

Vito Antonio Malagnino
Paola Passariello
Sabrina De Luca

Università degli Studi "G. D'Annunzio" Chieti
C.L.O.P.D.
Cattedra di Pedodonzia
Titolare: Prof. Vito Antonio Malagnino

Corrispondenza:
Prof. Vito Antonio Malagnino
Viale Ippocrate, 97 - 00161 Roma
Tel. 06.4469955 - Fax 06.4457464

Strumenti in Ni-Ti a conicità variabile e nuovi concetti di preparazione canalare: la selezione delle aree di lavoro

Ni-Ti varying taper instruments and new concepts of root canal preparation: the working areas selection

RIASSUNTO

In questo studio è stata esaminata la preparazione canalare con strumenti Ni-Ti a conicità variabile, allo scopo di mettere a punto delle sequenze strumentali che consentano la massima efficienza di taglio, mantenendo sotto controllo la quantità di dentina che deve essere tagliata da ciascuno strumento. Lo studio fa riferimento alle prime fasi di preparazione canalare.

Utilizzando alcuni modelli grafici, sono stati studiati i cambiamenti dei diametri canalari che avvengono durante la strumentazione.

Durante la strumentazione canalare è necessario mettere in pratica un conveniente "frazionamento" del taglio richiesto. L'uso di strumenti di diversa conicità rende possibile scegliere la zona di canale dove l'azione di taglio viene diretta e limitare l'area di contatto tra lo strumento e la parete canalare. Per ottenere questo risultato, è conveniente ricercare sempre la non-conformità tra la conicità dello strumento e del canale. In questo modo l'area di contatto può essere sempre limitata ad una piccola e prevedibile area della parete canalare.

Questo studio evidenzia particolarmente che il metodo che sembra essere il più conveniente per ottenere la svasatura coronale iniziale (che è determinante per la prosecuzione della strumentazione) è quello di ricorrere ad una sequenza di strumenti a conicità aumentata, con uguale calibro di punta, utilizzati in ordine di conicità decrescente.

Parole chiave: Endodonzia.

Preparazione canalare. Strumenti al nichel-titanio.

certain cutting action different factors can be considered:

1. instrument's intrinsic cutting ability;
2. dentin hardness;
3. amount of dentin that is to be cut; which can be defined by two parameters:
 - a. extent of cutting surface (contact between dentin and instrument)
 - b. thickness of the dentin which must be cut;
4. root canal's trajectory.

When an instrument cannot advance into a canal, that often happens because the amount of dentin which it should cut is excessive.

The extent and the localization of the contact between the instrument and the canal wall come from the relationship between the root canal's taper and the instrument's taper. When all the instruments used have the same taper a portion of the canal tends to assume the same taper of the instruments and so it may happen that an instrument can't go forward, because a too large instrument's surface makes contact with dentin (5).

The high flexibility of nickel-titanium alloys (6-9) enables the manufacture of instruments with several tapers. That makes it possible for the operator to make a more precise selection of the canal zone where the cutting action will be directed (Fig. 1) and to control and limit the contact area between the instrument and the dentinal wall, and this increases cutting efficiency (5).

Nickel-titanium instruments carry out an "active" work, because they are able to perform their cutting action while advancing into the canal, thereby giving their shape and diameters to the part of the canal they contact. This enables the operator to choose the instrument whose tip size and taper are the most suitable to direct the cutting action toward the precise canal zone.

The purpose of this study was to examine the root canal preparation by nickel-titanium engine-driven instruments, developing this concept of "fractionization" of the instruments' cutting action, in order to set up instrumentation sequences that provide the greatest cutting efficiency.

Materials and Methods

For this purpose we studied the changes in canal diameters during root canal instrumentation, using some graphic models (Fig. 2).

With graphic models we have reproduced two different anatomic situations, which can simulate cases that offer a different degree of difficulty (Figs. 3a-b).

It is important to consider that the amount of dentin which an instrument can actually cut is conditioned by many elements: instrument's cutting ability, dentinal hardness, canal's width, canal's trajectory etc. In our study, on the ground of various elements, we have considered it possible for each instrument to cut a certain amount of dentin. The results reported, even though they can be reasonably related to clinical situations, are in any case arbitrary as far as their quantitative values, but nevertheless the principles and the resulting reflections should be valid.

Results

The analysis conducted on the graphic models showed that, if an instrument is inserted into a canal which has a taper different from that of the instrument itself, the first contact may be limited to a round line (Fig. 4). As the instrument advances into the canal the portion of the dentinal wall involved in the cutting action increases. When the canal wall surface on which the instrument has to work becomes too large, the instrument cannot perform the necessary cutting action and will be unable to advance.

As a general rule, we can say:

- a. that the greater the difference between the instrument's taper and the root canal's taper a more limited contact area in the first millimeters of progression is achieved;
- b. if the instrument's taper is greater than that of the canal the contact will take place in the coronal part of the canal, if the instrument's taper is smaller than that of the canal (and it has a convenient tip size) the instrument's tip will contact the apical zone of the canal.

ABSTRACT

Introduction

The adoption of nickel-titanium alloys for the manufacture of endodontic instruments allows the introduction of some new concepts in endodontic instrumentation.

In order for an instrument to complete a

Crown-down approach

Nickel-titanium instruments' high flexibility and the technique of continuous rotation make it possible to perform the preparation of the coronal portion of the canal (necessary in a crown-down approach in order to eliminate the conditioning factors) using the instruments that are geometrically the most suitable for this purpose: namely, instruments that have a taper larger than that of the canal.

In this study the instrument that has been chosen as the first preparation instrument has tip size #25 and .06 taper, as it represents a balance between the necessity of having a sufficient flexibility and a proper geometric shape.

When this instrument is put into the canal, at first it contacts the dentinal wall to a very limited extent in the more coronal part of the canal; then, millimeter after millimeter, the area interested by the cutting action increases, extending toward the apex (Fig. 4). For this reason, it happens that at a certain moment a further progression becomes impossible for excessive extension of the contact and high amount of required cutting action. The work performed by this first instrument changes from one canal to another. More precisely, it changes the distance from the apex which is possible to reach with the first instrument; consequently, going on with the instrumentation, one will meet various difficulties, due to the different amounts of cutting action necessary for the first instruments of apical preparation to reach the full working length.

For instance, we will consider the circumstance of the instrument #25 .06 taper stopping at 3mm from the apex (first graphic model) (Fig. 5); at this point of the canal the diameter is .25 mm, therefore, for example, an instrument with tip size #15 .02 taper must contact the dentinal wall for an extent no longer than 3mm. The instruments with tip size #20 and #25 .02 taper have to cut a length respectively of 4 and 5mm. In this case, the cutting action performed by the first instrument is sufficient to make considerably easier the work of the instrument #15 - .02 taper and to facilitate, in a not always sufficient way, the work of the instru-

ments #20 - .02 taper and #25 - .02 taper.

In the second graphic model, being the canal longer than in the first one, the instrument #25 .06 taper stops at a distance of 7mm from the apex (Fig. 6). An instrument with tip size #15 .02 taper would have to contact the canal wall for an extent of at least 8 mm, having to cut off a remarkable thickness of dentin (Fig. 7). The extent of the contact area and the thickness of the cut necessary for the instrument to go forward increase progressively with the instruments with tip sizes #20 and #25 (.02 taper) (Fig. 8).

So, according to the distance from the apex where the first instrument stops and depending on the canal's anatomic characteristics, there could be a variety of difficulties. In less difficult canals it may happen that the instrument #25 - .06 taper arrives very close to the apex, so making sufficiently easy for the .02 taper instruments to reach the apex; in more difficult canals the work performed may be insufficient.

Two different kinds of solutions can be considered:

1. a reduction of the thickness of the dentin that must be cut,
2. a reduction of the extent of the canal surface where the instruments have to work.

The first solution can be achieved using some .02 taper instruments with smaller tip sizes (#12.5, #17.5 and #22.5). This solution results in a long extent of the canal which has the same .02 taper (Fig. 9).

The other solution may be performed bringing the canal coronal flaring more apically. Instruments should be used which will be able to work in an intermediate zone of the canal, just apically to the point where the first instrument's enlarging action stopped. We can think to achieve this aim using an instrument with the same .06 taper, but a smaller tip size (for example #20). When compared to the .06 taper instrument with tip size #25 this instrument advances less than 1mm. This happens because its tip size is smaller than that of the instrument previously used, but there being no difference between the instrument and the root canal's taper, the instrument with tip size #20 finds itself in the same condition as the instrument with tip size #25: the whole cut-

ting surface contacts the dentinal wall (Fig. 10). So the instrument, without having been able to perform practically any cutting action, is unable to advance further into the canal.

The cutting action can be directed to the intermediate canal zone having recourse to a sequence of instruments with the same tip size and different tapers used in decreasing taper order (.06 - .05 - .04 - .03 tapers) (we will call this series of instrumentation "inverse sequence"). It may happen that each instrument can advance only 1mm more apically in comparison with the previous instrument, but this advancement goes with a cutting action that occurs on a surface of several millimeters (Fig. 11). This kind of work permits a reduction of the cutting necessary for the .02 taper instruments to reach the apex (Fig. 12). This series of instrumentation can be repeated more than once, till it is possible to advance.

Sometimes the canal's anatomic characteristics make it possible to bring the first instrument (tip size #25 .06 taper) to full working length. Other times, it may happen that, by performing the "inverse sequence", one among the .05, .04 or .03 taper instruments can be brought to full working length. Sometimes the working length could not be completely reached using the "inverse sequence", this may happen, for example, when the apical diameters are very small, or when the canal's trajectory is characterized by apical curvature.

Conclusions

With Ni-Ti varying taper instruments root canal preparation may be achieved by a definite series of instruments, chosen so that their tapers and tip sizes allow a "fractionization" of the work demanded from each instrument. For this reason, during the whole root canal shaping it becomes possible to look for the greatest cutting efficiency that means the easiest instruments' advancement, a greater speed of instrumentation and a reduction of the instruments' stress, which causes lower fracture risk and longer instruments average life.

In order to achieve in each phase of the preparation the greatest cutting efficiency, it is

useful to look for nonconformity between the instrument and the canal's taper. This way the contact area is always limited to a small surface of the root canal wall. The less is the difference in taper, the quicker the contact becomes large during progression.

Our observations suggest that the most suitable method in order to obtain the initial flaring, is having recourse to a sequence of instruments with the same tip size and different tapers, used in decreasing taper order. This way the instruments' cutting action is directed more and more apically and maintenance of a limited contact surface is achieved by continuous non-conformity between the instrument and the canal's taper.

It is important to consider that the amount of dentin which an instrument can actually cut is conditioned by many elements: instrument's cutting ability, dentinal hardness, canal's width, canal's trajectory etc. So, in a certain canal each instrument must be made progress as far as it will be possible: all the instruments must always be employed in a certain canal with the same light pressure which permitted the instrument to advance (in that canal) for the first millimeter, after having contacted the dentinal wall; the instrument is to be removed from the canal when, using the same pressure, it cannot progress further. If the instrument is forced (increasing the pressure) it will be exposed to a torsional stress which can lead to deformation or fracture (Fig. 13).

In our study we have arranged a graphic model and, on the ground of various elements, we have considered it possible for each instrument to cut a certain amount of dentin. The results reported, even though they can be reasonably related to clinical situations, are in any case arbitrary as far as their quantitative values, but nevertheless the principles and the resulting reflections should be valid.

Key words:

Endodontic.

Root canal preparation.

Nickel-titanium instruments.

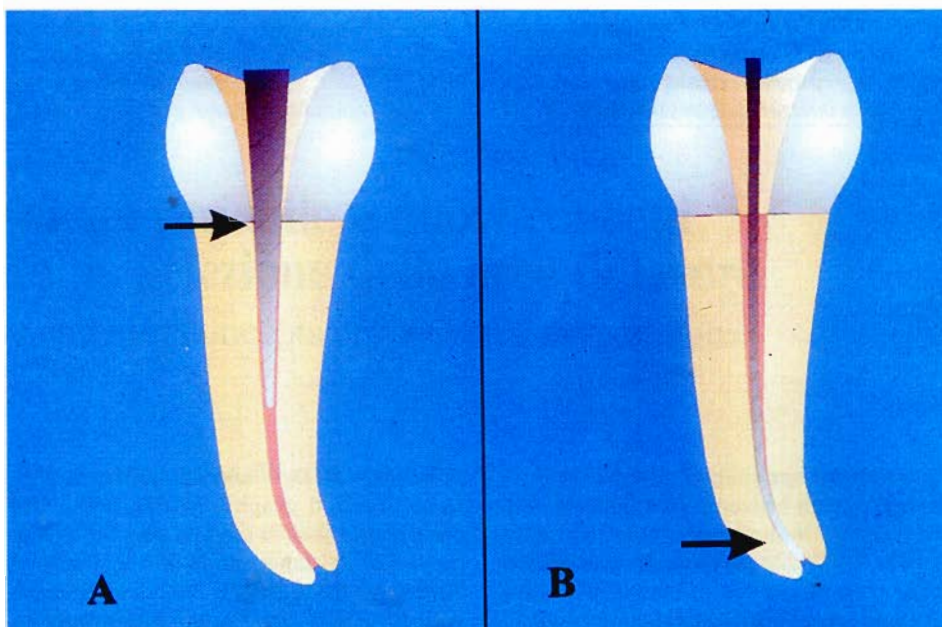


Fig. 1 - Usando strumenti con differente conicità è possibile una precisa scelta dell'area di taglio. (A) Se la conicità dello strumento è maggiore di quella del canale, l'area di taglio è localizzata nella parte coronale del canale. (B) Se la conicità dello strumento è minore di quella del canale e il calibro di punta lo permette, l'area di taglio è localizzata nella parte apicale del canale.

Fig. 1 - Using instruments with different tapers it is possible to make a precise selection of the cutting area. (A) If the instrument's taper is larger than that of the canal, the cutting area is localized in the coronal part of the canal. (B) If the instrument's taper is smaller than that of the canal and the tip size permits it, the cutting area is localized in the apical part of the canal.

INTRODUZIONE

L'adozione delle leghe nichel-titanio per la realizzazione degli strumenti endodontici ha reso possibili importanti progressi nella preparazione canalare, per quanto riguarda il mantenimento della traiettoria iniziale del canale e della posizione e forma dell'apice (1-4). Inoltre, l'uso di queste leghe consente un diverso approccio alla preparazione, permettendo l'introduzione di nuovi concetti nella strumentazione endodontica.

La possibilità per uno strumento di portare a termine una certa azione di taglio è condizionata da vari fattori:

1. capacità di taglio intrinseca dello strumento;
2. durezza della dentina;
3. quantità di dentina che deve essere tagliata; questa può essere definita mediante due parametri:
 - a. estensione della superficie di taglio (contatto tra strumento e dentina);
 - b. spessore di dentina che deve essere tagliata;
4. Traiettoria canalare.

La difficoltà di progressione di uno strumento in un canale è spesso dovuta al fatto che la quantità di dentina che questo dovrebbe tagliare per avanzare è eccessiva. L'estensione e la localizzazione del contatto tra strumento e parete canalare derivano dal rapporto tra conicità del canale e con-

cità dello strumento. Quando si utilizzano strumenti che hanno tutti la stessa conicità (come nel caso che vengano impiegati solo strumenti standardizzati), una porzione di canale progressivamente assume la conicità degli strumenti. Ad un certo momento della preparazione può accadere che uno degli strumenti non sia in grado di avanzare perché, avendo quel tratto di canale la sua stessa conicità, una parte troppo estesa di strumento prende contatto con la dentina (5).

L'elevata flessibilità delle leghe nichel-titanio rende possibile la realizzazione di strumenti con diverse conicità, il cui uso consente una più precisa selezione della zona di canale dove viene indirizzata l'azione di taglio (6-9). Se, per esempio, si utilizza uno strumento con una conicità superiore a quella del canale, l'azione di taglio si localizza nella porzione più coronale del canale, mentre il contatto ha luogo nella zona più apicale se lo strumento scelto ha una conicità inferiore a quella del canale (se il diametro di punta lo permette) (5) (Fig. 1). L'uso di strumenti di diverse conicità permette di controllare e di limitare l'area di contatto tra strumento e parete dentinale, incrementando così l'efficienza di taglio (5). Con gli strumenti in lega Ni-Ti è possibile una preparazione canalare con diametri e forma prevedibili: questi strumenti, infatti, vengono usati con un'azione di taglio "attiva", cioè esercitano l'azione di taglio mentre avanzano nel canale, conferendo in questo modo la loro forma e i loro diametri alla

parte di canale con cui prendono contatto. E' possibile, quindi, conoscere esattamente i diametri di preparazione in ogni punto del canale. L'operatore ha, quindi, la possibilità di scegliere lo strumento il cui diametro di punta e la cui conicità siano adatti per indirizzare l'azione di taglio verso una precisa zona del canale.

Lo scopo di questo studio è quello di analizzare la strumentazione canalare con strumenti in nichel-titanio meccanici, sviluppando questo concetto di "frazionamento" dell'azione di taglio degli strumenti, per mettere a punto una sequenza che offra la massima efficienza di taglio, mantenendo sotto controllo la quantità di dentina che deve essere tagliata da ciascuno strumento.

MATERIALI E METODI

Utilizzando dei modelli grafici abbiamo studiato i cambiamenti nei diametri canalari che occorrono durante le varie fasi della strumentazione canalare.

Nel modello grafico i diametri canalari, ad ogni millimetro della lunghezza canalare, sono indicati sulla sinistra (Fig. 2); i corrispondenti diametri dello strumento sono posti sulla destra, insieme alla differenza tra il diametro dello strumento e del canale che indica lo spessore della dentina che deve essere tagliata in ciascun punto perché lo strumento possa avanzare di un millimetro. Con i modelli grafici abbiamo riprodotto due differenti situazioni anatomiche, che possono simulare casi in cui vi è un diverso grado di difficoltà nel portare a termine la sequenza di strumentazione. Per simulare un canale di media difficoltà, abbiamo scelto un canale di 11 mm di lunghezza (che corrisponde ad una lunghezza di lavoro di circa 20 mm), sondabile con uno strumento #10, i cui diametri permettono ad uno strumento #15 di raggiungere l'apice senza difficoltà (Fig. 3A). Con il secondo modello grafico abbiamo voluto riprodurre un canale di maggiore difficoltà; questo risultato è stato ottenuto allungando il canale fino a 15 mm (che corrisponde ad una lunghezza di lavoro di circa 24 mm) e riducendo i dia-



Fig. 2 - Modello grafico: sulla sinistra sono scritti i diametri canalari ad ogni millimetro della lunghezza canalare; i corrispondenti diametri dello strumento sono indicati a destra insieme alla differenza tra i diametri del canale e dello strumento, che indicano lo spessore di dentina che deve essere tagliata perché lo strumento possa avanzare di un millimetro.

Fig. 2 - The graphic model: the canal's diameters at every millimeter along the canal are written on the left; the corresponding diameters of the instrument are shown on the right together with the difference between the canal and the instrument's diameters, that indicate the thickness of the dentin cutting necessary in order for the instrument to advance one millimeter.

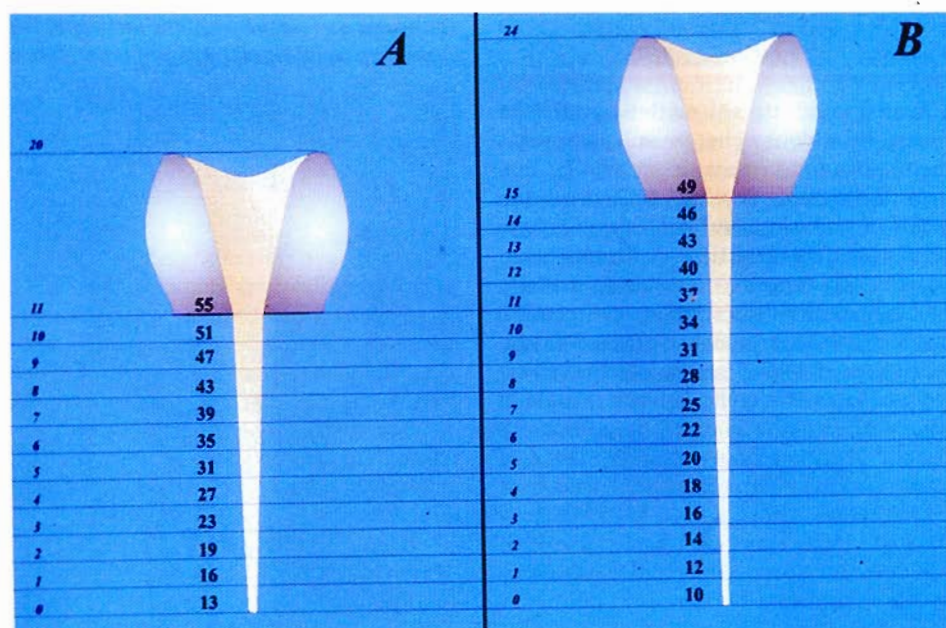


Fig. 3 - Modelli grafici. (A) Primo modello. Canale di media difficoltà: lunghezza del canale 11 mm (lunghezza di lavoro di circa 20 mm), sondabile con uno strumento #10, i diametri canalari sono tali da permettere ad uno strumento #15 di raggiungere l'apice senza difficoltà. **(B) Secondo modello.** Canale di maggiore difficoltà: lunghezza del canale 15 mm (lunghezza di lavoro di circa 24 mm), i diametri canalari lungo tutta la traiettoria sono stati ridotti rispetto al primo modello.

Fig. 3 - The graphic models. (A) First model. Canal of medium difficulty: root canal length 11 mm (working length of about 20 mm), negotiable by a #10 instrument, the canal's diameters would allow for a #15 instrument to reach the apex without difficulty. **(B) Second model.** Canal of greater difficulty: root canal length 15 mm (working length of about 24 mm), the canal's diameters along all the trajectory have been reduced in comparison with the first model.

tri canalari lungo tutta la traiettoria (Fig. 3B). È importante considerare che la quantità di dentina che uno strumento può effet-

tivamente tagliare è condizionata da molti fattori: capacità di taglio intrinseca dello strumento, durezza della dentina, forma del

canale in sezione trasversale, ampiezza e traiettoria canalare ecc.

Nel nostro studio abbiamo realizzato un modello grafico, e sulla base di varie considerazioni, abbiamo ritenuto che ogni strumento potesse tagliare una certa quantità di dentina. I dati riportati, pur essendo ragionevolmente rapportabili ad alcune situazioni cliniche, sono da considerare quantitativamente arbitrari, ma i principi e le considerazioni conseguenti dovrebbero comunque mantenersi validi.

RISULTATI

L'analisi condotta sui modelli grafici ha messo in evidenza che, se uno strumento viene introdotto in un canale che ha una conicità differente da quella dello strumento stesso, il primo contatto può essere limitato ad una linea circolare (Fig. 4). Il punto lungo la traiettoria canalare dove questo contatto ha luogo, deriva dalla relazione esistente tra la conicità dello strumento e quella del canale. L'azione di taglio, quindi, interessa all'inizio una superficie molto limitata; quando lo strumento avanza nel canale la porzione di parete dentinale coinvolta dall'azione di taglio aumenta e l'area di contatto diviene via via più estesa. Infatti, la zona del canale dove ha avuto inizio l'azione di taglio rimane in contatto con la parte più coronale dello strumento, che diviene progressivamente più grande, mentre lo strumento avanza in direzione apicale. Quando la superficie sulla quale lo strumento dovrebbe agire diviene troppo estesa, lo strumento non è più in grado di portare a termine l'azione di taglio necessaria per avanzare nel canale.

Come regola generale, si può dire:

A. che tanto maggiore è la differenza tra la conicità dello strumento e quella del canale, tanto più è limitata l'area di contatto durante i primi millimetri di progressione dello strumento;

B. se lo strumento è più conico del canale il contatto avviene coronalmente, se lo strumento è meno conico (e con diametro di punta opportuno) il contatto avviene apicalmente e con la punta dello strumento.

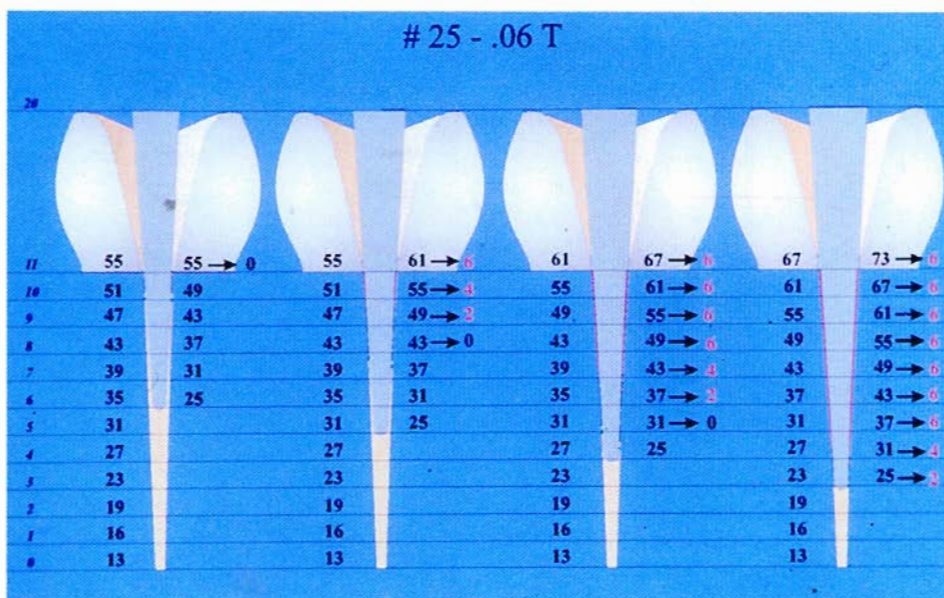


Fig. 4 - Se la conicità dello strumento e del canale sono diverse, il primo contatto è limitato ad una linea circolare. Quando lo strumento avanza nel canale, l'area di contatto diviene progressivamente più ampia. In questo modello usiamo uno strumento più conico rispetto al canale. Passando da un modello grafico al successivo, i diametri canalari, che sono scritti sulla sinistra, cambiano in conseguenza dell'azione di taglio dello strumento. (In questo modello grafico lo strumento con calibro di punta #25 conicità .06 si ferma a 3 mm dall'apice).

Fig. 4 - If the instrument and the canal's taper are different, the first contact is limited to a round line. As the instrument advances into the canal, the contact area becomes larger and larger. The instrument used in this model has a taper larger than that of the canal. Proceeding from one graphic model to the next one, the canal's diameters, which are written on the left, change as a consequence of the instrument's cutting action. (In this graphic model the instrument with tip size #25 .06 taper stops at 3 mm from the apex.)

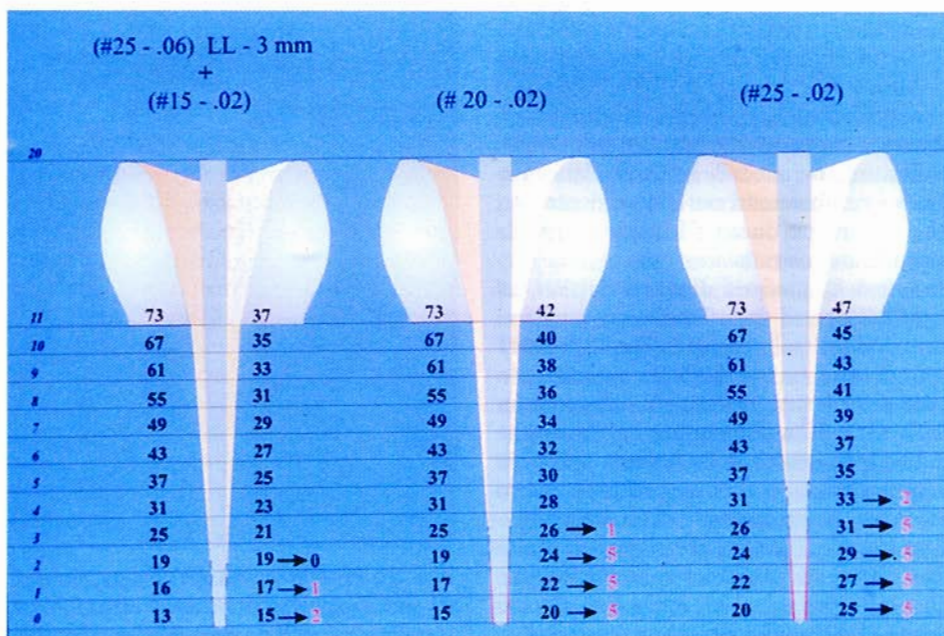


Fig. 5 - Primo modello grafico. Lo strumento #25 conicità .06 si arresta a 3 mm dall'apice: estensione del contatto degli strumenti #15 - 20 - 25 conicità .02 con la parete dentinale e spessore della dentina che gli strumenti devono tagliare per raggiungere la lunghezza di lavoro.

Fig. 5 - First graphic model. The instrument #25 .06 taper stopping at 3 mm from the apex: extent of the contact of the instruments #15 - 20 - 25 .02 taper with the dentinal wall and thickness of the dentin cutting necessary for these instruments in order to reach the working length.

STRATEGIA CORONO-APICALE

È ormai accettato da molti Autori (10-13) il concetto che la preparazione apicale debba essere affrontata solo dopo aver ridotto o eliminato i condizionamenti posti a livello

della porzione coronale del canale (tecnica di preparazione corono-apicale).

La flessibilità degli strumenti in nichel-titanio e la loro tecnica d'uso in rotazione continua, consentono l'approccio alla preparazione nella porzione coronale con gli strumen-

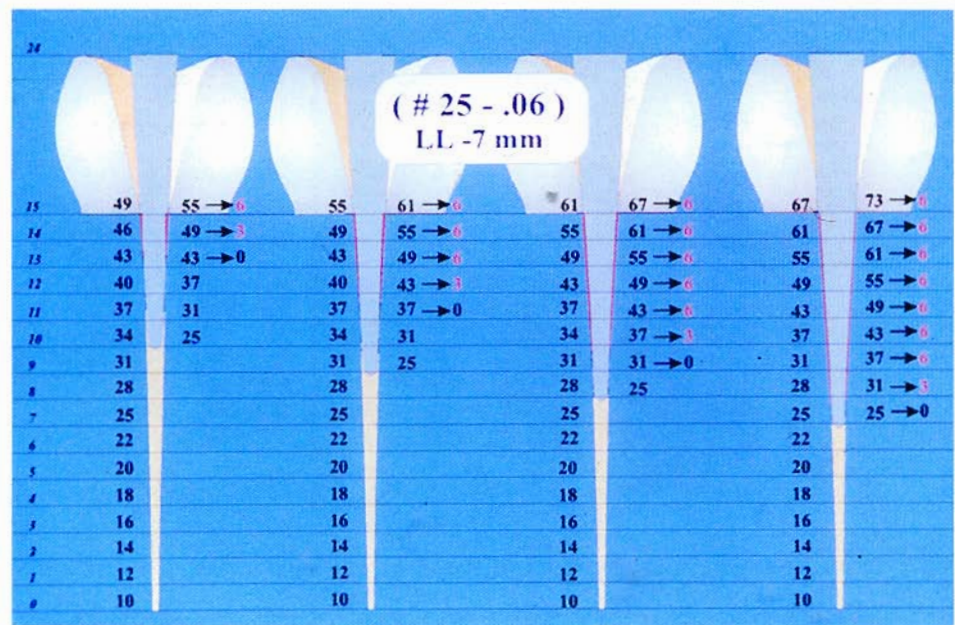


Fig. 6 - Second graphic model. A causa della maggiore lunghezza del canale il primo strumento (#25 conicità .06) si ferma ad una notevole distanza dall'apice (7 mm).
Fig. 6 - Second graphic model. Owing to the canal's greater length, the first instrument (#25 .06 taper) stops at a great distance from the apex (7 mm).

ti di forma più adeguata dal punto di vista geometrico: strumenti di conicità superiore a quella del canale. Lo strumento scelto come primo in questo studio è uno strumento di punta #25 e conicità .06, in quanto esprime un equilibrio fra la necessità di avere una sufficiente flessibilità ed una forma geometricamente adeguata. Quando questo strumento viene introdotto nel canale, contatta inizialmente la parete dentinale su una superficie molto limitata, nella porzione più coronale; poi, millimetro dopo millimetro, l'area interessata dall'azione di taglio aumenta, estendendosi verso l'apice (Fig. 4). Per questo motivo accade che ad un certo punto un'ulterio-

re progressione divenga impossibile, perché l'estensione dell'area di contatto e lo spessore del taglio richiesto sono eccessive. È ovvio che il lavoro portato a termine dal primo strumento cambia da un canale all'altro. Più precisamente, in ogni canale cambia la distanza dall'apice a cui si ferma il primo strumento; in conseguenza di ciò, procedendo nella strumentazione, varia il grado di difficoltà che i primi strumenti di preparazione apicale incontrano per raggiungere la lunghezza di lavoro, a causa della diversa quantità di taglio necessario. Per esempio, consideriamo il caso che lo strumento #25 conicità .06 si arresti a 3 mm dall'apice (come può accadere nella situa-

zione simulata nel primo modello grafico) (Fig. 4); a 3 mm dall'apice il diametro del canale è 0,25 mm, perciò, per esempio, uno strumento con calibro di punta #15 e conicità .02 per raggiungere la lunghezza di lavoro deve contattare la parete dentinale per un'estensione non superiore a 3 mm, poiché la sua misura a 3 mm dalla punta (0,21 mm) è inferiore a quella del canale a 3 mm dall'apice. Gli strumenti con calibro di punta #20 e #25 e conicità .02 usati successivamente devono esercitare la loro azione di taglio su un'estensione rispettivamente di 4 e 5 mm (Fig. 5); possiamo cioè sostenere che il lavoro eseguito con il primo strumento sia sufficiente a facilitare in maniera importante il lavoro del #15 - .02 e, in maniera non sempre sufficiente il lavoro del #20 - .02 e del #25 - .02. Nel secondo modello grafico lo strumento #25 conicità .06, essendo il canale più lungo, si ferma ad una distanza di 7 mm dall'apice (Fig. 6); in questo caso la lunghezza della zona di contatto tra la parete canalare e lo strumento #15 - .02 (ed in modo più evidente gli strumenti #20 e #25 conicità .02) non aumenta secondo un modello di crescita lineare, ma per una lunghezza maggiore

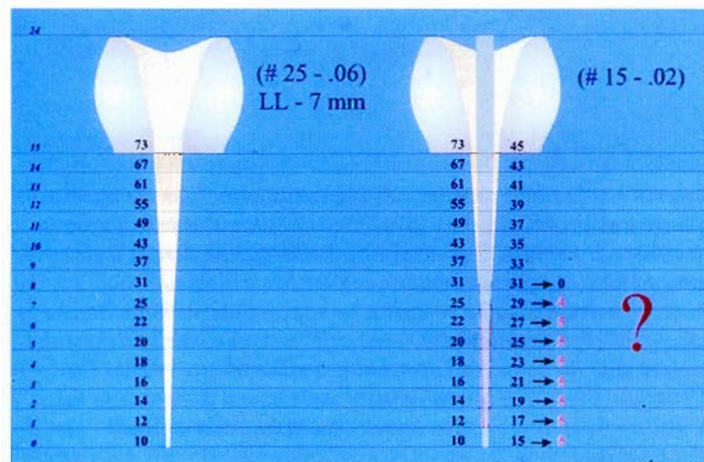


Fig. 7 - The first instrument (#25 .06 taper) stopping at 7 mm from the apex: in such circumstances the instrument #15 .02 taper would have to work on an excessive extension of the canal's wall and cut off a very large thickness of dentin.
Fig. 7 - The first instrument (#25 .06 taper) stopping at 7 mm from the apex: in such circumstances the instrument #15 .02 taper would have to work on an excessive extension of the canal's wall and cut off a very large thickness of dentin.

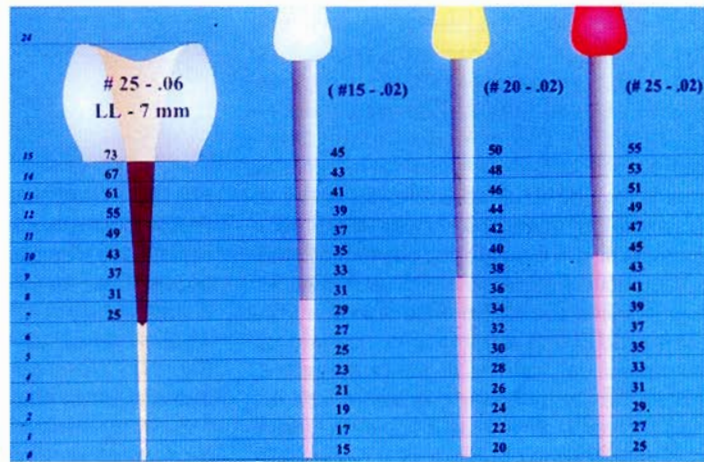


Fig. 8 - The first instrument (#25 .06 taper) stopping at 7 mm from the apex: extent of the dentinal wall that the instruments #15 - 20 - 25 .02 taper would have to contact in order to reach the apex.
Fig. 8 - The first instrument (#25 .06 taper) stopping at 7 mm from the apex: extent of the dentinal wall that the instruments #15 - 20 - 25 .02 taper would have to contact in order to reach the apex.

di 4mm (Figg. 7-8). È possibile osservare, ad esempio, che a 7 mm dalla punta uno strumento #15 conicità .02 misura 0,29 mm, perciò, se il primo strumento con punta #25 e conicità .06 si arresta ad una distanza di 7 mm o più dall'apice, lo strumento #15, per raggiungere la lunghezza di lavoro, dovrebbe contattare la parete canalare per un'estensione di almeno 8 mm, avendo da tagliare un considerevole spessore di dentina. L'estensione dell'area di contatto e lo spessore del taglio necessario allo strumento per avanzare aumentano progressivamente con gli strumenti con punta #20 e #25 (conicità .02).

Quindi, a seconda della distanza dall'apice a cui si ferma il primo strumento e a seconda delle caratteristiche anatomiche del canale, si può incontrare un diverso grado di difficoltà nel procedere con la strumentazione. Nei canali meno difficili può accadere che lo strumento #25 - .06 si avvicini molto all'apice e quindi faciliti sufficientemente il raggiungimento dell'apice con strumenti a conicità .02: nei canali più difficili il lavoro svolto potrà risultare insufficiente.

Per risolvere questo problema possono essere prese in considerazione due strategie:

1. la riduzione dello spessore di dentina che deve essere tagliata;
2. la riduzione dell'estensione della superficie canalare su cui gli strumenti devono agire.

La prima soluzione può essere messa in pratica, usando alcuni strumenti a conicità .02 con calibro di punta minore, perciò aggiungendo nella sequenza di strumentazione alcune misure intermedie come #12,5 - #17,5 e #22,5. Questa soluzione determina una riduzione dello spessore del taglio di ciascuno strumento, ma l'uso di tali strumenti fa sì che il canale per una lunga estensione abbia la stessa conicità (.02) (Fig. 9). Ciò significa che subito dopo si avrà nuovamente difficoltà a portare nel canale gli strumenti con calibro di punta maggiore, perché immediatamente la lunghezza del contatto tra lo strumento e la parete canalare risulta di nuovo troppo lunga.

L'altra soluzione può essere realizzata portando più apicalmente la svasatura coronale. Per questo scopo, devono essere usati strumenti capaci di lavorare nella zona intermedia del canale, subito apicalmente al punto dove si è arrestata l'azione di allargamento del primo strumento.

Si può pensare di ottenere questo risultato

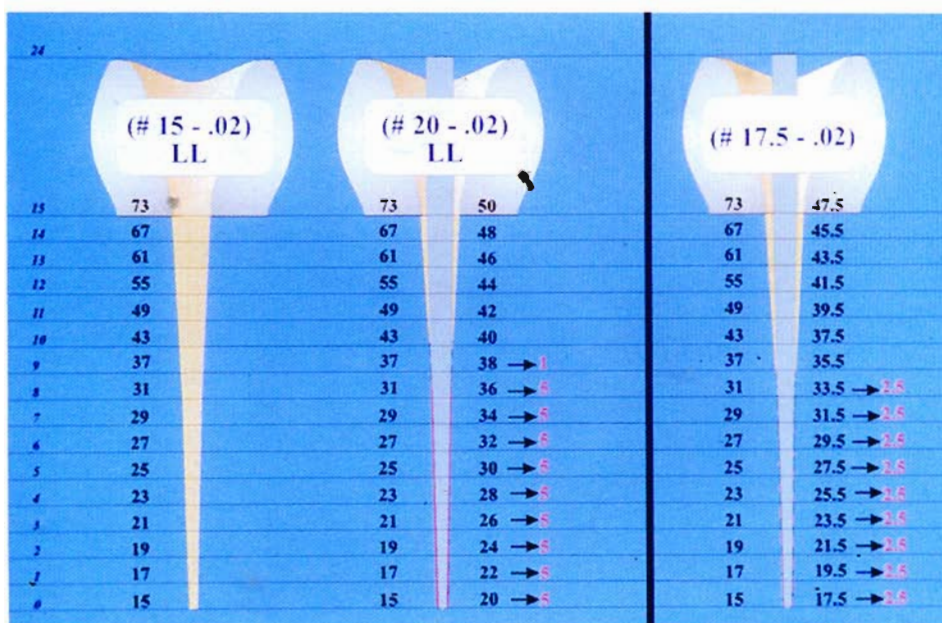


Fig. 9 - Riduzione dello spessore di dentina che deve essere tagliata: uso di misure intermedie (a destra). Questa soluzione determina una riduzione dello spessore del taglio di ciascuno strumento, ma fa sì che il canale per una lunga estensione abbia la stessa conicità (.02).

Fig. 9 - Reduction of the thickness of cutting: use of intermediate measures (on the right). This kind of solution definitely causes a reduction of the cutting thickness for each instrument, but it results in a long extent of the canal which has the same taper (.02).

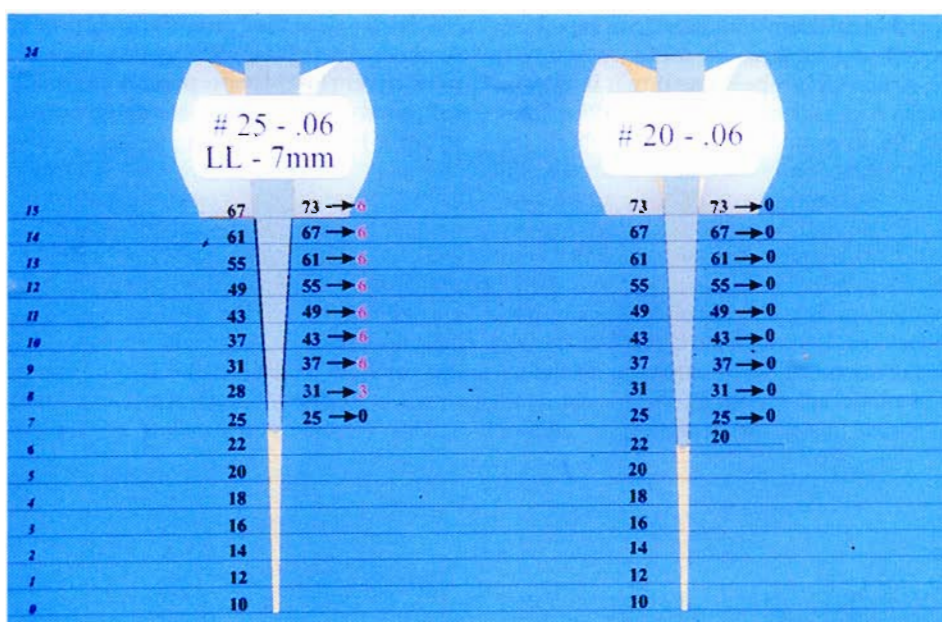


Fig. 10 - Uso di uno strumento con la stessa conicità .06, ma con calibro di punta inferiore (#20). Lo strumento raggiunge una profondità che è di soli 5/6 di millimetro più apicale rispetto allo strumento con calibro di punta #25 conicità .06. Tutta la superficie di taglio (esattamente come lo strumento #25 .06) prende contatto con la parete dentinale. Solo i 5/6 di millimetro più apicali dello strumento possono portare a termine un'azione di taglio, se i diametri del canale in quella zona (5/6 di millimetro) sono minori di quelli dello strumento.

Fig. 10 - Use of an instrument with the same .06 taper, but a smaller tip size (#20). The instrument can reach a depth that is only 5/6 of a millimeter more apical compared to the #25 .06 taper instrument. The whole cutting surface (exactly the same as the #25 .06 instrument) contacts the dentinal wall. Only the instrument's first apical 5/6 of a millimeter can perform a cutting action, if the canal's diameters in that zone of the canal (5/6 of a millimeter) are smaller than that of the instrument.

usando uno strumento con la stessa conicità .06, ma calibro di punta inferiore (per esempio #20). Rispetto allo strumento con calibro di punta #25 conicità .06 questo strumento è in grado di avanzare di meno

di 1 mm (precisamente 5/6 di millimetro). Ciò accade perché la sua punta è più piccola di quella dello strumento usato in precedenza, ma non appena si stabilisce il primo contatto, non essendoci alcuna differenza tra la

conicità dello strumento e quella del canale, lo strumento con calibro di punta #20 si viene a trovare nelle stesse condizioni dello strumento con punta #25: tutta la superficie di taglio prende contatto con la parete dentinale (Fig. 10). Quindi lo strumento, senza aver compiuto praticamente nessun lavoro, è incapace di avanzare ulteriormente nel canale.

L'azione di taglio può essere diretta nella zona intermedia del canale facendo ricorso ad una sequenza di strumenti con uguale diametro di punta e diversa conicità usati in ordine di conicità decrescente (.06 - .05 - .04 - .03) (indichiamo questa sequenza di strumentazione come "sequenza inversa"). In questo modo l'azione di taglio di ciascuno strumento ha inizio quando la sua punta ha superato il punto più apicale a cui ha lavorato lo strumento precedente; subito dopo il primo contatto tra lo strumento e la parete canalare, la lunghezza della zona di contatto diviene piuttosto estesa, perciò può accadere che ciascuno strumento possa avanzare solamente di 1 mm più apicalmente rispetto allo strumento precedente (questo avanzamento di 1 mm si accompagna ad un'azione di taglio che interessa una superficie di diversi millimetri) (Fig. 11). Ciò è in accordo con la regola (che è stata esposta in precedenza) che tanto maggiore è la differenza tra la conicità dello strumento e quella del canale, tanto più è limitata l'area di contatto durante i primi millimetri di progressione dello strumento: essendoci fra la conicità .06 e .05 (e poi tra la .05 e la .04 ecc.) una piccola differenza si ha subito un contatto piuttosto esteso.

Il taglio ottenuto in questo modo permette di spostare la svasatura iniziale in direzione coronale, riducendo il taglio necessario agli strumenti a conicità .02 per raggiungere l'apice (Fig. 12) e allo stesso tempo permette di ottenere nella zona intermedia del canale diametri maggiori, che rendono più facile il completamento della preparazione. La "sequenza inversa" può essere ripetuta più di una volta fino a che è possibile una progressione; questo perché l'azione degli strumenti successivi modifica la forma del canale anche nella zona raggiunta dallo strumento precedente modificandone i rapporti geometrici.

Il risultato che può essere raggiunto in questo modo varia ampiamente, in conseguenza della grande variabilità dell'anatomia canalare e dell'elevato numero di fattori

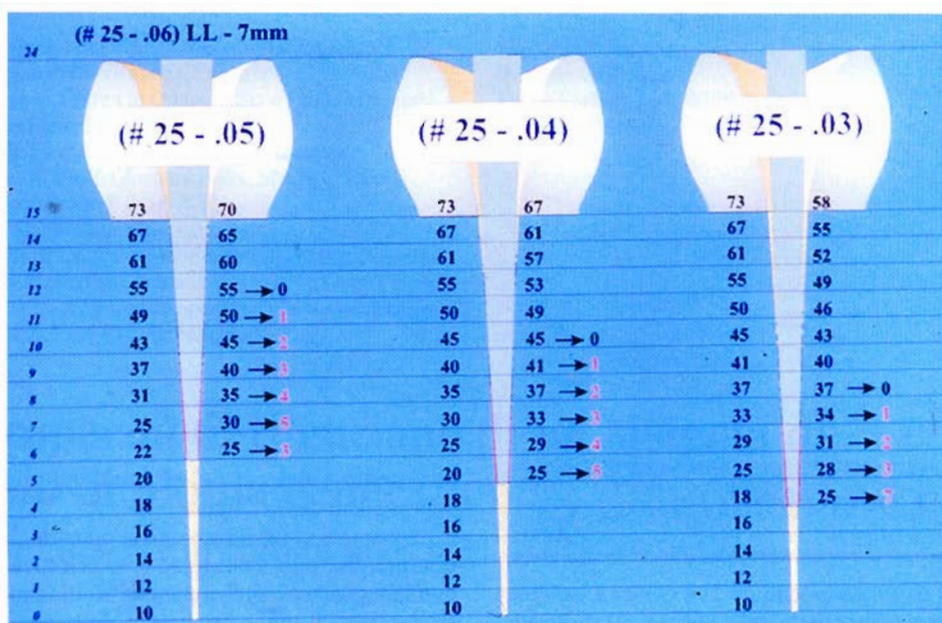


Fig. 11 - Una svasatura coronale più apicale può essere ottenuta usando la sequenza inversa (conicità .06 - .05 - .04 - .03). Molto rapidamente la zona di contatto diviene piuttosto estesa, per cui la progressione degli strumenti può essere limitata ad 1 mm.

Fig. 11 - A more apical coronal flaring can be achieved using the inverse sequence (.06 - .05 - .04 - .03 taper). Very quickly the contact zone becomes rather long, it may happen that each instrument advances only 1 mm.

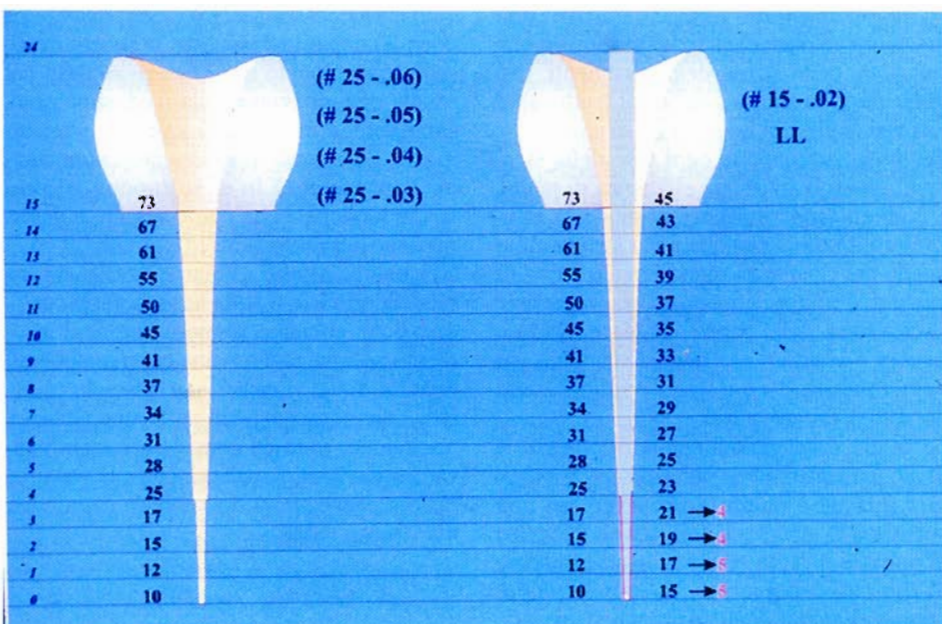


Fig. 12 - L'uso della sequenza inversa permette una riduzione del taglio necessario per gli strumenti a conicità .02 (in questo caso un #15) per raggiungere l'apice, permettendo di ottenere diametri maggiori nella zona intermedia del canale.

Fig. 12 - The use of the inverse sequence permits a reduction of the cutting necessary for the .02 taper instruments (in this example a #15) to reach the apex, making it possible to obtain larger diameters in the canal's intermediate zone.

coinvolti (lunghezza, ampiezza, curvatura del canale, durezza della dentina, ecc.). In alcuni casi le caratteristiche anatomiche del canale permettono di portare il primo strumento (#25 - .06) alla lunghezza di lavoro. Altre volte può accadere che, eseguendo la "sequenza inversa", uno degli strumenti a conicità .05, .04 o .03 raggiunga la lunghezza di lavoro. Altre volte ancora la "sequenza inversa" può non consentire di raggiungere la lunghezza di lavoro; questo può accade-

re, per esempio, quando i diametri apicali sono molto piccoli, o quando la traiettoria canalare presenta una curvatura apicale. Il completamento della preparazione canalare sarà più o meno laborioso a seconda di quale di queste tre situazioni si sarà verificata.

CONCLUSIONI

Con gli strumenti Ni-Ti a conicità variabile, la preparazione può essere ottenuta mediante una definita sequenza di strumenti, scelti in modo che le loro conicità ed i loro diametri di punta consentano il "frazionamento" del lavoro richiesto tra diversi strumenti. In questo modo, durante tutta la preparazione canalare è possibile ricercare la massima efficienza di taglio e quindi il più facile avanzamento degli strumenti, una maggiore velocità di strumentazione ed una riduzione dello stress degli strumenti, che determina un minor rischio di frattura ed una vita media più lunga degli strumenti.

Per poter ottenere in ogni fase della strumentazione la massima efficienza di taglio, è conveniente ricercare sempre la non-conformità tra la conicità dello strumento e quella del canale. In questo modo l'area di contatto è sempre limitata ad una superficie poco estesa della parete canalare. Quanto minore è la differenza di conicità, tanto più velocemente il contatto diviene esteso durante la progressione.

Le nostre osservazioni suggeriscono che il modo più conveniente per ottenere la svastatura iniziale è quello di ricorrere ad una sequenza di strumenti con uguale diametro di punta e diversa conicità, usati in ordine di conicità decrescente. In questo modo, l'azione di taglio degli strumenti viene indirizzata progressivamente in una zona più apicale e, allo stesso tempo, mediante la costante non-conformità tra la conicità dello

strumento e del canale, si mantiene una superficie di taglio limitata.

È importante considerare che la quantità di dentina che uno strumento può effettivamente tagliare è condizionata da molti fattori: capacità di taglio intrinseca dello strumento, durezza della dentina, ampiezza e traiettoria canalare ecc. Quindi in ciascun canale noi useremo ciascuno strumento facendolo progredire per quello che in quel caso è possibile: ogni strumento deve essere utilizzato con la stessa leggera pressione che ha permesso a quello strumento, in quel canale, di avanzare il primo millimetro dopo il contatto iniziale con la parete dentinale; lo strumento deve essere estratto dal canale quando, con quella medesima pressione, non è in grado di avanzare ulteriormente. Se si forza lo strumento (aumentando la pressione) lo si sottopone ad uno stress torsionale che può condurre a deformazione o frattura (Fig. 13).

Nel nostro studio abbiamo realizzato un modello grafico, e sulla base di varie considerazioni, abbiamo ritenuto che ogni strumento potesse tagliare una certa quantità di dentina. I dati riportati, pur essendo ragionevolmente rapportabili ad alcune situazioni cliniche, sono da considerare quantitativamente arbitrari, ma i principi e le considerazioni conseguenti dovrebbero comunque mantenersi validi.



Fig. 13 - Strumento sottoposto a stress torsionale che ne ha determinato la deformazione.

Fig. 13 - Instrument subjected to a torsional stress which caused instrument's deformation.

BIBLIOGRAFIA

1. Glosson CR, Haller RH, Brent Dove S, del Rio CE. A comparison of root canal preparation using Ni-Ti hand engine driven, and K-Flex endodontic instruments. *J Endodon* 1995; 21: 146-151
2. Esposito PT, Cunningham CJ. A comparison of canal preparation with nickel-titanium and stainless steel instruments. *J Endodon* 1995; 21: 173-176
3. Gambill JM, Alder M, del Rio CE. Comparison of nickel-titanium and stainless steel hand file instrumentation using computed tomography. *J Endodon* 1996; 22: 369-375
4. Coleman CL, Svec TA, Rieger MR, Suchina JA, Wang MM, Glickman GN. Analysis of nickel-titanium versus stainless steel instrumentation by means of direct imaging. *J Endodon* 1996; 22: 603-607
5. McSpadden JT. Rationales for rotary nickel-titanium instruments: Light Speed ProSeries McXim's. Product information and instruction for the use of Ni-Ti endodontic instruments NT Co. 1994 Chattanooga TN
6. Walia H, Brantley WA, Gerstein H. An initial investigation of the bending and torsional properties of nitinol root canal files. *J Endodon* 1988; 14: 346-351
7. Camps JJ, Pertot WJ. Torsional and stiffness properties of nickel-titanium K-files. *Int Endod J* 1995; 28: 239-243
8. Canalda-Sahli C, Brau-Aguadé, Berástegui-Jimeno. Torsional and bending properties of stainless steel nickel titanium Canal Master U and Flexogate instruments. *Endod Dent Traumatol* 1996; 12: 141-145
9. Rowan MB, Nicholls JI, Steiner J. Torsional properties of stainless steel and nickel-titanium endodontic files. *J Endodon* 1996; 22: 341-345
10. Laurichesse JM, Santoro JP. Phypatologie du tier apical de l'organe dentaire et thérapeutiques biologique: le cone d'arêt. *Actualités Odontostol* 1971; 9: 319-54
11. Marshall FJ, Pappin J. A crown-down pressureless root canal enlargement technique. Technique manual Portland Ore. 1980 Oregon Health Sciences University
12. Fava LRG. The double flared technique: an alternative for biomechanical preparation. *J Endodon* 1983; 9: 76-80
13. Morgan LF, Montgomery S. An evaluation of the crown-down pressureless technique. *J Endodon* 1984; 10: 491-498