

\*Giacomo Cavalleri  
 \*\*Gianluca Menegazzi  
 \*\*Roberto Gerosa  
 \*\*Fiorenzo Faccioni  
 \*\*Daniele De Santis

\*Università degli Studi di Ferrara  
 Corso di Laurea in Odontoiatria  
 Direttore: Prof. Giorgio Calura  
 Cattedra di Parodontologia  
 Titolare: Prof. Giacomo Cavalleri

\*\*Clinica Odontoiatrica  
 Università degli Studi di Verona  
 Direttore: Prof. Paolo Gotte

# La misurazione elettronica dei canali radicolari

## Electronic measurement of the root canal length

### RIASSUNTO

La precisa misurazione della lunghezza del canale radicolare è indispensabile per ottenere una adeguata preparazione dello stesso ed è quindi una delle condizioni fondamentali per il successo del trattamento endodontico.

Da circa un trentennio esistono in commercio strumenti elettronici che si propongono come facili e sicuri risolutori di questo momento operativo.

Lo scopo del nostro lavoro è quello di valutare l'attendibilità clinica di tre localizzatori d'apice di recente costruzione: APIT, FORAMATRON IV, SET LOCATOR; e quindi confrontare i risultati ottenuti in rapporto alla tradizionale tecnica radiografica.

I risultati da noi ottenuti ci confermano come la terapia endodontica non può prescindere dalla valutazione radiografica, che può comunque essere supportata dalla misurazione elettronica per ottenere dei risultati più precisi nelle mani di operatori consapevoli dei limiti di questi apparecchi.

**Parole chiave:** Apparecchiature odontoiatriche. Endodonzia. Forame apicale.

### SUMMARY

An exact measurement of the length of root canals is essential to optimum preparation and therefore is a fundamental requirement for successful endodontic treatment. For almost thirty years electronic instruments have been on the market which supposedly solve this problem easily and safely.

The purpose of our study was to evaluate the reliability of three electronic instruments (Apit, Foramatron IV, Set Locator) for measuring root canals and to compare our results with traditional radiographic techniques. Our results confirm the unquestionable importance of radiographic techniques in endodontic therapy, which may be used concomitantly with electronic instruments to obtain more precise measurements to aid those operators conscious of the limitations of such devices.

**Key words:** Dental equipment. Endodontics. Apical foramen.

### INTRODUZIONE

Il problema della misurazione della lunghezza canale è stato affrontato per la prima volta nel 1860 in un articolo pubblicato su Dental Cadmos, di autore sconosciuto (1).

L'esatta determinazione di tale misura ha sempre costituito un punto cardine nella pratica endodontica quale guida alla non estensione della strumentazione nella regione periapicale, nel rispetto di quelli che sono gli obiettivi biologici (non strumentare oltre apice, non spingere materiale necrotico od altro oltre apice), e meccanicomorfolo- gici (mantenere la posizione e la struttura del forame) del trattamento canalare.

Un valore di lunghezza inesatto sarà quindi causa di una variazione dell'andamento dell'iter terapeutico e potrà condurre ad un

insuccesso del trattamento endodontico come conseguenza di una sotto o di una sovra-strumentazione.

Al fine di prevenire insuccessi terapeutici prettamente iatrogeni, da errata determinazione della lunghezza di lavoro, risulta di fondamentale importanza l'osservazione ed il rispetto dei limiti fisiologici del canale radicolare a livello della giunzione cemento-dentale che ne è il punto più ristretto.

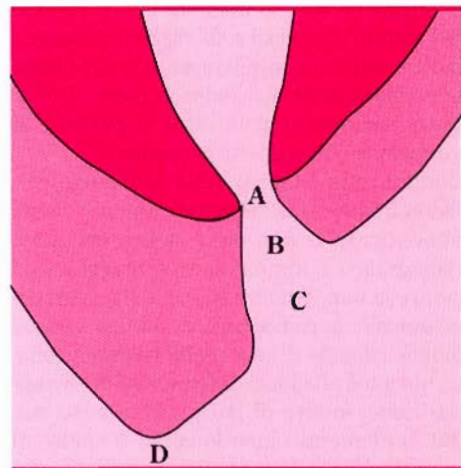
Tutti gli endodontisti sono oggi concordi nell'affermare che il sigillo apicale deve avvenire alla giunzione cemento-dentale (apice endodontico), tale limite è universalmente accettato in quanto confine fra endodonto e parodonto, come osservato da studi condotti da più autori tra i quali: Kuttler (2), Green (3), Blayney, Fisher, Orban's (4), (Fig. 1).

Uno studio condotto da Kuttler nel 1955 ha dimostrato che l'apice radiografico è situato

#### Corrispondenza:

Prof. Giacomo Cavalleri  
 37122 Verona - Via Ponte Cittadella, 3  
 Tel. e Fax 045/8010022

Cavalleri G, Menegazzi G, Gerosa R, Faccioni F, De Santis D. La misurazione elettronica dei canali radicolari. *G It Endo* 1993; 1: 13-19



**Fig. 1 - Anatomia del terzo apicale:**  
 A: costrizione apicale o apice endodontico,  
 B: canale parodontale,  
 C: forame apicale maggiore,  
 D: apice anatomico o apice radiologico.

a 0,84 mm dal forame apicale maggiore, questo a sua volta dista 0,54 mm dall'apice endodontico (giunzione cemento-dentina), per cui la distanza apice radiografico-apice endodontico risulta di 1,40 mm (5) (Fig. 2).

#### Metodi di determinazione della lunghezza canalare

L'uso del sistema radiografico è stato introdotto in Odontoiatria da Kells all'inizio della primavera del 1896 (primo radiogramma endorale), solamente quattro mesi dopo la scoperta dello stesso da parte di Roentgen e da allora, con le ovvie modifiche e miglioramenti, ha sempre costituito un valido ed insostituibile aiuto all'Odontoiatria.

La tecnica radiografica è comunque caratterizzata da una serie di problemi tra i quali possiamo ricordare: l'indaginosità, la esposizione a dosi di radiazioni che, se pur limitate, comportano la messa in atto di misure protettive per il paziente e per il personale addetto, il notevole allungamento dei tempi terapeutici e le difficoltà operative legate alla presenza della diga di gomma, il cui uso è oggi peraltro tassativo in Endodonzia.

Altre considerazioni vanno poste nei riguardi dell'aspetto psicologico del trattamento in termini di tempi terapeutici allungati, in riferimento all'introduzione nel cavo orale di strumenti spesso ingombranti, al riflesso del vomito di natura o di reazione: bisogna inoltre valutare attentamente il problema gravidanza nella possibilità o meno di eseguire radiogrammi durante il periodo di gestazione o di sospetta gestazione.

Continuando l'analisi delle problematiche inerenti la tecnica radiografica non bisogna dimenticare la non congruenza fra apice radiografico e forame apicale maggiore ed inoltre la non visualizzazione della costrizione apicale: la radiografia ci dà una visione bidimensionale di una realtà tridimensionale; questo è alla base di fenomeni di sovrapposizione, motivo di indaginosità nello studio di elementi pluriradicolari o anche di monoradicolari in stretto rapporto con entità anatomiche quali il seno mascellare o il processo zigomatico.

Particolare attenzione va posta ai canali curvi; infatti la curvatura radicolare lontano dal raggio centrale può essere responsabile

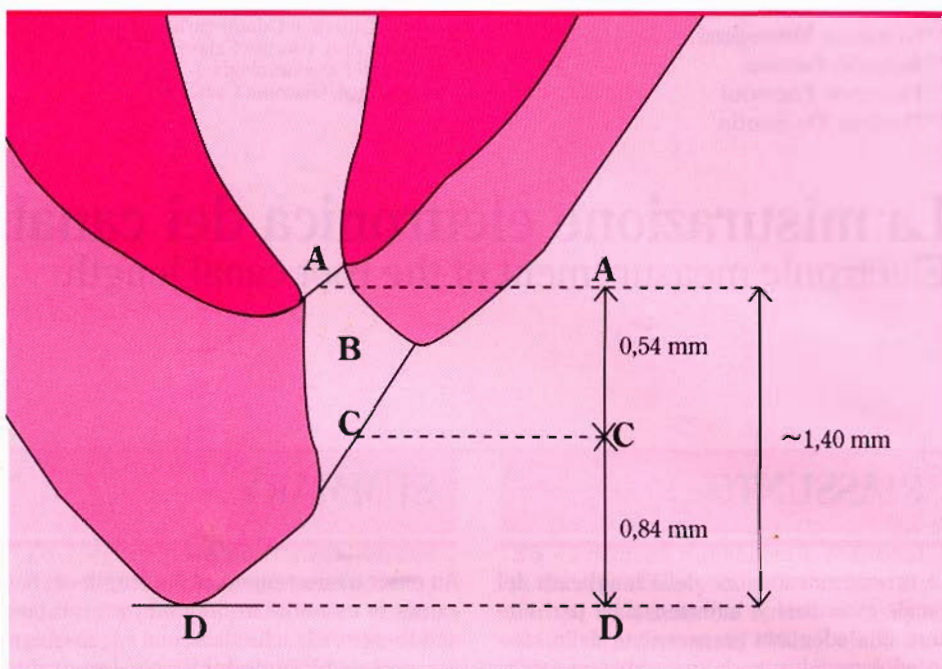


Fig. 2 - Distanza media apice radiografico-apice endodontico: A: apice endodontico, B: canale parodontale, C: forame apicale maggiore, D: apice anatomico o radiografico.

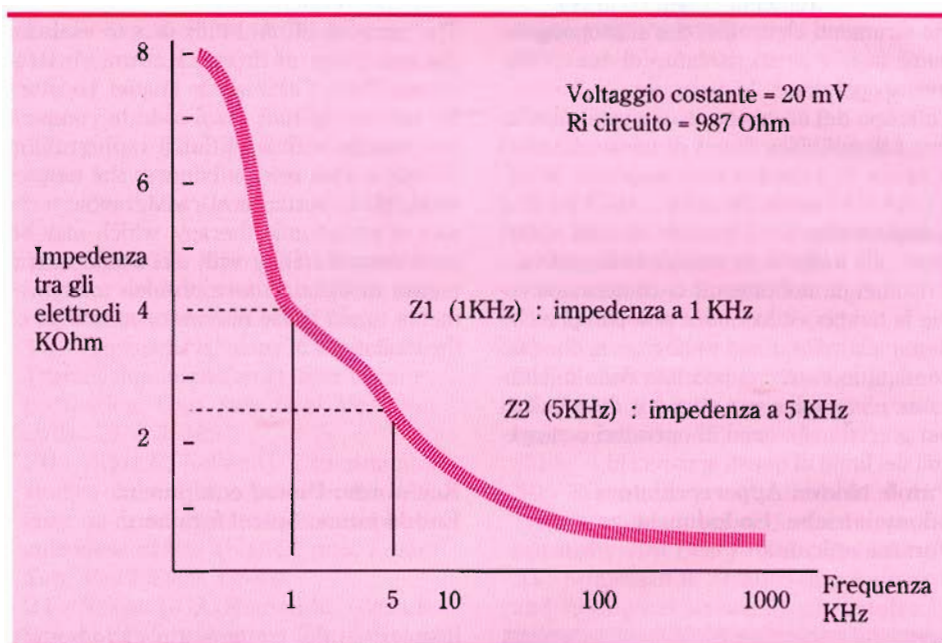


Fig. 3 - Impedenza dipendente dalla frequenza alla costrizione.

di allungamenti o raccorciamenti dell'elemento dentario, inoltre radici con curvature vestibolari o linguali costituiscono un problema perché la lima di visualizzazione può essere estesa di 1 mm o più oltre apice e tuttavia apparire in radiografia corta; condizione identica si verifica quando il forame è vestibolare o linguale, ma comunque corto rispetto all'apice radiologico.

Prendendo in considerazione la tecnica elettronica, possiamo affermare che l'endometria ha circa la stessa età della misurazione radiografica: fu infatti L. Custer nel 1918 (Exact methods of locating the apical foramen. J Am Dent Assoc 5.815) il primo a descrivere la misurazione elettrica della lunghezza durante la cura degli elementi dentari (6).

I localizzatori d'apice sono strumenti in grado di valutare la fine dell'endodonto e l'inizio del canale parodontale evidenziando la struttura che ne delimita il confine, cioè la costrizione apicale.

Suzuki K. (7) e Sunada M. (8), per primi si resero conto che, quando la punta di uno strumento endodontico raggiungeva il tessuto periodontale attraverso il canale radicolare, la resistenza elettrica tra il reamer e la mucosa orale registrava sempre lo stesso valore di 6,5 Kohm (con una intensità di corrente di 40 microA) indipendentemente dall'età del paziente, dalla forma del dente e dal diametro canalare.

Con il passare degli anni questi strumenti (pur derivando concettualmente da quello di Sunada) sono stati perfezionati, sono stati



aggiunti stabilizzatori di voltaggio, sistemi di segnalazione audiovisivi, amplificatori per migliorare la precisione delle misurazioni (9-10-11).

Nonostante i miglioramenti introdotti sussistono ancora alcuni problemi:

1. Spessore del file usato: in tutti i modelli che usano basse frequenze c'è la tendenza a dare misure errate in eccesso quando si è costretti ad usare files di piccolo calibro (< n° 15); questo si verifica poiché, per il fenomeno della resistenza da contatto, non c'è sufficiente flusso elettronico anche quando il file protrude oltre apice.

2. Canale umido: la presenza di tessuto necrotico, pus, sangue, soluzioni fisiologiche ed irriganti canalari quali ipoclorito di sodio o perossido d'idrogeno impediscono l'esatta misurazione della lunghezza di lavoro provocando variazioni considerevoli sulla conduzione elettrica nel canale radicolare.

Anche la presenza di fenomeni di riassorbimento radicolare o l'assenza di un fisiologico restringimento apicale può influenzare la conduzione elettrica all'interno del canale ed alterare, quindi, il risultato finale (12).

Per ovviare a questi problemi sono stati messi a punto negli ultimi anni apparecchi a doppia frequenza, che si basano sul principio del valore relativo dell'impedenza.

Quando un tessuto è attraversato da corrente alternata questo pone un'impedenza  $Z$  misurata in Ohm; l'impedenza rappresenta la resistenza elettrica della corrente continua ( $V=RxI$ ) nella corrente alternata ( $V=ZxI$ ). Il valore di impedenza varia quindi con il variare della frequenza: questo è alla base del funzionamento dell'APIT, che utilizza appunto il principio della variazione relativa dell'impedenza in funzione della frequenza (13-14) (Fig. 3).

Prendendo in considerazione il punto coronale di misura ed applicando una doppia frequenza, una da 1 KHz ed una da 5 KHz, otterremo due valori di impedenza.

Questi valori, assoluti, variano in funzione delle caratteristiche elettro-chimiche del contenuto canalare.

Considerando invece due punti, aggiungendo cioè al punto coronale la costrizione apicale, e i valori di impedenza assoluti ad esso appartenenti e facendo la differenza dei valori assoluti dei due punti in modo separa-

to e poi ancora la differenza dei risultati, si ottiene il valore indicante la differenza di impedenza in funzione della frequenza tra i due punti esaminati; tale valore è definito relativo (Fig. 4).

Il riconoscimento apicale non sarà influenzato quindi in questo sistema dalla presenza di liquidi o dal contenuto canalare, ma bensì in funzione delle caratteristiche del medesimo che ne permettono appunto l'identificazione in quanto punto di termine di questo contenuto: indipendentemente quindi dalle caratteristiche elettriche della costrizione o del legamento.

## MATERIALI E METODI

Si sono presi in considerazione tre tipi di misuratori apicali per confrontare, *in vivo*,

la loro attendibilità di misurazione, in varie situazioni cliniche, rispetto alla tradizionale tecnica radiografica.

Il controllo della precisione della misurazione elettronica con la radiografia potrebbe suscitare qualche perplessità sulla validità dell'elemento di confronto, visto che è stato chiaramente dimostrato da vari autori come questa tecnica può andare incontro ad errori grossolani causa la distorsione della proiezione e la rappresentazione bidimensionale che fornisce un quadro limitato della reale situazione anatomica: risultati più attendibili si potrebbero ottenere dopo estrazione dell'elemento misurato ed esatta valutazione della punta dello strumento a livello del forame apicale.

Questo però esula dallo scopo della nostra ricerca che è quello di valutare la reale affidabilità di questi strumenti applicata alla realtà clinica quotidiana; quindi faremo rife-

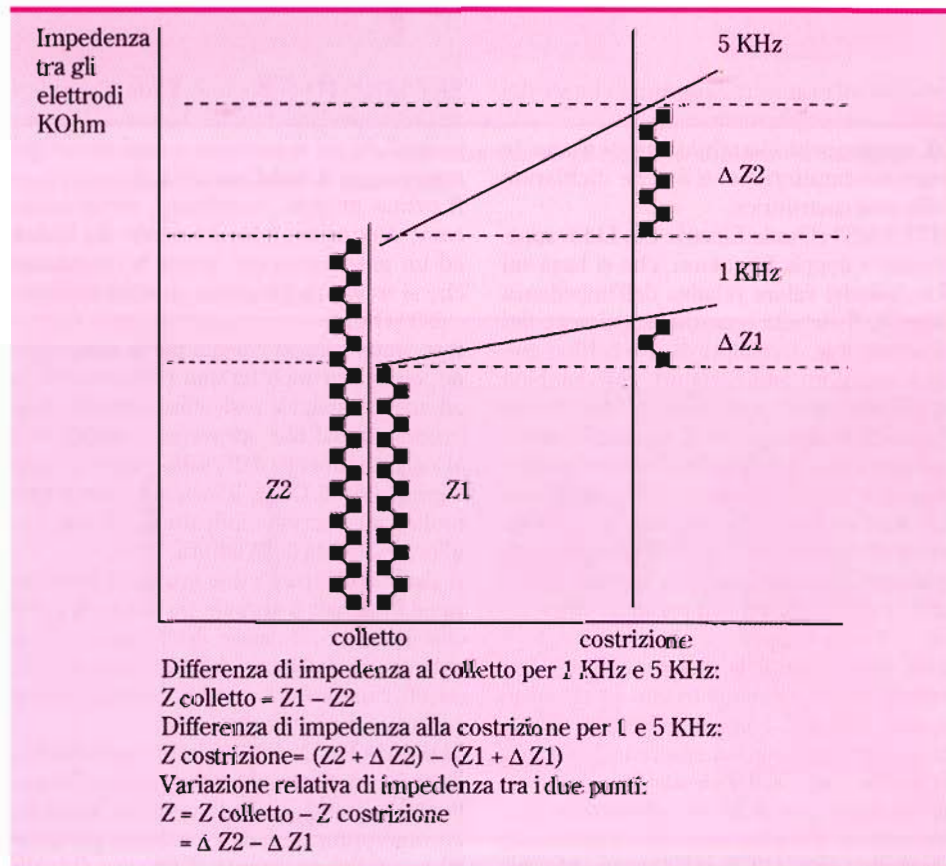


Fig. 4 - Metodo del valore relativo.

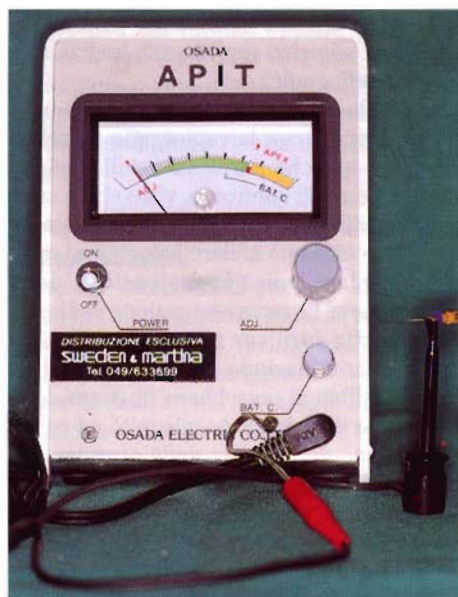


Fig. 5

rimento all'esame radiografico consci dei limiti che esso presenta.

Gli apparecchi esaminati presentano le seguenti caratteristiche fisiche dichiarate dalla casa costruttrice.

APIT EMS3 (Osada Electric Co. Ltd.): apparecchio a doppia frequenza, che si basa sul principio del valore relativo dell'impedenza (Fig. 5). Il circuito è costituito dai seguenti elementi: due oscillatori da 1 e 5 KHz; due attenuatori; un addizionatore che combina in un'unica onda composta le due forme d'onda di tensione diversa; un amplificatore che aumenta di 100 volte l'onda efferente generata dalla variazione dell'impedenza; due filtri di banda che estraggono le onde sinusoidali di tensione di 1 e 5 KHz; due radrizzatori per trasformare la corrente alternata in continua; un comparatore che confronta i valori ottenuti.

Dalle indicazioni della casa produttrice, l'attendibilità dello strumento non è influenzata dalla presenza di liquidi all'interno del canale, lo strumento deve essere tarato prima della misurazione del canale; bisogna inoltre ricordare che al valore millimetrico corrispondente alla posizione della costrizione, contrassegnata APEX nell'apparecchio, bisognerà sottrarre 0,5 mm.



Fig. 6

SET LOCATOR (Società Endo Technic): usa uno speciale circuito chiamato "Weston bridge", in cui si mettono a confronto differenti gruppi di resistenze (Fig. 6).

Il primo gruppo, codificato, viene usato come riferimento (cioè il contatto tra labbro ed un potenziometro indica la resistenza che si trova alla giunzione dentina-cemento = 6800 Ohm).

Il secondo gruppo è usato per la misurazione: questo gruppo ha una resistenza fissa ed una variabile; la resistenza variabile, rappresentata dal file, attraversa il canale fino al raggiungimento dell'esatto valore di resistenza = 6200 Ohm; il sistema comprende inoltre un microamplificatore per una migliore esattezza della lettura.

Il sistema compara i due gruppi di resistenza ed evidenzia il segnale sia con un led che con un suono. Il canale deve essere depulpatato prima dell'inizio della misurazione, le pareti canalari e camerali devono essere asciugate correttamente.

FORAMATRON IV (Parkell): apparecchio digitale ed elettronico che misura l'impedenza intraorale, usando corrente alternata (12 microAmpère), ed è calibrato per localizzare accuratamente il forame apicale (Fig. 7).

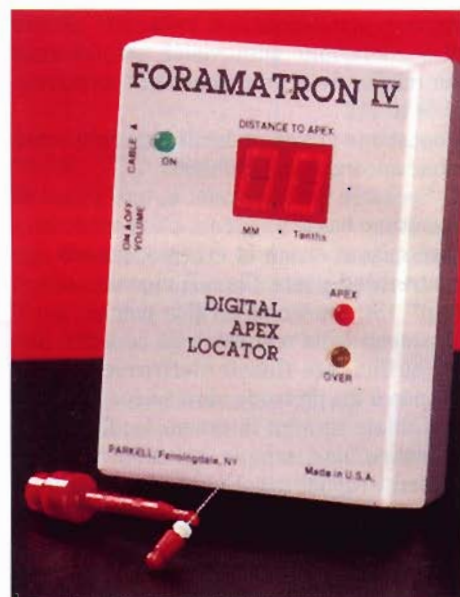


Fig. 7

Possiede un circuito integrato, misura automaticamente il flusso di corrente tra gli elettrodi, calcola l'impedenza tra strumento e mucosa, usa appunto l'impedenza per comparare la distanza tra punta dello strumento e costrizione ed esprime la distanza dalla stessa in decimi di mm. Con i suoi tre metodi di segnalazione (sonoro, LED, display digitale) conferma la distanza dello strumento canalare dall'apice anatomico con una approssimazione di 0,05 mm (15). Dalle indicazioni della casa produttrice l'attendibilità dello strumento non è influenzata dalla presenza di liquidi all'interno del canale.

Sono stati presi in esame n° 80 canali in denti privi di otturazioni o corone metalliche per evitare possibili elementi di disturbo, abbiamo inoltre evitato di includere nella nostra ricerca i denti che presentavano apice immaturo, canali stenotici, fratture radicolari in quanto situazioni che avrebbero potuto influenzare l'esatta misurazione canalare.

Dopo aver effettuato l'anestesia, quando necessaria, si è isolato il dente interessato dal resto del cavo orale con l'apposizione della diga di gomma. È stata creata la cavità di accesso alla camera pulpare; si sono eseguiti pulpectomia, lavaggi con soluzione



irrigante (ipoclorito di sodio al 2,5%) per poter eseguire una prima misurazione con i tre apparecchi.

Ogni canale è stato misurato, dallo stesso operatore, con tutti e tre gli strumenti; è stata quindi eseguita la radiografia di controllo che ci ha permesso la comparazione con la misura elettronica.

Abbiamo considerato come punto di riferimento "zero" l'apice endodontico definendo questo alla distanza di 1 mm dall'apice radiografico (Fig. 8).

Si è passati, quindi, dopo aver eseguito parziale alesatura, ad una seconda misurazione ripetuta con tutti e tre gli apparecchi, sempre dallo stesso operatore.

## RISULTATI

L'insieme dei risultati è stato raggruppato in tre intervalli di misura:

■  $\pm 1$  mm rispetto la costrizione apicale (range  $\pm 1$ )

> +1 mm rispetto la costrizione apicale (misura lunga)

< -1 mm rispetto la costrizione apicale (misura corta).

I risultati ottenuti dopo la prima misurazione sono decisamente accettabili per l'Apit, meno confortanti per Set Locator e Foramatron IV (Tab. 1).

Nella Fig. 9 si può notare il range di oscillazione delle misurazioni, in rapporto alla misura radiografica, con evidenziato il valore medio di accuratezza.

I risultati ottenuti dopo la seconda misurazione hanno dimostrato un miglioramento per quanto riguarda il Set Locator ed il Foramatron, mentre rimangono pressoché inalterati quelli ottenuti con l'Apit (Tab. 2). Nella Fig. 10 si può notare il range di oscillazione delle misurazioni, in rapporto alla misura radiografica, con evidenziato il valore medio di accuratezza.

Nell'ambito dell'intervallo di misura idoneo alla determinazione della lunghezza di lavoro (range  $\pm 1$ ), si sono raggruppati i valori ottenuti in tre gruppi: misure comprese tra 0 e -1, tra 0 e +1 ed infine coincidenti con la costrizione apicale (Tab. 3).

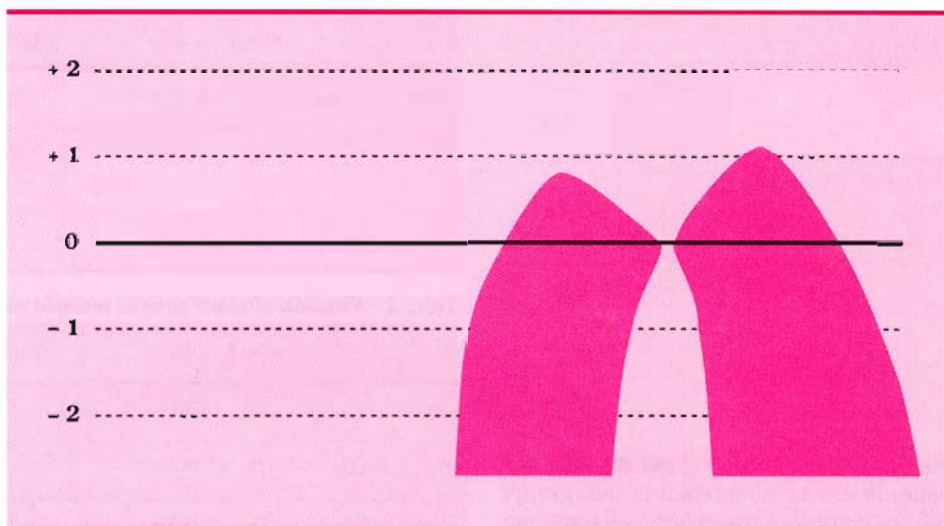


Fig. 8 - Punto "zero" = apice endodontico, considerato ad 1 mm dall'apice radiografico.

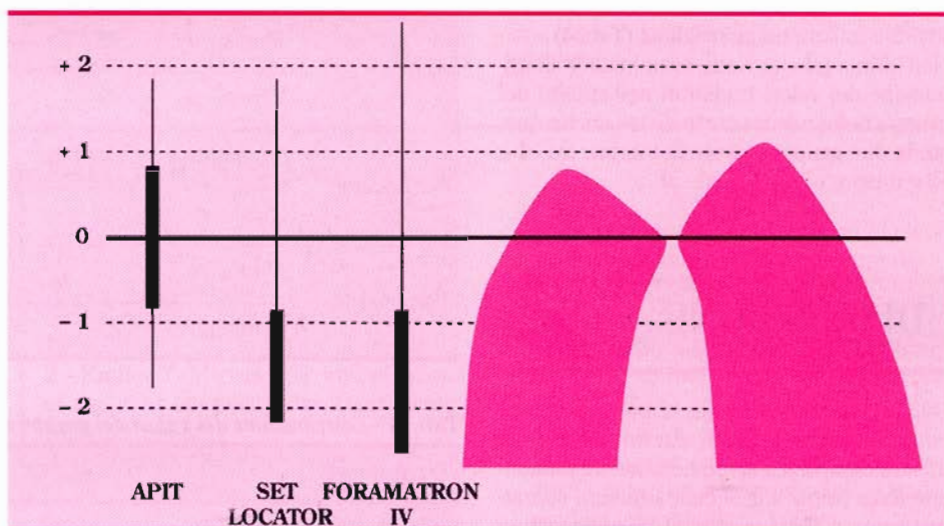


Fig. 9 - Range di oscillazione della prima misurazione in rapporto alla misura radiografica. Sono evidenziati i valori medi di accuratezza.

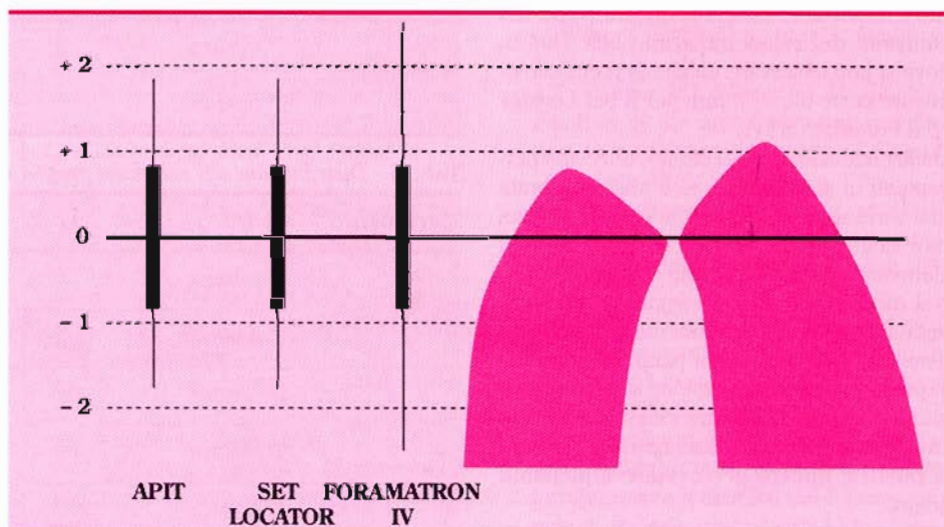


Fig. 10 - Range di oscillazione della seconda misurazione in rapporto alla misura radiografica. Sono evidenziati i valori medi di accuratezza.



Tab. 1 - Risultati ottenuti dopo la prima misurazione.

	=/- 1	%	Long	%	Short	%	TOT
Apit	73	91,25	2	2,50	5	6,25	80
Set Locator	12	15,00	2	2,50	66	82,50	80
Foramatron	22	27,50	4	5,00	54	67,50	80

Tab. 2 - Risultati ottenuti dopo la seconda misurazione.

	=/- 1	%	Long	%	Short	%	TOT
Apit	76	95,00	1	1,25	3	3,75	80
Set Locator	72	90,00	1	1,25	7	8,75	80
Foramatron	75	93,75	0	0,00	5	6,25	80

Nell'ambito del gruppo di misure lunghe si sono divisi i valori ottenuti in due gruppi: misure comprese tra +1/+2 e misure maggiori di +2 (Tab. 4).

Nell'ultima tabella viene esaminata la distribuzione dei valori registrati nell'ambito del gruppo delle misure corte divise anche queste in due gruppi: misure comprese tra +1/+2 e misure maggiori di +2 (Tab. 4).

Nell'ultima tabella viene esaminata la distribuzione dei valori registrati nell'ambito del gruppo delle misure corte divise anche queste in due gruppi: misure comprese tra -1 e -2 e misure oltre -2 (Tab. 5).

Tab. 3 - Distribuzione delle misure del range +/- 1.

Strumento		0/-1	0	0/+1	TOT
Apit	1ª misura	46	12	15	73
	2ª misura	49	12	15	76
Set Locator	1ª misura	5	4	3	12
	2ª misura	30	25	17	72
Foramatron	1ª misura	8	7	7	22
	2ª misura	28	21	26	75

## DISCUSSIONE

Dall'analisi delle tabelle si può osservare come le percentuali di attendibilità della misura elettronica siano nettamente aumentate dalla prima alla seconda misura soprattutto per il Set Locator (15% nella prima misura e 90% nella seconda) ed il Foramatron IV (27,50% nella prima e 93,75% nella seconda).

Costante invece l'ottimo risultato dell'Apit che si è dimostrato attendibile nel 93,12% delle misurazioni.

Altra importante osservazione va posta nei confronti dei valori mostrati nella Tab. 5, dove si può osservare un'alta percentuale di misure corte oltre i 2 mm per il Set Locator ed il Foramatron IV.

Dalla conduzione dello studio, oltre alle percentuali di attendibilità, si è anche ricavata una serie di accorgimenti necessari a superare alcune problematiche legate al metodo elettronico di localizzazione apicale.

Nel momento in cui si esegue la misura è bene fare avanzare lentamente la lima mantenendo il suo asse il più parallelo possibile a quello del lume canale ed una volta raggiunto il segnale di costrizione abbassare lo stop, estrarre la lima, asciugarla e ripetere la misura; questo per ovviare a possibili errori.

Inoltre, se durante la misurazione le dimensioni della lima non sembrano adeguate alla dimensione del canale la si deve sostituire

Tab. 4 - Distribuzione dei valori del gruppo misure lunghe.

Strumento		+1/+2	> +2	TOT
Apit	1ª misura	2	0	2
	2ª misura	1	0	1
Set Locator	1ª misura	2	0	2
	2ª misura	1	0	1
Foramatron	1ª misura	3	1	4
	2ª misura	0	0	0

Tab. 5 - Distribuzione dei valori del gruppo misure corte.

Strumento		-1/-2	> -2	TOT
Apit	1ª misura	5	0	5
	2ª misura	3	0	3
Set Locator	1ª misura	46	20	66
	2ª misura	5	2	7
Foramatron	1ª misura	38	16	54
	2ª misura	3	2	5

in modo da evitare che non si raggiunga la costrizione oppure la si raggiunga senza però essere in sufficiente contatto con essa. In caso di denti pluriradicolati è consigliabile procedere con le misurazioni canalari in senso orario od antiorario, a preferenza, purché l'andamento sia una costante dell'operatore, in modo quindi da evitare possibili errori di registrazione ed accelerare i tempi operativi.

L'uso dei guanti di gomma è tassativo per evitare di alterare il circuito elettrico con il proprio potenziale.

Per concludere, un altro importante accorgimento è quello di effettuare un'ulteriore misurazione alla fine della preparazione canalare per valutare eventuali variazioni in difetto della lunghezza del canale.

L'uso degli strumenti elettronici nella pratica clinica permette di eliminare alcune problematiche legate al sistema radiografico, quali:

- rischi di errore legati alla tecnica radiografica intesi sia come esecuzione, come lettura, che come limiti oggettivi del metodo;
- possibilità di intervento in donne gravide e su pazienti che non possono essere sottoposti a radiazioni;
- identificazione della costrizione e non dell'apice radiografico;
- riduzione dell'esposizione del paziente alle radiazioni.

Sulla base del principio di funzionamento, questi apparecchi possono essere inoltre utilizzati per la ricerca di perforazioni della camera pulpale o canalare, permettendo quindi di effettuare una diagnosi sicura di una patologia che spesso presenta notevoli problemi di identificazione (16-17).

## CONCLUSIONI

L'analisi dei risultati ci dimostra come la presenza di liquidi nel canale radicolare (sangue, saliva, ipoclorito di sodio, ecc.) rende l'uso di due di questi strumenti completamente inutile, addirittura deviante dalla reale lunghezza del canale, nonostante le case produttrici dichiarino un buon funzionamento anche in queste condizioni. L'Apit al contrario dà un'alta percentuale di

buoni risultati anche in presenza di frustoli pulpari, sangue, liquidi, ecc.; questi si possono attribuire alle particolari caratteristiche fisiche che lo distinguono dagli altri due.

È inoltre doveroso puntualizzare che la conoscenza dei limiti da parte dell'operatore può rendere queste macchine attendibili.

Il confronto infatti tra le due tabelle dimostra come dopo solo una parziale alesatura i

dati ottenuti cambiano radicalmente.

In accordo con altri autori (18-19), possiamo quindi considerare i misuratori elettronici perlomeno coadiuvanti nella tecnica classica mediante radiologia allo scopo di ridurre il numero dei radiogrammi, di accelerare i tempi operativi ed anche di migliorare la percentuale di successo derivante da una più accurata precisione della lunghezza canalare.

## BIBLIOGRAFIA

- 1 - Author Unknow. Filling nerve cavities. *Dent Cadmos* 1860; 2: 620. Cited in Green HG. Endometric endodontics. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1964; 18: 667-680
- 2 - Kuttler Y. Microscopic investigation of the root apices. *J Am Dent Assoc* 1955; 50: 544-52
- 3 - Green D. Stereomicroscopic study of 700 root apices of maxillary and mandibular posterior teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1960; 13 (16): 728-733
- 4 - Inoue N, Skinner DH. A simple and accurate way of measuring root canal length. *J Endod* 1985; 11: 421-427
- 5 - Iacobelli L, Iacovelli R, Sodano A, Ferraro M. La lunghezza radiologica di lavoro in Endodonzia. *Dent Mod* 1988; 10: 2257-61
- 6 - Suchde RV, Talin ST. Electronic ohmmeter. An electronic device for the determination of the root canal length. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1977; 43: 141-50
- 7 - Suzuki K. Experimental study on ionophoresis. *J Jap Stomatol* 1942; 16: 411-420
- 8 - Sunada M. New method for measuring length of root canal. *J Dent Res* 1962; 41: 2: 375-387
- 9 - Lizi Huang. An experimental study of the principle of electronic root canal measurement. *J Endod* 1987; 13: 60-64
- 10 - Sebbag A, Piccard B. Mesure électronique de la longueur des canaux. *Rev F Endod* 1984; 3: 19-39
- 11 - Nahmias Y, Aurelio J, Gerstein H.

An *in vitro* model for evaluation of electronic root canal length measuring devices. *J Endod* 1987; 13: 209-14

12 - Filicori R, Bonora F, Dondi G. Dall'orologio. La misurazione elettronica dei canali radicolari. *Min Stom* 1982; 31: 327-38

13 - Yamaoka, Yamashita Y, Saito T. Electrical root canal measuring instruments based on a new principle. Osada product information n° 6/89

14 - Matsumoto M, Itsumi I. Vital point in the use of the APIT. Osada product information n° 17/89

15 - Gendusa N. How to locate an apex in 10 seconds. Parkell products, January 1991

16 - Sharp M. How electronic apex locators work. Parkell products, January 1991

17 - Palmer MJ, Weine FS, Healey HJ. Position of the apical foramen in relation to endodontic therapy. *J Canad Dent Assoc* 1971; 8: 305-8

18 - Nahmias Y, Aurelio J, Gerstein. Expanded use of the electronic canal measuring devices. *J Endod* 1984; 10: 164-7

19 - Bruno E et al. Valutazione clinica di un nuovo misuratore elettronico della lunghezza di lavoro. *Dent Mod* 1992; 6: 1230-35

20 - Castellucci A, Falchetta M, Becciani R. Affidabilità *in vitro* di un nuovo localizzatore elettronico del forame apicale. *G It Endo* 1992; 3: 109-119