

La misurazione del forame apicale

Measurement of the apical foramen

RIASSUNTO

La sagomatura apre il sistema canalare agli irriganti, i veri artefici della detersione e consente poi di realizzare una obturazione tridimensionale indispensabile per completare la terapia.

La sagomatura finale può essere paragonata geometricamente ad un tronco di cono lungo come la lunghezza di lavoro dove la base piccola è coincidente con il forame apicale e la base grande, a livello della camera pulpare, è determinata dalla conicità della sagomatura e quindi dall'anatomia originaria. Risulta intuitivo come sia determinante conoscere con esattezza il diametro del forame apicale.

Questa misurazione ci consente di scegliere gli strumenti endodontici più idonei per realizzare una corretta sagomatura ed adattare correttamente il cono di gutta-perca in fase di obturazione.

Vengono presentati nuovi strumenti endodontici per misurare il diametro del forame apicale.

Viene dimostrato come il rilievo del Tugback apicale (impegno apicale del cono di gutta-perca) non sia una tecnica affidabile e di facile esecuzione. Inoltre l'adattamento del cono di gutta-perca mediante il rilievo del Tugback apicale ci obbliga alcune volte a sottodimensionare la conicità del cono rispetto alla conicità della sagomatura. Questo può determinare una limitazione nella dinamicità della tecnica di obturazione scelta. A tal proposito viene presentata una ricerca che dimostra come sia maggiore la forza di condensazione sviluppata durante l'obturazione quando il cono di gutta-perca è aderente alle pareti canalari e perfettamente impegnato in apice.

Parola chiave: Diametro apicale.

ABSTRACT

Shaping of the root canal opens the canal system to irrigants, the true cleansing agents, and then allows three-dimensional obturation to be achieved, indispensable to complete the therapy.

Geometrically speaking, the final shape may be compared to a truncated cone whose length is the working length, where the smaller base coincides with the apical foramen and the larger base, at the level of the pulp chamber, is determined by how tapered the preparation is, and thus by the original anatomy. It is intuitively obvious that it is determinant to know the precise diameter of the apical foramen. This measurement allows us to choose the most suitable endodontic instruments to produce a correct shape, and to adapt the gutta-percha cone correctly during obturation.

New endodontic instruments are presented that serve to measure the diameter of the apical foramina. It is demonstrated that measurement of the apical Tugback (apical fit of the gutta-percha cone) is not a reliable technique, nor is it easy to execute. Furthermore, adaptation of the gutta-percha cone by measuring apical Tugback can sometimes induce the endodontist to give the gutta-percha cone a more tapered shape than that of the preparation. This may limit the dynamics of the obturation technique chosen. In this connection, research is presented that shows that the condensation force developed during obturation is greater when the gutta-percha cone adheres to the canal walls and fits perfectly into the apex.

Key word: Apical diameter.

INTRODUZIONE

Durante la strumentazione noi sagomiamo quello che definiamo canale radicolare. Questo è in realtà, alcune volte, una piccola parte del sistema dei canali radicolari presenti nella radice. Inizia nella camera pulpare, segue lo spazio più percorribile del sistema dei canali radicolari e termina a livello apicale attraverso l'uscita più comoda per lo strumento endodontico.

La strumentazione crea una sagomatura tronco conica regolare centrifugamente al canale cosiddetto radicolare (1).

È importante comprendere come noi, durante la sagomatura, non riusciamo a detergere con gli strumenti endodontici (2). La sagomatura apre il sistema dei canali radicolari agli irriganti e permette poi di realizzare un'obturazione tridimensionale (Figg. 1, 2, 3).

Sono gli irriganti i veri artefici della detersione. Quindi sagomiamo per detergere.

In quest'ottica la sagomatura deve essere interpretata come un espediente per ottenere il vero risultato: detersione ed obturazione tridimensionale.

La sagomatura deve pertanto essere conservativa e rispettare l'anatomia originaria, specialmente a livello apicale (1). Questa delicata fase del trattamento endodontico è sempre stata difficile e troppo legata all'abilità manuale del singolo operatore. Con l'introduzione delle leghe al nichel-titanio è stato possibile realizzare strumenti manuali e meccanici a conicità doppia, tripla ed oltre rispetto ai tradizionali strumenti endodontici (ProFile .04, .06 Tapers, Quantec, Orifice Shapers, GT Files of Greater Taper...) (3,4,5).

La conicità aumentata di questi strumenti e la superelasticità della lega Ni-Ti permettono la realizzazione di sagomature estremamente conservative, rispettose dell'anatomia originaria e soprattutto alla portata di ogni operatore (6) (Figg. 4, 5). Ma la vera innovazione è la possibilità, grazie a questi strumenti, di creare sagomature standardizzate, quando è possibile.

Stiamo quindi assistendo ad una vera rivoluzione in campo endodontico. Standardizza-



Fig. 1 - Radiografia preoperatoria di 36. I canali sono sotto-strumentati e sotto-otturati. Si noti la presenza di due vasti riassorbimenti nella radice distale, uno esterno a livello apicale ed uno interno a livello del terzo medio.

Fig. 1 - Pre-operative radiograph of 36. The canals are under-instrumented and under-obtured. Note the two large areas of resorption in the distal root, one externally at the apical level, the other internally at the level of the median third.



Fig. 2 - Radiografia postoperatoria di 36. La sagomatura dei canali radicolari ha aperto il sistema canalare agli irriganti e ha permesso la realizzazione di un'otturazione tridimensionale.



Fig. 3 - Radiografia di controllo di 36 dopo 3 mesi.

Fig. 3 - Check-up radiograph of 36 after 3 months.

Berutti E. La misurazione del forame apicale. *G II Endo* 1997; 3: 122-29

zione in Endodonzia significa conicità identiche nella sagomatura, nei coni di carta, e nei coni di guttaperca e la possibilità di utilizzare sistemi di otturazione che sfruttino questa caratteristica (System B, Thermanfil) (7) (Tab. 1).

Tutto questo si traduce in terapie endodontiche più semplici e più predicibili, in una riduzione dei tempi operativi e di conseguenza dei costi.

Sono talmente tanti oggi gli strumenti endodontici manuali e meccanici a disposizione e le combinazioni possibili tra di loro che è necessario mettere in atto per ciascun canale un vero e proprio piano di trattamento.

È l'anatomia endodontica originaria che guida l'endodontista nella scelta degli strumenti endodontici più adatti e nella standardizzazione della conicità della sagomatura finale (8). Dobbiamo quindi saper interpretare esattamente l'anatomia endodontica originaria.

È qui che l'endodontista dimostra tutta la sua competenza ed abilità.

Per comprendere la complessità dell'anatomia endodontica originaria occorrono:

- radiogrammi pre e post operatori corretti
- pre-flaring manuale in caso di strumentazione mista manuale-meccanica (importante anche per ridurre lo stress degli strumenti endodontici meccanici al Ni-Ti)
- precise misurazioni (lunghezze di lavoro e diametro del forame apicale).

Possiamo paragonare geometricamente la sagomatura finale ad un tronco di cono lungo come la lunghezza di lavoro dove la base piccola è coincidente con il forame apicale (termine del canale) e la base grande a livello della camera pulpare è determinata dalla conicità della sagomatura e quindi di-

Conicità Taper	Coni di guttaperca Gutta-percha cones
.06	Fine
.08	Fine-Medium
.10	Medium
.12	Medium-Large

Tab. 1 - Standardizzazione della conicità.
Tab. 1 - Standardization of the taper.

pendente dall'anatomia originaria.

Risulta intuitivo quanto sia determinante conoscere con esattezza il diametro del forame apicale nella progettazione e creazione di una corretta sagomatura, in armonia con l'anatomia originaria.

È incomprensibile il motivo per cui siano stati compiuti in questi anni grandi sforzi per determinare con facilità e sicurezza una corretta lunghezza di lavoro (rivelatori elettronici dell'apice, tecniche di strumentazione appropriate) mentre la misurazione del diametro del forame apicale sia stata così a lungo trascurata.

Conoscere con precisione il diametro del forame apicale è indispensabile per:

- scegliere gli strumenti endodontici adatti per creare una corretta sagomatura
- adattare perfettamente il cono di gutta-perca necessario per l'otturazione.

A tal scopo stiamo sviluppando con la ditta Maillefer degli strumenti endodontici lisci, quasi privi di conicità, codificati con le norme ISO che hanno la funzione di veri e propri calibri apicali (8) (Fig. 6).

Dal n° 15 al n° 25 sono realizzati in acciaio inossidabile e quindi precurvabili per meglio raggiungere le più complesse anatomie apicali.

Dal n° 30 in su sono realizzati in nichel-titanio. La super-elasticità della lega Ni-Ti li rende estremamente flessibili anche nei calibri più importanti.

Dopo aver eliminato le interferenze del terzo medio e coronale (come ci ha insegnato C. J. Ruddle) ed aver misurato con esattezza la lunghezza di lavoro, ci dobbiamo occupare del forame apicale (9).

Se abbiamo rilevato per esempio la lunghezza di lavoro con una lima n° 15 proviamo successivamente a portare alla lunghezza di lavoro un "verificatore del calibro apicale Maillefer" n° 20, n° 25, n° 30...

Essendo questi strumenti quasi privi di conicità ed essendo il canale già grossolanamente sagomato, questi andranno a rilevare con precisione il diametro del forame apicale. L'ultimo strumento che raggiungerà la lunghezza di lavoro coinciderà con il diametro del forame apicale.

Se in questo caso, per esempio, l'ultimo "verificatore del calibro apicale Maillefer" è un n° 20 sceglieremo i successivi strumenti



Fig. 4 - Radiografia preoperatoria di 46.

Fig. 4 - Pre-operative radiograph of 46.



Fig. 5 - Radiografia postoperatoria di 46.

Si noti la sagomatura dei canali estremamente conservativa.

Fig. 5 - Post-operative radiograph of 46. Note the highly conservative shaping of the canals.

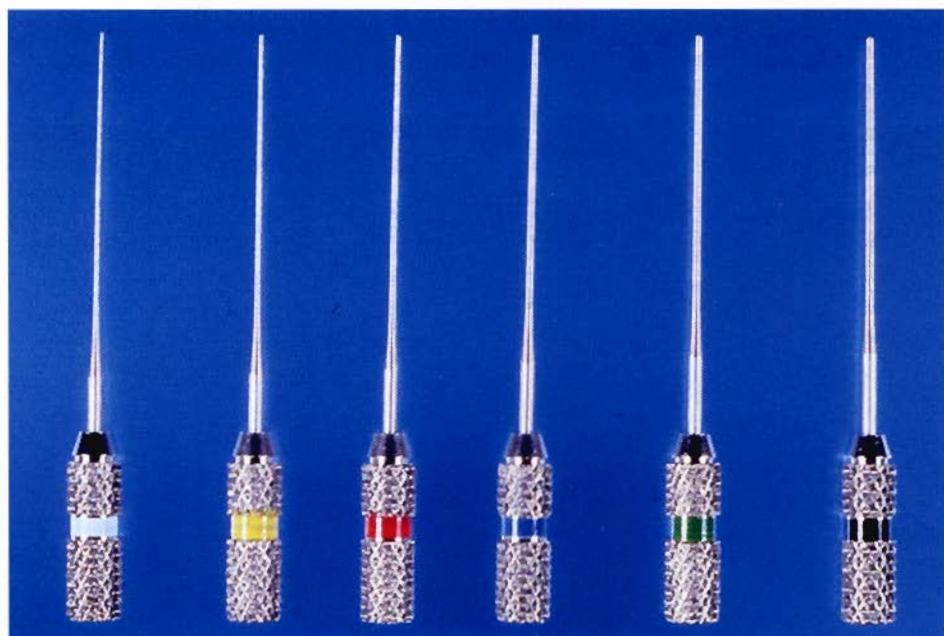


Fig. 6 - Verificatori del calibro apicale (Dentsply, Maillefer).

Fig. 6 - Checkers of the apical size (Dentsply, Maillefer).

manuali o meccanici per completare e rifinire la sagomatura canalare dal n° 25 in su.

Bisogna ricordare a questo punto come sia importante mantenere il forame apicale il più piccolo possibile, compatibilmente con la possibilità di sigillarlo (1). Il tentativo di portare lime progressivamente più grosse e quindi meno flessibili al termine del canale determina i seguenti rischi:

tappi di dentina, gradini, perforazioni, trasporto esterno del forame, spinta di detriti oltre apice, ipertensione dell'otturazione e dolori postoperatori (9).

D'altronde è stato dimostrato che canali delle medesime dimensioni iniziali strumentati in apice con una lima n° 25 erano detersi come quelli strumentati con una lima n° 40, con la differenza che i primi erano meglio sigillati e non presentavano ipertensione di materiale da otturazione (10,11).

È conveniente quindi allargare pochissimo il forame o rilevarne solo il diametro. Con le tecniche attuali di otturazione è possibile sigillare agevolmente apici estremamente piccoli, corrispondenti ad una lima n° 20 (Figg. 7, 8).

I verificatori del calibro apicale Maillefer sono utili inoltre per:

- ricapitolare in apice durante la sagomatura con uno strumento più piccolo del forame apicale e non tagliente, in modo da non alterarne la forma e le dimensioni

- verificare la corretta fluidità della sagomatura rilevando il susseguirsi regolare dei diametri trasversi della conicità.

Ben si prestano allo scopo i "verificatori del calibro apicale Maillefer".

L'otturazione tridimensionale dello spazio endodontico è il completamento della detersione realizzata con gli irriganti. Infatti, per quanto accurata, la detersione non è mai completa (12).

L'otturazione tridimensionale del sistema dei canali radicolari "mura" per così dire i batteri sfuggiti alla detersione tra pareti canalari e materiale da otturazione e così li inattiva (13).

Questa delicata fase del trattamento indipendentemente dalla tecnica utilizzata (condensazione laterale, condensazione verticale, System B, Thermanfil) è condizionata da una corretta scelta ed adattamento del cono di guttaperca.



Fig. 7 - Radiografia preoperatoria di 36. Trattamento endodontico incongruo. Presenza di un frammento di strumento endodontico tra terzo medio e terzo apicale in un canale mesiale.

Fig. 7 - Pre-operative radiograph of 36. Unsuitable endodontic treatment. A fragment of endodontic instrument is visible between the median third and the apical third in a mesial canal.



Fig. 8 - Radiografia postoperatoria di 36. I forami apicali non sono stati strumentati, né è stato solo misurato il diametro.

Fig. 8 - Post-operative radiograph of 36. The apical foramina have not been instrumented, nor has the diameter been measured.

Possiamo certamente affermare che la giusta scelta del cono di guttaperca ed il suo adattamento possono condizionare l'intero risultato dell'otturazione e quindi della terapia.

Sino ad oggi questa fase preliminare ha richiesto molto tempo, sicuramente più di quello necessario per la vera e propria otturazione dei canali radicolari. Inoltre è sempre stata troppo legata alla capacità del singolo operatore. Nella "Condensazione Verticale della Guttaperca Calda" e nella più recente "Tecnica dell'Onda Continua di Condensazione" il cono di guttaperca deve, come ci hanno insegnato, soddisfare i seguenti requisiti (14) (Fig. 9):

1. il cono di guttaperca non standard deve avere una conicità simile ma inferiore a

quella della sagomatura del canale.

2. deve avere una piccola ma decisa ritenzione apicale (Tugback) a circa 0.5 mm dal termine del canale.

3. il corretto adattamento deve essere confermato mediante una radiografia di controllo e mediante la tecnica di asciugatura del canale con coni di carta.

Apprezzerò il Tugback apicale di un cono di guttaperca in un canale mesiale di un molare inferiore, magari con apice corrispondente ad una lima n° 20 o n° 25, non è facile. Ancora più difficile è essere certi che l'impiego del cono sia apicale e non solo laterale lungo le sue pareti. Se così fosse durante l'otturazione, essendo la punta del cono di guttaperca più piccola del forame apicale, avremmo sicuramente una fuoriuscita dal ca-

nale del materiale da otturazione con scarse possibilità di sigillo. Per meglio apprezzare il Tugback apicale del cono di guttaperca molti operatori ne riducono la conicità. Avere un cono di guttaperca sottodimensionato rispetto alla sagomatura significa avere meno volume di guttaperca durante la condensazione e quindi ridotta capacità di otturare l'intero sistema dei canali radicolari.

Per meglio comprendere i limiti del Tugback apicale ho chiesto a 10 colleghi di buon livello endodontico di sagomare 5 canali di denti estratti e di adattare (Tugback) un cono di guttaperca non standard al termine del canale (lunghezza di lavoro) e di inviarmi i campioni. Mediante i "verificatori di calibro apicale Maillefer" ho misurato il diametro apicale di ciascun canale e mediante il "Gauge for gutta-percha points" (Dentsply, Maillefer) (Fig. 11) il diametro apicale del corrispondente cono di guttaperca. Ne è risultato che il diametro della punta del cono era inferiore rispetto al diametro del forame apicale in 39 campioni, pari al 78%. Questa semplice indagine conferma quanto sia affidabile il rilievo tattile del Tugback apicale quale garanzia di un buon adattamento apicale del cono di guttaperca. In 31 campioni, pari al 62%, il cono di guttaperca era sottodimensionato rispetto alla sagomatura. Questo era particolarmente frequente nei canali difficili (molari, incisivi inferiori).

Per analizzare le conseguenze in fase di otturazione del sottodimensionamento del cono di guttaperca, necessario alcune volte per apprezzare il Tugback, ho condotto la seguente ricerca *in vitro*.

MATERIALI E METODI

Sono stati utilizzati 40 simulatori endodontici in resina acrilica (Endo Training-Bloc, Dentsply, Maillefer).

I canali dei simulatori sono stati strumentati con tecnica Crown-down interamente meccanica, utilizzando Profile .04 e .06 (Dentsply e Maillefer) nelle misure 15-20-25-30. La strumentazione si è completata quando un Profile .06 n° 30 ha raggiunto il termine del canale. È stato così possibile ottenere in

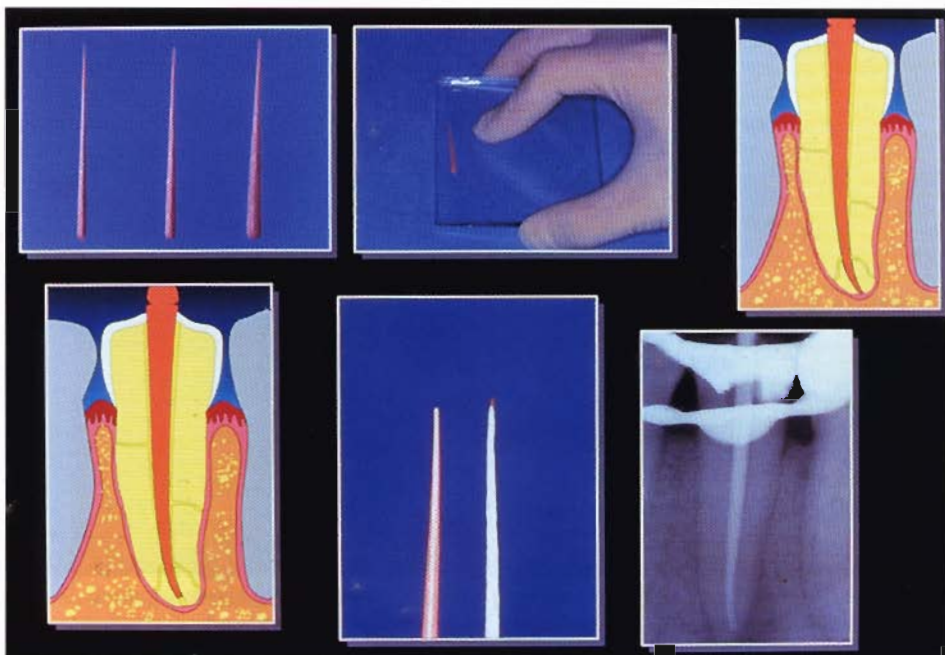


Fig. 9 - Criteri di scelta e di verifica del corretto adattamento del cono di guttaperca prima dell'otturazione.

Fig. 9 - Criteria for selecting and checking the correct fit of the gutta-percha point before obturation.



Fig. 10 - Simulatore sagomato (conicità .06) con 3 canali laterali (diametro 0,4 mm).

Fig. 10 - Shaped simulator (taper 0.6) with 3 lateral canals (diameter 0.4 mm).

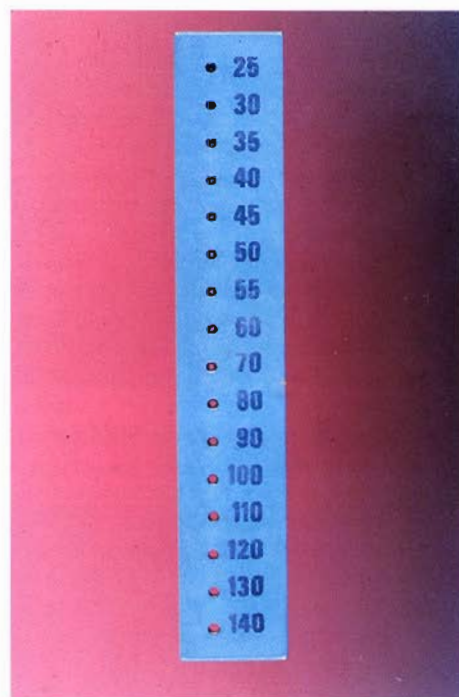


Fig. 11 - Gauge for Gutta-Percha Points (Dentsply, Maillefer).

Fig. 11 - Gauge for Gutta-Percha Points (Dentsply, Maillefer).

ciascun simulatore una sagomatura con conicità .06 perfettamente identica in ogni canale. Sono poi stati realizzati su ogni simulatore tre canali laterali utilizzando una fresa con diametro 0.4 mm.

La posizione di ciascun canale laterale è stata riprodotta esattamente su ogni simulatore (Fig. 10). I 40 campioni sono stati divisi in due gruppi A e B.

□ Nel gruppo A in ciascun canale è stato impegnato un cono di guttaperca non stan-

dard conicità .06 quindi Fine (Mynol) al termine del canale, affidandoci alla tecnica tradizionale (Tugback alla lunghezza di lavoro, controllo visivo).

■ Nel gruppo B in ciascun canale è stato impegnato un cono di guttaperca non standard conicità .08, quindi Fine-Medium (Mynol) al termine del canale nel seguente modo:

1. la punta del cono di guttaperca Fine-Medium è stata tagliata con un bisturi e cali-

brata con il Gauge for gutta-percha-points (Dentsply, Maillefer) alla misura n° 30 (Figg. 11, 12).

2. Il cono di guttaperca Fine-Medium è stato spinto con forza nel canale fino al raggiungimento della lunghezza di lavoro.

L'otturazione dei canali è stata realizzata mediante "La tecnica dell'Onda Continua di Condensazione" secondo L.S. Buchanan, utilizzando la sorgente di calore System B (Kerr, Analytic Technology) (7).

La temperatura selezionata era 200° C e la potenza 10. È stato utilizzato un plugger fine-medium. La profondità di condensazione è stata fissata mediante l'apposito stop a 5 mm dal termine del canale. Dopo aver tagliato la parte eccedente di cono a livello dell'imbocco canalare il plugger caldo è stato affondato di circa 1 mm nella guttaperca ed il calore erogato per 5 secondi. Il plugger non più riscaldato è stato in seguito spinto nella guttaperca rammollita fino a metà della profondità di condensazione. È stata poi mantenuta con il plugger una pressione apicale pari a 1,5 Kg per 10 secondi.

La sequenza operativa sopra descritta è stata esattamente ripetuta una seconda volta fino al raggiungimento della profondità massima di condensazione. Il plugger è stato poi rimosso dal canale dopo averlo riscaldato per un secondo. Non si è fatto uso di cemento endodontico. Per registrare la forza sviluppata attraverso il plugger durante l'otturazione i simulatori sono stati fissati su "un dinamometro elettronico" (T5K JJ Instruments, portata max 500 newton, cella utilizzata 100 newton, grado a errore 0,2 grammi) e poi i canali sono stati otturati (Fig. 13).

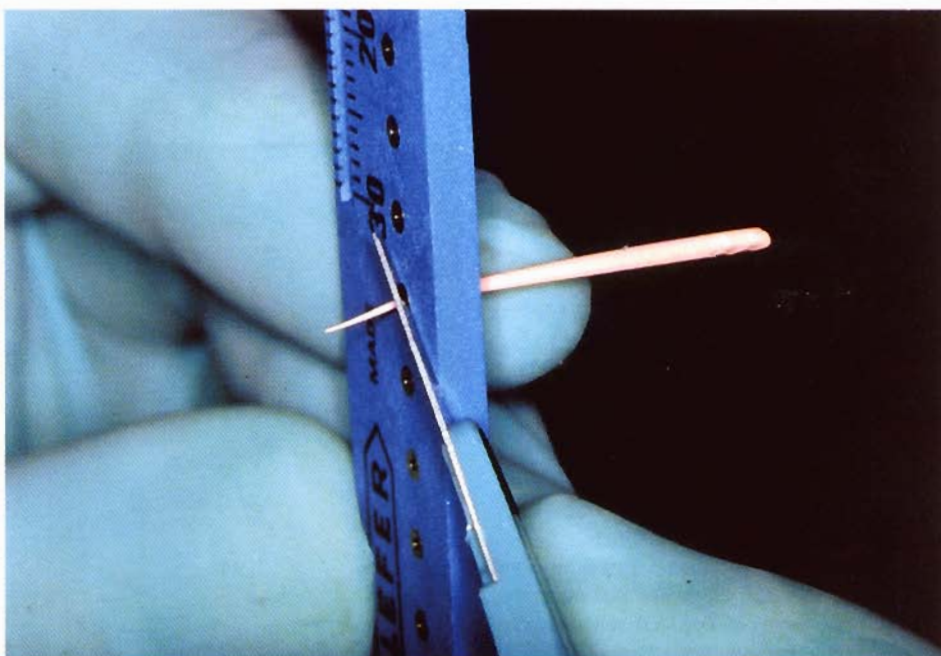


Fig. 12 - Taglio calibrato della punta del cono di guttaperca.

Fig. 12 - Calibrated cutting of the gutta-percha point.

DISCUSSIONE

È stato scelto come sistema di otturazione la tecnica dell' "Onda Continua di Condensazione" di L. S. Buchanan per avere un metodo standardizzato e non influenzato dalla manualità dell'Operatore. Anche la sequenza operativa si è discostata da quella suggerita dall'Autore per renderla esattamente riproducibile su ogni campione. I risultati dimostrano come nei 20 campioni appartenenti al gruppo B (adattamento mediante il rilevamento del diametro del forame apicale) la forza di condensazione (media 2,12 Kg) è stata circa il 30% superiore rispetto a quella registrata durante l'otturazione dei 20 campioni appartenenti al gruppo A (adattamento mediante il Tugback, forza media 1,47 Kg) (Figg. 14, 15).

Adattare un cono di guttaperca in un canale opportunamente preparato rilevandone il Tugback apicale ci obbliga talvolta a sotto-dimensionare il cono rispetto alla sagomatura. Solo così è possibile evitare che il cono troppo simile alla conicità della sagoma-

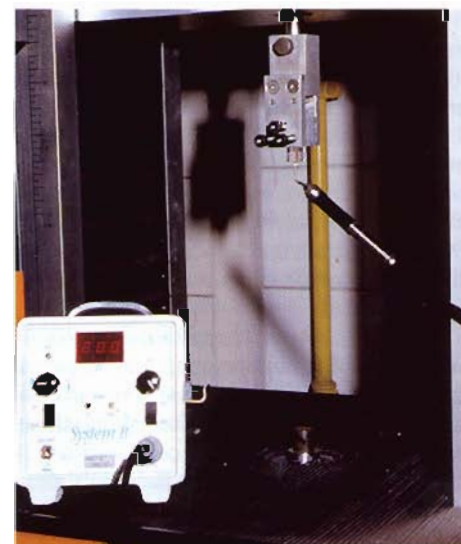


Fig. 13 - Simulatore fissato al Dinamometro Elettronico in grado di registrare la forza sviluppata attraverso il plugger durante l'otturazione con il System B.

Fig. 13 - Simulator fixed to the electronic dynamometer that can record the force developed through the plugger during obturation with System B.

RISULTATI

I risultati ottenuti sono riassunti nella tabella 2.

Risultati della Forza di Condensazione
Condensation Force Results

		Minima Kg Minimum Kg	Massima Kg Maximum Kg	Media Kg Average Kg
Gruppo A Cono Fine (Tugback)	Group A Fine Cone (Tugback)	1,31	1,62	1,47
Gruppo B Cono Fine-Medium (Diametro apicale)	Group B Fine-Medium Cone (Apical diameter)	1,90	2,25	2,12

Tab. 2 - Risultati medi della forza di condensazione nei due gruppi sperimentali.

Tab. 2 - Mean condensation force measured in the two experimental groups.

tura venga a contatto con le pareti canalari e impedisca o falsi il rilevamento del Tug-back apicale.

Durante l'otturazione in questi casi la forza di condensazione si esaurisce nel riempire con la guttaperca plastica e il cemento endodontico lo spazio vuoto tra cono di guttaperca e pareti canalari. Il materiale da otturazione spesso sembra sparire durante le prime fasi della condensazione.

Il plugger raggiunge immediatamente la massima profondità di lavoro senza avere il tempo di riscaldare correttamente la guttaperca ed iniettarla nel sistema canalare. Mediante la conoscenza del diametro del forame apicale è possibile tagliare la punta del cono di guttaperca esattamente della stessa dimensione (Gauge for gutta-percha point, Dentsply, Maillefer) e scegliere un cono che occupi completamente il volume del canale sagomato.

Il cono sarà così perfettamente adattato apicalmente ed in intimo contatto con le pareti canalari. Durante l'otturazione potremo così sfruttare la massima forza di condensazione indipendentemente dalla tecnica usata e iniettare il sistema canalare deterso dall'azione degli irriganti (Figg. 16, 17, 18, 19, 20).

Alla luce di queste considerazioni possiamo concludere che l'adattamento del cono di guttaperca mediante il rilievo del Tugback è un metodo empirico, può essere impreciso, è troppo legato all'abilità dell'operatore e diminuisce l'efficacia in alcuni casi della tecnica usata per l'otturazione. Dopo un anno di utilizzo clinico di questa tecnica che rileva esattamente il diametro del forame apicale posso affermare come questa si sia rivelata estremamente semplice e sempre affidabile.

Non ho più avuto casi di iperestensione di materiale d'otturazione e i miei tempi operativi si sono drasticamente ridotti.



Fig. 14 - Particolare di un simulatore del Gruppo A.

Fig. 14 - Detail of a simulator of Group A.

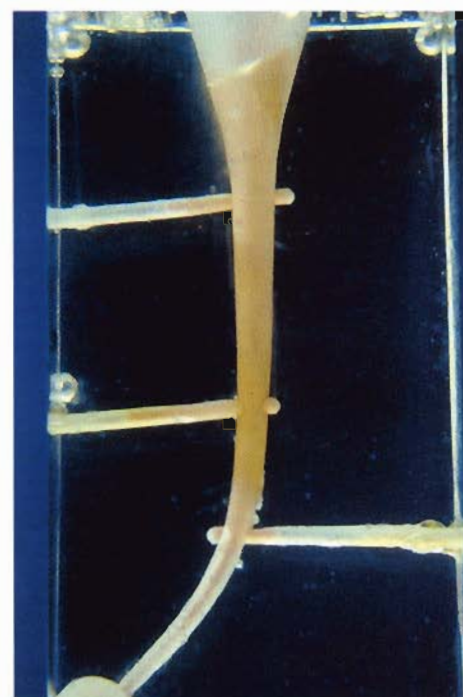


Fig. 15 - Particolare di un simulatore del Gruppo B. Si noti il miglior riempimento dei canali laterali.

Fig. 15 - Detail of a simulator of Group B. Note the improved obturation of the lateral canals.

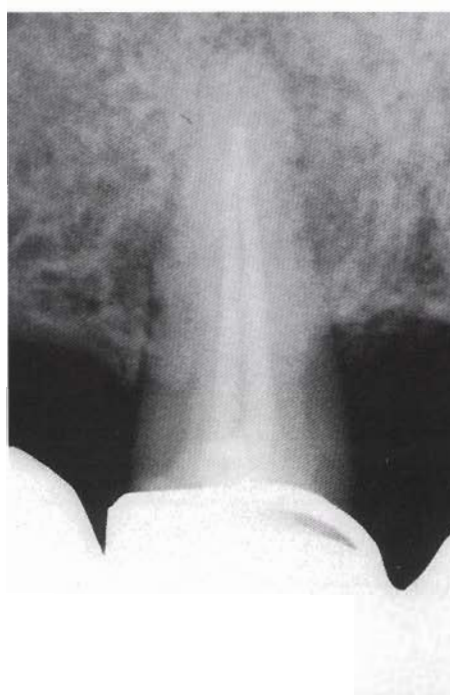


Fig. 16 - Radiografia preoperatoria di 25. I canali sono sotto-strumentati e sotto-otturati.
Fig. 16 - Pre-operative radiograph of 25. The canals are under-instrumented and under-obtured.



Fig. 17 - Radiografia postoperatoria di 25. Il sistema canalare è stato otturato tridimensionalmente. Si noti l'ottimo controllo apicale dell'otturazione.
Fig. 17 - Post-operative radiograph of 25. The canal system has been obtured three-dimensionally. Note the optimal control of obturation.

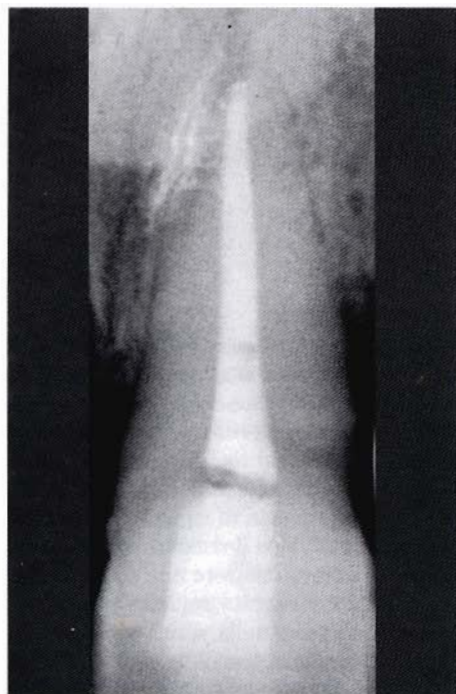


Fig. 18 - Radiografia postoperatoria di 21. Il sistema canalare è stato obturato tridimensionalmente. Nonostante l'ampiezza del forame apicale il controllo del materiale d'otturazione è ottimo.

Fig. 18 - Post-operative radiograph of 21. The canal system has been obturated three-dimensionally. Despite the large size of the apical foramen, there is optimal control of obturation material.



Fig. 19 - Radiografia preoperatoria di 46. Trattamento endodontico incongruo.

Fig. 19 - Pre-operative radiograph of 46. Unsuitable endodontic treatment.



Fig. 20 - Radiografia postoperatoria di 46. I forami apicali non sono stati strumentati, ne è stato solo misurato il diametro. Si noti il controllo apicale del materiale d'otturazione.

Fig. 20 - Post-operative radiograph of 46. The apical foramina have not been instrumented, only the diameter having been measured. Note the apical control of the obturation material.

BIBLIOGRAFIA

1. Schilder H. Cleaning and shaping the root canal (Abstract). *Dent Clin North Am* 1974; 18: 269
2. Baumgartner CJ, Cuenin PR. Efficacy of several concentrations of sodium hypochlorite for root canal irrigation. *J Endodon* 1992; 18: 605-612
3. Johnson B. New technology in endodontics. Third World Conference on Endodontics I.F.E.A., Rome, 1995
4. McSpadden J. New technology in endodontics. Third World Conference on Endodontics I.F.E.A., Rome, 1995
5. Buchanan LS. The art of endodontics: Files of Greater Taper. *Dentistry Today* 1996; 15: 42-49
6. Berutti E. Nuove metodiche di detersione e sagomatura tridimensionale per garantire il successo in Endodonzia. S.I.E., A.I.E. Congresso Nazionale, Verona 8-9 Novembre 1996
7. Buchanan LS. The continuous wave of obturation technique: 'centered' condensation of warm gutta-percha in 12 seconds. *Dentistry Today* 1996; 15: 60-67
8. Berutti E. Microchirurgia ortograde e retrograda. 18° Congresso Nazionale S.I.E., Verona 14-15 Novembre 1997
9. Ruddle CJ. Endodontic canal preparation: breakthrough cleaning and shaping strategies. *Dentistry Today* 1994; 13: 44-49
10. Ghassan M Yared, Fadia E. Bou Dagher. Apical enlargement: influence on the sealing ability of the vertical compaction technique. *J Endodon* 1994; 20: 313-314
11. Ghassan M Yared, Fadia E. Bou Dagher. Apical enlargement: influence on overextension during in vitro vertical compaction. *J Endodon* 1994; 20: 269-271
12. Mc Comb D, Smith DC. A preliminary scanning electron microscopic study of root canal after endodontics procedures. *J Endodon* 1975; 1: 238
13. Moawad E. The variability of bacteria in sealed root canal. M.S. Thesis, University of Minnesota, 1970
14. Ruddle CJ. Three-dimensional obturation: the rationale and application of warm gutta-percha with vertical condensation. In: Cohen S, Burns RC, 6th ed. *Pathways of the pulp*. St. Louis: Mosby, 1994; Chapter 9: 243-247