3) e Ni-Ti K-files manuali usando la tecnica *crown-down pressureless* (Gruppo 4). Una telecamera digitale e un programma di CAD sono stati usati per misurare l'ampliamento sui versanti interno ed esterno, i diametri finali, il trasporto misurato in 5 punti lungo l'asse della preparazione e l'area della sezione sagittale in ogni terzo canale.

Risultati: l'ampliamento maggiore è risultato di $0,386 \pm 0,04$ mm, verso l'esterno, del gruppo *step-back*, a livello dell'imbocco. Il Gruppo 1 ha prodotto gli scostamenti significativamente minori ($p < 0,05$) per tutti i parametri considerati, eccetto nell'ultimo punto della preparazione. La differenza in un parametro tra le due metà dei simulatori è la misura di un componente del trasporto ortogonale al piano del canale.

Conclusioni: i canali preparati del Gruppo 1 hanno mantenuto maggiormente la forma originale rispetto agli altri. Inoltre, il Gruppo 1 ha mostrato il minor numero di parametri che differivano significativamente tra le due metà. L'uso di simulatori separabili sembra fornire utili informazioni nella valutazione delle preparazioni canalari.

Parole chiave:

Strumenti canalari, preparazione canalare, blocchi in resina.

INTRODUZIONE

La preparazione biomeccanica del sistema di canali radicolari è il fattore più importante nel successo del trattamento endodontico. Gli scopi della strumentazione endodontica sono una appropriata pulizia ed una adeguata sagomatura dello spazio del canale radicolare prima dell'otturazione (1). Tuttavia, è difficile ottenere questi risultati in canali curvi e stretti. Durante la strumentazione di canali curvi, si verificano comunemente errori procedurali che possono produrre gradini, false strade, trasporto del canale e frattura degli strumenti (2).

Negli anni le tecniche di strumentazione sono state migliorate e nuovi strumenti sono stati sviluppati utilizzando principalmente leghe a basso modulo elastico per ridurre l'incidenza e la gravità di questi errori procedurali. Il nichel-titanio (Ni-Ti), in precedenza conosciuto come Nitinol, è una di quelle leghe che è stata usata per fabbricare una nuova generazione di strumenti endodontici. Walia et al. (3) sono stati i primi ad indagare sulla possibilità di ricavare strumenti endodontici da fili ortodontici in Nitinol; analizzandone le proprietà torsionali e di flessione, dimostrarono che essi sono più resistenti alla frattura per torsione dei più rigidi strumenti in acciaio.

In virtù delle migliori caratteristiche meccaniche della lega, un numero crescente di strumenti rotanti in Ni-Ti sono stati ideati e commercializzati. Diversi studi sono stati condotti sulla loro abilità nel mantenere la forma originaria del canale, sulle loro caratteristiche e anche sui motori elettrici dedicati, ad alto torque e bassa velocità (4-12). In genere le case produttrici di strumenti rotanti raccomandano la tecnica *crown-down* per l'allargamento canalare.

Gli studi *in vitro* della capacità di sagomatura di file in Ni-Ti hanno usato tutti simulatori di resina convenzionali non separabili (12-19). A nostra conoscenza, non ci sono studi riportati in letteratura che abbiano utilizzato simulatori di resina separabili.

Lo scopo principale di questo studio *in vitro* è quello di comparare le preparazioni ottenute con i due sistemi rotanti, Hero 642 e ProFile, con quelle di K-Files manuali in Ni-Ti, utilizzati con tecnica *step-back* e *crown-down*, in canali curvi in simulatori di resina separabili. In particolare, si è cercato poi di individuare quanto i simulatori separabili rivelino asimmetrie nelle preparazioni dei canali.

MATERIALI E METODI

Sono stati usati 40 simulatori di resina separabili (Karr Dental AG, Zurich, Switzerland) con curve primarie dei canali di 40°. Questi blocchetti sono uniti da tre viti ortogonali all'asse lungo del canale, in modo che quando vengono separati le due porzioni di canali preparati siano speculari (Fig. 1a). Ogni blocchetto ha un canale curvo primario (bidimensionale) e uno secondario (tridimensionale) ma solo i canali primari sono stati usati.

I quaranta simulatori sono stati divisi nei seguenti 4 gruppi, le cui sequenze di preparazione sono mostrate nella Tabella 1:

Gruppo 1: sistema rotante Hero 642 (Micro-Mega, Besencon, France), con metodo *crown-down* alla velocità minima (300 rpm) e torque (1 Ncm) raccomandati dalla casa produttrice;

Gruppo 2: sistema rotante ProFile (Dentsply, Maillefer, Ballaigues, Switzerland) usato con metodo *crown-down* alla velocità minima (150 rpm) e torque (1 Ncm) raccomandati dalla casa produttrice;

Gruppo 3: K-Files in Ni-Ti (Brasseler, Savannah, USA) con tecnica *step-back*

Gruppo 4: K-Files in Ni-Ti (Brasseler, Savannah, USA) con tecnica *crown-down pressureless*.

Tutti i blocchetti sono stati montati su una base con il piano di separazione parallelo al lato destro dell'operatore ed il blocco B₁ verso l'operatore. Gli strumenti sono stati usati con un motore elettrico dedicato (Tcm Endo II, Nouvag-AG, Switzerland), prestando attenzione a non esercitare pressione durante l'uso del micromotore. In tutti i gruppi, gli strumenti sono stati usati al massimo tre volte. Per entrambi i gruppi manuali, il file più grande usato è stato un 60 conicità .02, cioè con un diametro in D2 di 0,82 mm. Tutti i gruppi sono stati strumentati ad una identica lunghezza di lavoro (17 mm) e con un master *apical file finale* n. 30. Durante e dopo la strumentazione il canale è stato abbondantemente irrigato con acqua usando siringhe monouso con aghi da irrigazione 27G (Endo-Tips, Ultradent Products Inc., Utah, USA).

Dopo la strumentazione, i blocchetti sono stati separati rimuovendo le viti di connessione (Blocco B₁ e Blocco B₂) (Fig. 1b). I canali sono stati colorati con un pennarello rosso indelebile (Faber-Castell, Germany). Per standardizzare le immagini, una fotocamera digitale (Casio QV-3000 EX/Ir, Tokyo, Japan) con rapporto di ingrandimento 2x è stata montata ad una distanza fissa di 30 cm dai blocchetti di resina. I fori delle viti di serraggio sono serviti come riferimento per la sovrapposizione delle immagini pre- e post-strumentazione (Fig. 2). I dati sono stati analizzati usando il programma AutoCAD 2000. I seguenti parametri sono stati misurati per ogni blocco.

Misurazioni lineari (mm) - (a) Ampliamento della larghezza canalare (mm), interna (E_i) ed esterna (E_o), considerando la parte interna il lato concavo. (b) Diametri canalari finali. Le misurazioni sono state effettuate nei seguenti cinque punti che, tranne che per il punto AC, sono quelli descritti da Calberson et al. (9), basati sulle definizioni di Thompson e Dummer (14): punto O: imbocco scanalare; punto HO: il punto a metà strada tra l'inizio della curvatura e l'imbocco, punto BC: l'inizio della curvatura (il punto sul lato esterno del canale originario dove il canale inizia a deviare da una linea retta); punto AC: il punto a metà strada tra la fine della preparazione e l'inizio della curvatura; punto EP: il punto a 1 mm dalla fine del canale (Fig. 3).

Aree delle sezioni sagittali finali (mm²) - Le aree misurate sono state quelle delle regioni apicale, media e coronale ed il loro totale. Le aree sono state determinate dividendo in terzi la lunghezza dell'arco del canale tra l'orificio e la fine della preparazione.

Analisi statistiche - È stato usato il test di Kruskal Wallis seguito dal test Mann Whitney-U per valutare le differenze nell'allargamento dei canali e nel trasporto, mentre il test ANOVA seguito dal test di Tukey è stato usato per valutare le differenze nelle larghezze canalari e nelle aree delle sezioni finali. Il livello di significatività è stato fissato a $p < 0,05$.

RISULTATI

È stato notato in tutti i campioni che l'ampliamento canalare finale e l'ampiezza del trasporto non erano valori estremamente elevati. Ciò significa che questi scostamenti sono stati considerevolmente più piccoli del diametro canalare originale e del diametro maggiore dello strumento. L'ampliamento canalare medio più grande (0,0386 mm verso l'esterno al punto O, B₁ del gruppo 3) era il 46,5% del diametro originario del canale (0,83 mm). Il trasporto maggiore (0,158 mm al punto O, B₁ del gruppo 3) era il 19% della larghezza del canale originario. Le deviazioni standard degli ampliamenti canalari, spesso più grandi delle medie, sono state nondimeno piccole. Le deviazioni standard degli ampliamenti interni per il Gruppo 1, che sono state le maggiori, variavano da circa 0,033 mm al punto EP a 0,094 mm al punto O. Le deviazioni standard degli ampliamenti esterni per il gruppo 3 nel blocco B1, che avevano le medie significativamente maggiori di tutti i gruppi, sono state di 0,04 mm al punto O e di 0,023 mm al punto EP. Il punto EP può essere considerato quello di maggiore significatività clinica, per quello che riguarda il confronto delle prestazioni dei files, soprattutto nei canali curvi. In entrambi i blocchi 1 e 2 non ci sono state differenze statisticamente significative tra i parametri, con l'eccezione del Gruppo 1, che aveva un allargamento interno significativamente maggiore rispetto ai gruppi manuali. Questo era di soli $0,022 \pm 0,032$ mm. In tutti gli altri punti, tuttavia, ci sono state differenze significative tra i gruppi per ogni parametro lineare. Per quasi tutti i param-

etri e ad ogni punto il Gruppo 1 ha mostrato valori significativamente più piccoli rispetto a quelli degli altri gruppi.

Ci sono state differenze significative tra i blocchi in termini di misurazioni. Le sole misurazioni che non hanno mostrato differenze sono stati gli allargamenti interni nel Gruppo 1.

1 - Misurazioni dell'ampliamento

Le medie dell'ampliamento canalare e i diametri canalari finali (mm) sono riportati nelle Tabelle 2 e 3.

(a) Ampliamento esterno - I maggiori ampliamenti sono stati nel Gruppo 3 ai punti O, HO e AC in entrambe le metà dei blocchi. Nei gruppi di strumenti rotanti, nel blocco B₁ in tutti i punti, tranne EP, il Gruppo 2 ha mostrato allargamenti significativamente maggiori rispetto al Gruppo 1. Non ci sono state differenze statisticamente significative tra i gruppi nel blocco B₂.

(b) Ampliamento interno - Tra i gruppi di strumenti rotanti (1 e 2) ci sono state differenze statisticamente significative solo ai punti HO e BC nel blocco B₂ e al punto BC nel blocco B₁. In tutti i casi gli allargamenti del Gruppo 2 erano maggiori. Nel blocco B₂, gli allargamenti del Gruppo 2 erano maggiori di quelli dei gruppi manuali al punto HO. Nel blocco B₁ entrambi i gruppi manuali non hanno prodotto un trasporto interno misurabile al punto EP.

2 - Diametri finali

Il Gruppo 3, specialmente ai punti O, HO e AC, ha mostrato larghezze canalari finali significativamente maggiori rispetto agli altri gruppi.

Trasporto

Si è osservata una marcata tendenza al trasporto esterno in entrambi i blocchi: nel 55% dei casi raggruppando insieme gruppi, punti e blocchi. Per tutti i gruppi è stato osservata una leggera tendenza al trasporto verso l'esterno. Raggruppando i blocchi, il 54% dei canali strumentati con strumenti rotanti e il 52% dei canali strumentati manualmente hanno mostrato trasporto esterno, e nessun canale del Gruppo 3 ha mostrato trasporto interno. Tuttavia nel Gruppo 4, al punto BC nel blocco B₁, il trasporto è stato per il 50% esterno e per il 20% interno, ma nel blocco B₂ tutti i canali sono stati trasportati internamente.

Area canalare

La Tabella 4 mostra le aree canalari dopo la strumentazione. L'area apicale del Gruppo 1 è stata significativamente maggiore di circa il 10% rispetto al Gruppo 2, probabilmente risentendo della larghezza interna maggiore del Gruppo 1 al punto EP. Questo è interessante perché le larghezze finali ai punti AC e EP, all'inizio e alla fine della regione apicale, non differivano significativamente fra di loro. Nella regione coronale, in entrambi i blocchi, le aree del Gruppo 2 erano significativamente maggiori di quelle del Gruppo 1. Nel blocco B₂, le aree del Gruppo 3 erano maggiori nelle regioni coronale, media e "totale". Le aree dei gruppi manuali erano significativamente più grandi di quelle dei gruppi con strumenti rotanti nelle regioni medie in entrambi i blocchi.

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

I vantaggi dell'uso di canali simulati in blocchi di resina per stabilire le procedure di preparazione e valutare gli strumenti sono state descritte precedentemente (9-11). Sebbene molti studi sulla capacità di sagomatura degli strumenti rotanti in Ni-Ti e manuali siano stati condotti in canali simulati, nessuno studio ha impiegato blocchi di resina separabili (12-19).

Nel Gruppo 4 in particolare, al punto BC, tutti i canali nel blocco B₂ hanno mostrato trasporto interno, mentre nel blocco B₁ mostravano trasporto esterno, che era la direzione predominante di tutti gli altri punti di misurazione. Le differenze tra i blocchi erano notevoli e indicative di una componente di trasporto perpendicolare al piano del canale, come mostrato nella Figura 4. Questa figura mostra anche perché i nostri risultati in ogni blocco, o metà, non possano essere direttamente comparati con le larghezze finali dei blocchi non separabili. Le larghezze finali in ciascuna metà dei blocchi separabili tendono ad essere più piccole. I trasporti che appaiono piccoli nei blocchi di resina convenzionali potrebbero essere trasporti relativamente grandi, ma in direzioni diverse in ciascuna metà dei blocchi separabili. Larghezze finali significativamente differenti tra i blocchi sono evidenza di un significativo trasporto perpendicolare dell'intero canale. Questo è acca-

duto maggiormente al punto BC. Larghezze finali simili con trasporti di uguale entità, ma in direzioni opposte (in ogni blocco), sono indicazione di una rotazione del piano del canale con ridotto trasporto perpendicolare dell'intero canale. Il punto HO nel Gruppo 2 è un esempio di questo movimento.

L'allargamento maggiore medio è stato $0,385 \pm 0,04$ mm, verso l'esterno, all'orificio, per il Gruppo 3 che è il gruppo *step-back*. La deviazione standard maggiore per l'allargamento, verso l'interno, per il Gruppo 1 è stata di circa $0,094$ mm al punto O e di $0,033$ mm al punto EP. Schaffer (19) ha riportato che le deviazioni standard nell'allargamento interno per Hero 642 di 13 mm in canali curvi a 35° erano di $0,05$ mm all'orificio e di $0,01$ mm alla fine della preparazione. Le deviazioni standard sono di particolare importanza in questi studi, perché danno l'indicazione di una possibile eccessiva rimozione di struttura. Teoricamente, per dati normalmente distribuiti (con un numero di campioni maggiore del nostro) la probabilità di avere un allargamento maggiore di tre deviazioni standard della media è circa dello $0,1\%$. Per esempio, in una procedura su mille, il massimo ampliamento all'orificio che uno si aspetterebbe di osservare per il Gruppo 3 sarebbe di $(3 \times 0,04) + 0,386 < 0,5$ mm verso l'esterno e per il Gruppo 1 sarebbe di $(3 \times 0,094) + 0,069 < 0,35$ verso l'interno al punto O. Questi ampliamenti rappresenterebbero, rispettivamente, il 60% ed il 42% del diametro canale originario. Nella regione apicale le medie e le deviazioni standard maggiori sono state: Gruppo 1: $0,041 \pm 0,034$, Gruppo 4: $0,057 \pm 0,03$ mm verso l'esterno e Gruppo 1: $0,022 \pm 0,033$ verso l'interno. Similmente, ci saremmo aspettati che il Gruppo 4 producesse un allargamento verso l'esterno di circa $0,16$ mm, di poco più grande di quello del Gruppo 1 ($< 0,12$ mm).

Ci sono state molte differenze statisticamente significative tra i gruppi. Nell'area apicale (punto EP), dove un sovra-allargamento è di maggiore rilevanza clinica, il Gruppo 1 ha mostrato un allargamento verso l'interno significativamente maggiore di quello dei gruppi manuali. Comunque, come ricordato sopra, l'allargamento è stato di soli $0,12$ mm. È improbabile che qualsiasi gruppo di strumenti in ogni punto abbia prodotto allargamenti clinicamente inaccettabili, anche usando il valore usato nell'esem-

pio.

È importante notare, tuttavia, come in ogni punto tranne il punto finale, i files più flessibili del Gruppo 1 sono stati significativamente i migliori dei gruppi, spesso in termini di tutti i tre parametri lineari e di area. Inoltre, il Gruppo 1 ha avuto il minor numero di parametri che differivano tra i due blocchi. Nel Gruppo 1 solo le misurazioni di larghezza finale differivano tra i due blocchi al punto BC, mentre negli altri gruppi differivano tutti i parametri, indicando come i files del Gruppo 1 affrontavano la curva con il minor movimento in senso "perpendicolare".

Bryant et al. (6) hanno trovato allargamenti esterni usando ProFile .04 e .06 al punto EP di $0,236$ mm in canali simulati lunghi 12 mm, curvi a 40° . I nostri dati riportavano un massimo di soli $0,04$ mm. Tuttavia, la loro larghezza finale al punto EP era di $0,520$ mm, e la nostra è circa $0,66$ mm. Il diametro originale del loro canale simulato sarebbe stato solo leggermente più grande del file 25 che hanno usato per preparare il canale, che era per loro di $0,25$ mm e per noi $0,63$ mm. Perciò sembra che con tali strumenti rotanti, almeno in canali curvi, la larghezza finale sia quasi indipendente dalla larghezza originale del canale. Cioè, indipendentemente da quanto il canale è originariamente largo, i files rimuovono un po' di più o perché si attorcigliano alla fine o perché esercitano pressione sulla parete canalare a causa del loro piegamento. Molti studi sugli strumenti rotanti in Ni-Ti hanno riportato che la direzione del trasporto è generalmente verso l'esterno (6, 14-18). In questo studio, riunendo i risultati dei due blocchi, tutti i gruppi e tutti i punti e considerando spostamenti di almeno $0,0001$ mm, il 92% dei punti è stato trasportato in tutte e due le direzioni, mentre se si considerano spostamenti di almeno $0,01$ mm, il 69% è stato trasportato in tutte e due le direzioni e il 55% verso l'esterno. Riunendo i due blocchi e i punti, considerando spostamenti di almeno $0,01$ mm, il Gruppo 3 (cioè il gruppo *step back*) ha avuto la percentuale minore di canali trasportati in entrambe le direzioni (42%).

Thompson e Dummer (13) hanno riportato che trasporti significativi (usando Light-speed in blocchi di resina trasparenti, curvi a 40°) si notavano al punto HO, dove il trasporto assoluto medio era di $0,016$ mm per canali lunghi 12 mm, e $0,055$ mm per canali di 8 mm. Essi hanno notato un trasporto esterno nel 30% dei canali lunghi 12 mm, mentre

il 10% nei canali lunghi 8 mm veniva trasportato esternamente. Nel presente studio, quando si considerano i risultati riuniti per i gruppi rotanti e con canali lunghi 17 mm, il trasporto assoluto medio al punto HO variava da 0,004 a 0,055 mm; l'82,5% dei campioni nel blocco B₁ e il 55% di quelli nel blocco B₁ erano stati trasportati verso l'esterno (con spostamenti di almeno 0,0001 mm).

L'area sagittale del canale, che non è stata riportata dagli altri studi, non contribuisce da sola a dare più informazioni della misurazione della larghezza finale. Tuttavia, aiuta l'interpolazione tra i punti. Per esempio, la larghezza finale media per i punti AC e EP (all'inizio ed alla fine della regione apicale) nel blocco B1 è stata di 0,738 mm per il Gruppo 1 e 0,742 mm per il Gruppo 2, con una differenza non significativa di 0,004 mm. Così, se avessimo considerato una rimozione uniforme, poiché la lunghezza del canale è $17/3 = 5,67$ mm, ci saremmo aspettati un

differenza di area di $5,67 \times 0,004 = 0,023$ mm², mentre l'incremento osservato di area era $3,6000 - 3,2832 = 0,317$ mm², che era significativo. Questa differenza di area corrisponde a una differenza media di larghezza di $0,317/5,67 = 0,056$ mm. Le misurazioni dell'area suggeriscono perciò un allargamento maggiore verso i punti AC e EP del Gruppo 1 rispetto a quello del Gruppo 2.

Schafer (19) ha riportato che il sistema Hero 462 prepara il canale curvo simulato con solo un minimo trasporto verso l'esterno della curva. I risultati di questo studio sono in accordo con i nostri, in quanto il Gruppo 1 ha prodotto il minor trasporto assoluto in entrambe le direzioni, nei punti dove questo era significativo, e ha avuto il minor numero di parametri differenti tra i due blocchi. Ciononostante, data l'apparente invarianza di larghezza finale (mancanza di dipendenza tra la larghezza finale e quella originaria) delle preparazioni effettuate con strumenti

rotanti, altre ricerche *in vitro* sono necessarie per determinare la relazione delle larghezze finali con le curvature canalari, specialmente nella regione apicale. A parte questo, tuttavia, altre ricerche su strumenti rotanti utilizzando canali simulati con curvature bidimensionali di 40° sembrano superflue. La sfida reale appare provenire dai canali curvi con gradini. A questo scopo i blocchi separabili danno la possibilità di produrre gradini in vari punti e possono essere un valido mezzo per determinare strategie di strumentazione atte a prevenire fenomeni di *zipping*.

Traduzione a cura del
Dott. Cristiano Fabiani