

* Emilio Roggero
 ** Roberto Gerosa
 *** Paola Zuccolotto

* Libero professionista - Verona
 ** Università degli Studi di Verona,
 Clinica Odontoiatrica.
 Cattedra di Odontoiatria Conservatrice
 Titolare: Prof. Giacomo Cavalleri
 *** Università degli Studi di Brescia,
 Dipartimento di Metodi Quantitativi.
 Ricercatore in Statistica Metodologica.

Corrispondenza:
 Dott. Emilio Roggero
 Via Prato Santo, 4 - Verona
 Tel. 045.8342136 - Fax 045.8302967
 E-mail: roger@inet.it

Valutazione del diametro del forame apicale in molari estratti per cause parodontali

Determining the diameter of the apical foramen in molars extracted due to periodontal causes

RIASSUNTO

Nel progettare la sagomatura di un canale è di fondamentale importanza la dimensione e la forma del forame apicale. Pertanto il nostro lavoro ha valutato le dimensioni dei forami apicali di 80 molari. Si è provveduto ad eseguire il cateterismo dei forami con strumenti endodontici di diametro noto (Lightspeed) per via retrograda. Sui dati raccolti sono stati calcolati alcuni indici statistici di sintesi: media e deviazione standard, mediana.

La forma del totale dei forami analizzati risulta rotondeggiante per il 70%, ovalare per il 23% e irregolare per il 7%. Le percentuali più basse di forami rotondeggianti si sono riscontrate nei canali palatini superiori (62%), nei distali inferiori (62%) e nei mesiali inferiori con forame unico (39%).

L'analisi dei dati raccolti rivela che l'anatomia del forame apicale comporta difficoltà di preparazione dovute anche alla sua dimensione e alla sua forma. Pertanto non vi è al momento un unico tipo di strumento adatto alla preparazione di tutte le varietà di canali. È necessario quindi che l'operatore sappia utilizzare più tipi di strumenti, spesso in combinazione tra loro.

La scelta della tecnica è affidata all'operatore in base alla diagnosi iniziale del caso, all'analisi radiografica dell'anatomia, alle conoscenze statistiche sulla forma e dimensione dei canali ed è auspicabile il supporto di un metodo clinico per la determinazione del diametro del forame.

Parole chiave:

Canale radicolare. Forame apicale.

Strumenti endodontici.

ABSTRACT

Introduction

When determining the shape of a root canal, it is of the utmost importance to have an accurate understanding of its anatomy and to know the working length, size (1-8) and shape (4-8) of the apical foramen. In fact, the ever more popular nickel-titanium rotary instruments enable the dentist to perform preparations with pre-determined tapering and even smoother rounding (16-20) of the canals. Therefore, it is important that the dimensions of the instrument tip be suitable for the dimensions of the initial part of the foramen in order to obtain complete mechanical removal of the canal contents in its extreme portion. Our study was geared toward an assessment of the sizes of apical foramens, especially those in molars.

Materials and methods

We studied enlargements (from x3 up to x64) of 40 first and second lower molars and 40 first and second upper molars that had been extracted due to periodontal causes and which showed no signs of external resorption. The apexes were cleansed with gauze dipped in hypochlorite to remove any organic residue, then soaked in a 5% solution of sodium hypochlorite and preserved in 10% formaldehyde. Any foramen found to be fractured, resorbed or immature was excluded from our study.

Once the main foramen(s) were found for each canal, we classified them and recorded their shape as round, oval or irregular (if the greatest diameter was greater than or equal to double the smallest diameter) (4-8). We then proceeded to do a retrograde catheterization on the foramens using endodontic instruments of which the diameter is known (Lightspeed) (13).

Results

We compiled three statistical indices based on our results: average (A), standard deviation (σ) and median (Me). The figures below are expressed in hundredths of milli-

meters and appear in the same order for each canal we studied.

Upper molars: single foramen in the mesial root (single MV-MF) A=24.525, (σ =4.6138 and Me=23.75; mesio-vestibular/facial (MV-MF) 22.3864, 5.3554 and 20; mesio-palatal/facial 2 (MP-MF2) 21.3333, 2.5604 and 20; distal (D) 23.1875, 4.8730 and 21.25; palatal (P) 27.6136, 6.8040 and 27.5.

Lower molars: single mesial foramen (M-single) 30.139, 7.1430 and 28.75; mesio-lingual (ML) 22.5, 4.8038 and 20; mesio-vestibular (MV) 24.6429, 4.6153 and 25; and distal (D) 28.0469, 7.5709 and 26.25.

Our results showed that 70% of the foramens analyzed were round, 23% were oval and 7% were irregular in shape. The fewest round foramens were found in the upper palatal canals (62%), in the lower distal canals (62%) and in the lower mesial canals with a single foramen (39%).

Conclusions

We compared the figures obtained from our measures with those reported in the literature (1-9) and concluded that our results were compatible with those of previous studies even though we used different methods. Considering that:

- we assessed only the mechanical performance of instruments;
 - the contents of the apical portion of the root were removed exclusively by mechanical means;
 - the chemical action of the irrigation solutions was not taken into consideration;
 - the measurements were done only on teeth which had been extracted because of periodontal problems,
- the distribution of the diameters reveals important statistical indications as to what the minimum diameter of the endodontic instruments used should be.

In fact, the rotary instrument used to prepare the apical foramen should have a diameter either equal to or preferably slightly greater than the foramen itself. This way the mechanical instrument will be able to remove the contents of the main canal completely. In fact, numerous studies have shown that rotary instruments create round-

Roggero F., Gerosa R., Zuccolotto P. Valutazione del diametro del forame apicale in molari estratti per cause parodontali. *G It Endo* 2001; 2: 72 - 80

ded sections well-centered in straight or slightly curved canals (16-20). In one of our previous studies (14) on very bent canals in resin blocks, we showed that shaping the canals with rotary instruments in the apical portion of the same canals tended to be centrifugal.

We can deduct that if a rotary instrument with a diameter in D0 inferior to that of the foramen is used, then that instrument will prepare mostly the external walls of a canal curve and the inner ones will not be properly prepared. In conclusion, we, as well as other authors (9), found that a significant number of foramens and tips of canals were oval in shape and that there were great differences between the greatest and smallest diameters of the section (9). Because the use of rotary instruments alone tends to create a rounded shape in canals, we feel that they are inadequate for a complete mechanical cleansing of oval-shaped canals. On the other hand, oval canals can be shaped and their contents entirely removed by mechanical means as long as rotary instruments with a D0 at least equal to the greatest diameter of the canal are used.

The anatomy of an apical foramen can create difficulties during preparation depending on its size and shape. Large, round foramens require preparation with rotary instruments of similar size. Oval or irregular foramens especially require a combination use of rotary instruments and traditional K-files used in a manual drilling fashion.

At the moment there is no single instrument suitable for preparing a variety of canals. Therefore, the dentist needs to know how to use various types of instruments, often in a combination technique. The choice is up to the dentist, who must decide which instrument to use based on an initial diagnosis of the case, a radiographic study of the anatomy, a knowledge of the statistics concerning size and shape of root canals; and it is advisable that the practitioner rely on clinical methods for determining the diameter of the foramen.

Key words:

Root canal. Apical foramen.
Endodontic instruments

INTRODUZIONE

Nel progettare la sagomatura di un canale sono di fondamentale importanza l'analisi della sua forma anatomica, l'individuazione della esatta lunghezza di lavoro e anche della dimensione e della forma del forame apicale. Infatti un impiego sempre maggiore di strumenti canalari rotanti in Ni-Ti consente di ottenere preparazioni di conicità predefinita e di sezione rotondeggiante (16-20). Ecco quindi che per ottenere una completa rimozione meccanica del contenuto del canale nella sua porzione terminale è opportuno che la dimensione della punta degli strumenti rotanti sia paragonabile almeno a quella iniziale del forame.

Di qui, l'esigenza di possedere informazioni sui diametri dei forami apicali. Nella letteratura recente è stato possibile trovare dati in numero ridotto e spesso disomogenei al riguardo (1-8).

Il nostro lavoro ha valutato, pertanto, le dimensioni dei forami apicali ed in particolare quelle dei molari.

Si è quindi passati alla rassegna dei metodi per la misurazione dei forami descritti nella letteratura recente tra i quali sono stati presi in considerazione i seguenti:

in vitro

■ Osservazione diretta degli apici e misurazione con vari tipi di microscopia ottica ed elettronica (Morris A, Sylaras SN) (1, 2).

■ Sezione seriata della radice e misurazione del lume canalare (Mizutani T, Gani O, Wu MK) (3, 4, 8, 9).

■ Diafanizzazione, colorazione e osservazione del canale. (Kasahara E, Miyashita M) (5, 6).

■ Cateterismo ortograde (con K-file, LS, altri.) (Liu DT) (10).

In vivo

■ Osservazione con microscopia operativa ortograde e retrograde.

■ Cateterismo clinico ortograde (Berutti E) (11).

A seguito delle considerazioni di seguito riportate, è stato scelto il metodo di misurazione tramite cateterismo retrograde con

Lightspeed impiegati solamente come strumenti di sondaggio.

■ Non vi sono problemi di interferenze nel lume canalare che si hanno con il cateterismo ortograde. (10-12)

I lavori di Stabholz A (12) e Liu DT (10) dimostrano che la procedura impiegata per il preflaring della porzione coronale del canale influenza la sensibilità dell'operatore nel localizzare la lunghezza di lavoro tramite K-file (12) e nel determinare il diametro del forame apicale impiegando strumenti Lightspeed manualmente in funzione di sonde (10).

■ Non vi sono problemi di inclinazione delle sezioni seriate che si hanno con la misurazione delle radici sezionate.

Le metodiche che impiegano sezioni seriate della radice sono influenzate dall'inclinazione della sezione rispetto all'asse principale del canale: ci danno valutazioni corrette se la sezione è perpendicolare, sovradimensionate in caso contrario. Considerato l'andamento sinuoso e spesso curvilineo della parte terminale dei canali dei molari si prevede che le misurazioni rilevate siano tendenzialmente sovradimensionate in misura elevata.

■ Non vi sono problemi di presenza e posizione della costrizione apicale.

L'anatomia della porzione terminale del canale è complessa. È stata descritta una costrizione apicale che tuttavia non è sempre presente (12). Il metodo impiegato consente di individuare il diametro minimo del forame indipendentemente dalla presenza o meno della costrizione. Il metodo con sezioni seriate difficilmente permetterà di eseguire la sezioni proprio in corrispondenza della costrizione e potrà dare dei valori sovradimensionati.

• Diametro massimo degli strumenti di misurazione in corrispondenza della punta (13).

La forma conica della maggior parte degli strumenti endodontici non esclude la possibilità che gli strumenti interferiscano con le pareti del canale in zone lontane dal forame apicale. Se impiegati come sonde per determinare la dimensione del diametro del diametro apicale tenderanno a sottodimensionare

nare le misure. La forma degli strumenti Lightspeed garantisce, in assenza di curvature molto accentuate, che il contatto con le pareti avviene solo in corrispondenza della punta che in questo caso funge da sonda di misurazione.

Valori della misurazione corrispondenti a diametri di strumenti clinici (13).

■ Semplicità di realizzazione.

Il metodo presenta anche alcuni limiti tra i quali abbiamo preso in considerazione i seguenti:

■ Misurazione a valori discreti (<20, <22,5, <25 etc. centesimi di millimetro).

■ Rilevazione del solo diametro minimo. Sottostima nel caso di canali non rotondi.

■ Difficoltà di penetrazione dello strumento in canali con curve particolarmente accentuate nella porzione terminale.


In questo caso la necessità di flettere il gambo o addirittura la punta dello strumento può impedire la penetrazione con conseguente sottostima della reale dimensione del forame.

■ Tolleranze nella dimensione degli strumenti elevate (13).

MATERIALI E METODI

40 primi e secondi molari inferiori e 40 primi e secondi molari superiori estratti per cause parodontali privi di evidenti segni di riassorbimento esterno sono stati osservati con sistemi di ingrandimento da 3x fino a 64x. Gli apici delle radici sono stati detersi dai residui organici con garzetta imbevuta di ipoclorito, immersi in soluzione di ipoclorito di Na al 5% e conservati in formalina al 10%. Apici e forami riassorbiti, fratturati o immaturi sono stati esclusi.

Individuato il o i forami principali di ciascun canale si è provveduto a classificare e registrare la forma (Tab. 1) in: rotondeggiante (diametri della sezione simili tra loro), ovale (diametri della sezione diversi tra loro e con diametro maggiore < a 2 x diametro minore), irregolare (se il diametro maggiore è > o uguale a 2 x diametro minore) (4-8). Si è provveduto, quindi, ad eseguire il cateterismo dei forami con strumenti endodontici di diametro noto (Lightspeed) per

Tabella 1: Classificazione delle forme		
rotondeggiante	ovalare	irregolare
Diametri tutti simili	Diametro maggiore < a 2 x diametro minore	Diametro maggiore > a 2 x diametro minore
		

Tab. 1 - Criteri di classificazione della forma dei forami.

Tab. 1 - Criteria for classifying foramen sizes.

Tabella 2 . Dimensioni dell' apice anatomico del canale in mm/100.			
GRUPPI	media	sqm	mediana
MOLARI SUPERIORI			
Mesio vestib. unico	24,5250	4,6138	23,75
Mesio vestibolare MB	22,3864	5,3554	20
Mesio palatino MB2	21,3333	2,5604	20
Distale	23,1875	4,8730	21,25
Palatino	27,6136	6,8040	27,5
MOLARI INFERIORI			
Mesiale unico	30,139	7,1430	28,75
Mesio vestibolare MB	24,6429	4,6153	25
Mesio Linguale ML	22,500	4,8038	20
Distale	28,0469	7,5709	26,25

Tab. 2 - Dimensioni dell' apice anatomico del canale in mm/100.

Tab. 2 - Size of the anatomical tip of a root canal expressed in mm/100.

via retrograda. Posizionato lo strumento Lightspeed di diametro 20 nel forame, si è esercitata pressione in direzione il più possibile coincidente con quella della porzione terminale del canale fino a provocare la flessione del gambo dello strumento.

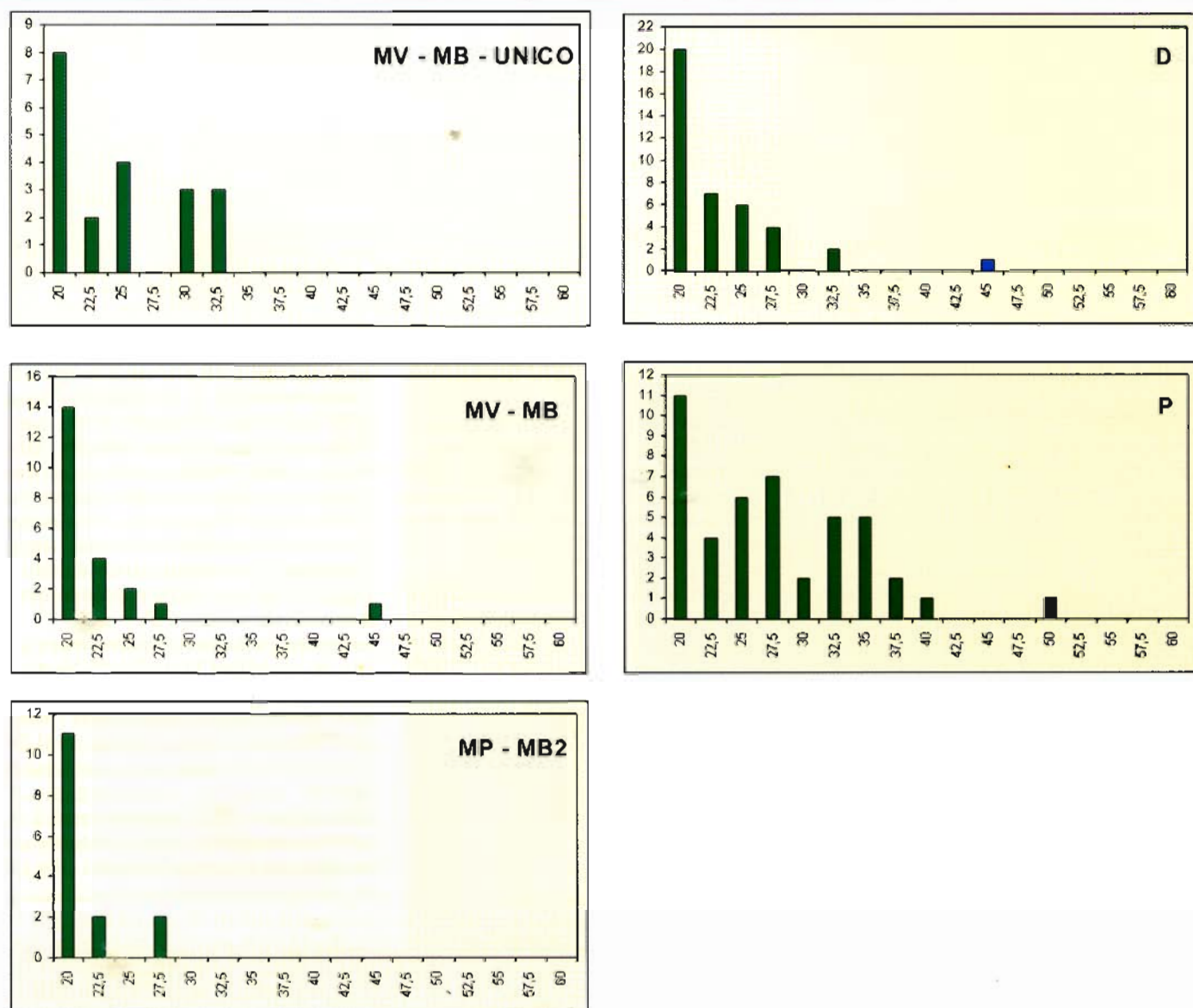
Nel caso che lo strumento fosse penetrato nel canale per più di 1-1,5 mm si è passati ad eseguire la prova con il successivo di diametro maggiore fino ad individuare lo strumento che per primo non penetra nel canale il cui diametro viene registrato.

I dati sono stati registrati secondo la se-

guente classificazione dei canali:

■ molari superiori: forame unico nella radice mesiale (MV-MB unico); mesiovestibolare/buccale (MB-MV); mesio palatino/buccale 2 (MP-MB2); distale (D) e palatino (P). Eventuali canali al di fuori di questa classificazione sono stati indicati come accessori (A) ed esclusi dai calcoli statistici.

■ molari inferiori: forame unico mesiale (M-unico), mesiolinguale (ML), mesiovestibolare (MV), distale (D). Il forame dell'eventuale secondo canale distale è stato registrato come distale (D).



Tab. 3 - Distribuzione di frequenze delle misurazioni dei diametri dei molari superiori.

Tab. 3 - Distribution of the range of diameters for upper molars.

METODO STATISTICO

Sui dati raccolti sono stati calcolati alcuni indici statistici di sintesi, frequentemente utilizzati per descrivere le principali caratteristiche delle variabili analizzate: mediana, media e deviazione standard.

Per quanto riguarda la formalizzazione matematica, la variabile statistica che descrive la misura del diametro di un forame sarà indicata con X , e di essa si suppone siano disponibili N realizzazioni x_1, x_2, \dots, x_N .

Il diametro di un forame è di per sé una variabile quantitativa continua, ma nel nostro caso la peculiarità dello strumento di misurazione utilizzato fornisce per X valori discreti da 20 a 60 centesimi di millimetro, con intervalli pari a 2,5 centesimi di millimetro. Pertanto la generica misurazione x_i costituisce di fatto una sovrastima del diametro effettivo, che risulta in realtà compreso nell'intervallo continuo $(x_i - 2,5; x_i)$.

Si ha quindi una variabile continua (il diametro) rilevata a valori discreti (le misurazioni effettuate con il metodo di sondaggio con i Lightspeed).

Gli indici statistici sono stati calcolati come se le misurazioni costituissero il diametro effettivo in quanto una sua (lieve) sovrastima risulta nella pratica meno rischiosa di una sottostima. Nel valutare i valori ottenuti si deve, comunque, tenere presente che il diametro è pur sempre una variabile continua e quindi sono da considerare pienamente accettabili anche valori che la misurazione X non potrebbe di fatto assumere (come accade per esempio per i valori delle medie e, talvolta, delle mediane).

La mediana $Me(X)$ è un valore che divide l'insieme ordinato delle misurazioni in 2 gruppi di uguale numerosità. In altre parole il 50% delle misurazioni assume valori inferiori o uguali al valore mediano e il restante

50% assume valori superiori.

La media aritmetica, data dalla formula,

$$M_1(X) = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N}$$

è probabilmente il più noto indice statistico di sintesi che descrive l'ordine di grandezza delle misurazioni.

Lo scarto quadratico medio, detto anche deviazione standard, dato dalla formula

$$\sigma(X) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - M(X))^2}{N}}$$

è un indice di variabilità che esprime quanto, mediamente, le misurazioni si discostano dalla loro media aritmetica (15).

RISULTATI

I risultati sono riportati in forma tabulare nelle tabelle 2, 5, 6.

Nella tabella 2 le medie dei diametri dei forami calcolate variano da 21,33 centesimi di millimetro per il canale mesio palatino (MB2) a 30,3 centesimi di mm per mesiale unico dei molari inferiori (M-UNICO). Le mediane dei diametri dei forami sono risultate comprese tra 20 centesimi di mm (MB, MB2, superiori) e 28,75 centesimi di mm (mesiale unico inferiore).

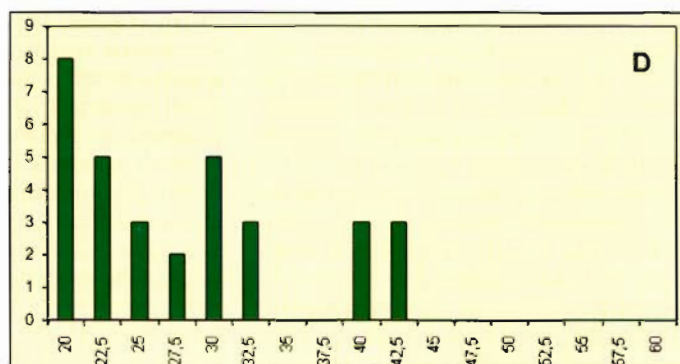
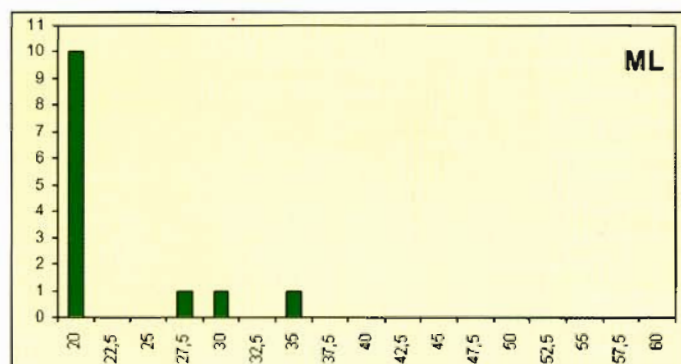
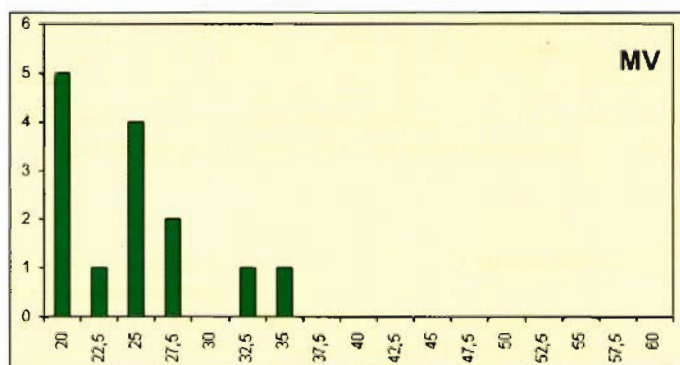
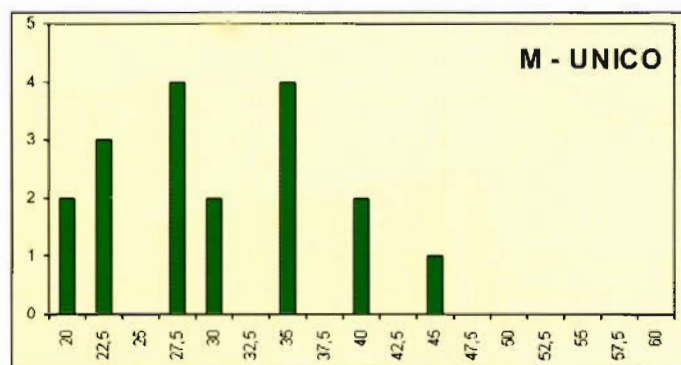
Nella tabella 3 sono riportati i grafici della distribuzione di frequenze delle misurazioni dei diametri dei molari superiori. Le misurazioni pari a 20 centesimi di mm sono le più frequenti in quanto il metodo di sondaggio con i Lightspeed non può effettuare misurazioni inferiori a 20 centesimi di mm.

Pertanto a tutti i canali con diametro inferiore a 20 centesimi di mm è stata imputata la misurazione pari a 20. Il fatto che la frequenza delle misurazioni pari a 20 sia tanto superiore alle altre è pertanto da leggersi esclusivamente in questo senso, e non certamente come un segnale di asimmetria della distribuzione. Un miglioramento nella rappresentazione grafica si otterrebbe ricordando che il diametro è una variabile continua rilevata a valori discreti e ricorrendo perciò ad un istogramma, grafico idoneo alla rappresentazione della distribuzione di frequenze di una variabile continua. L'istogramma utilizza le cosiddette frequenze specifiche, che si calcolano rapportando la frequenza assoluta all'ampiezza della classe e servono per confrontare adeguatamente le frequenze in presenza di classi di ampiezza diversa (come accade in questo caso in cui le misurazioni pari a 20 si riferiscono a diametri compresi in un intervallo di am-

piezza molto superiore agli altri, che hanno ampiezza pari a 2,5 centesimi di mm). Il ricorso alle frequenze specifiche tuttavia impone la chiusura della prima classe, cioè la definizione di un valore minimo per i diametri, che risulterebbe in qualche misura arbitrario. Si è quindi rinunciato alla rappresentazione tramite istogramma, che può essere evitata soltanto tenendo in debito conto l'osservazione sottolineata precedentemente, riguardo l'interpretazione della frequenza delle misurazioni pari a 20.

Le mediane sono per il canale mesiovestibolare unico (MV-MB-UNICO) 23,75 centesimi di mm, per il mesiovestibolare (MV-MB) 20 centesimi di mm, per il mesio palatino (MP-MB2) 20 centesimi di mm, per il distale (D) 21,25 centesimi di mm, per il palatino (P) 27,5.

Nella tabella 4 sono riportati i grafici della distribuzione di frequenze delle misurazioni dei diametri dei molari inferiori. Per i dia-



Tab. 4 - Distribuzione di frequenze delle misurazioni dei diametri dei molari inferiori.

Tab. 4 - Distribution of the range of diameters for lower molars.

metri degli altri canali si nota una tendenza ad assumere valori più elevati. Le mediane sono per il mesiale unico (M-UNICO) 28,75 centesimi di millimetro, per il mesio linguale (ML) 20 centesimi di millimetro, per il mesio vestibolare (MV) 25 centesimi di millimetro, per il distale (D) 26,25 centesimi di millimetro.

L'analisi della forma sul totale dei canali nella tabella 5 rivela canali rotondeggianti per il 70%, ovalari per il 23% e irregolari per il 7%.

Nella tabella 6 è presentata la distribuzione delle forme R-O-I per ciascun canale. Le percentuali più basse di canali rotondegianti si rilevano nel palatino superiore (62%), nel distale inferiore (62%) e nel mesiale unico inferiore (39%).

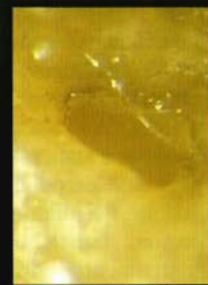
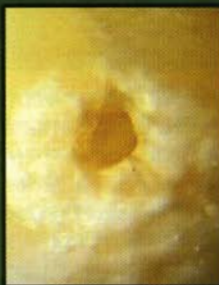
Nella tabella 7 si sono confrontati i dati rilevati con quelli pubblicati da A. Morfis e altri (1) che hanno misurato il diametro dei forami tramite osservazione con microscopio elettronico di apici opportunamente preparati di 180 denti tra cui 20 molari superiori e 20 molari inferiori. Il lavoro di A. Morfis riporta le medie e la deviazione standard solo dei canali mesiovestibolare (MB), distale e palatino superiore e del mesiale e distale inferiore. I nostri dati riportati nella tabella 7 sono stati ricalcolati in modo analogo per consentire il confronto. I valori delle medie non differiscono per più di 2 centesimi di millimetro con l'eccezione del canale distale inferiore in cui i valori differiscono di oltre 11 centesimi di millimetro (ciò potrebbe essere dovuto al fatto che in questo canale è stato riscontrato un elevato numero di forami di forma irregolare ed ovalare, la cui dimensione viene generalmente sottostimata con il metodo di sondaggio con i Light-speed).

Nella tabella 8 si sono confrontati i dati rilevati con quelli pubblicati da Wu MK. ed altri (9) che nel loro lavoro hanno investigato sul diametro e sulla forma di 180 denti tra cui 20 molari inferiori e 20 molari superiori. Hanno sezionato orizzontalmente le radici a 1-2-3-4-5 millimetri dall'apice e le hanno misurate con un microscopio da misurazione. Dei dati pubblicati da Wu MK. abbiamo riportato quelli relativi ai diametri bucco/linguali e mesio/distali della sezione ad 1 millimetro dall'apice. Le differenze nei valori misurati sono ascrivibili a quanto già esposto nella Introduzione relativamente alla

Tabella 5. Forma del forame apicale

- Percentuali sul totale dei canali.

rotondeggiante	ovalare	irregolare
Diametri tutti simili	Diametro maggiore < a 2 x diametro minore	Diametro maggiore > a 2 x diametro minore
70%	23%	7%



Tab. 5 - Forma del forame apicale. Percentuali sul totale dei canali.

Tab. 5 - Shape of apical foramen. Percentage of total canals.

Tabella 6. Percentuali delle forme R-O-I per canale.

GRUPPI	Rotondo	Ovalare	Irregolare
MOLARI SUPERIORI			
Mesio vest. unico	75	25	0
Mesio vestibolare MB	91	9	0
Mesio palatino MB2	80	7	13
Distale	77	15	8
Palatino	62	34	4
MOLARI INFERIORI			
Mesiale unico	39	33	28
Mesio vestibolare MB	71	29	0
Mesio Linguale ML	77	23	0
Distale	62	24	14

Tab. 6.- *Forma del forame apicale: percentuali delle forme R-O-I per canale.*

Tab. 6 - Shape of apical foramen. Percentages of the shapes- R, O, or I- per canal.

scelta del metodo e danno comunque altre utili informazioni sulle dimensioni della parte terminale dei canali.

DISCUSSIONE

Considerando che:

- si valuta esclusivamente l'azione meccanica degli strumenti;
- si desidera rimuovere completamente in modo meccanico il contenuto della porzione apicale del canale;
- non si considera l'azione chimica degli irriganti;
- la misurazione è stata eseguita su denti estratti per cause parodontali;

la distribuzione dei diametri rivela importanti indicazioni statistiche sui diametri minimi degli strumenti endodontici da impiegare.

Infatti lo strumento rotante che prepara il forame apicale, deve avere, rispetto a quest'ultimo, un diametro almeno pari e preferibilmente leggermente superiore. In questo modo lo strumento può rimuovere meccanicamente il contenuto del canale principale. Numerosi studi dimostrano che gli strumenti rotanti generano sagomature di sezione rotondeggiante ben centrata nei canali rettilinei o leggermente curvi (16-20).

Un nostro studio precedente, eseguito su canali molto curvi in blocchetti di resina, evidenzia come la sagomatura con strumenti rotanti nella porzione apicale di detti canali tende ad essere centrifuga (14).

Nella tabella 9 sono riportate le sezioni rielaborate al computer di endoblock con strumenti GT Rotary file. La sovrapposizione con la sezione del canale originale consente di apprezzare la centralità della sagomatura nella porzione rettilinea del canale e il trasporto centrifugo nella porzione curvilinea del terzo apicale.

Ne deriva che se viene impiegato uno strumento rotante con un diametro in D0 inferiore a quello del forame, tale strumento tenderà a preparare prevalentemente le pareti esterne alla curva del canale e pertanto le pareti interne resteranno non preparate. Infine, sia dalle nostre osservazioni che da

Tabella 7. Confronti. Dimensioni dell' apice anatomico del canale.				
GRUPPI	E. Roggero, R. Gerosa		A. Morfis, S.N. Sylaras... Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1994 Feb;77(2):172-6	
	Media	sqm	Media	sqm
MOLARI SUPERIORI				
Mesio vestibolare MB	23,47	5,11	23,5	10,1
Mesio palatino MB2	22,18	3,63	-	-
Distale	23,04	5,03	23,22	6,6
Palatino	27,98	6,87	29,8	6,21
MOLARI INFERIORI				
Mesiale	26,22	6,68	25,75	34,33
Distale	28,04	7,57	39,2	7,75

Tab.7 - Confronti delle medie e relative deviazioni standard dei diametri del forame anatomico della nostra rilevazione e di quella di A. Morfis et al. (1) eseguita con osservazione al microscopio elettronico.

Tab. 7 - A comparison between the averages and relative standard deviations of the diameters of the anatomical foramens we observed and those A. Morfis et al. (1) observed under an electronic microscope.

Tabella 8. Confronti.Dimensioni dell' apice anatomico del canale .						
	E. Roggero, R. Gerosa		Wu MK, R'oris A, Barkis DOral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2000 Jun; 89(6): 739-743			
			Buccale/Linguale		Mesiale/Distale	
GRUPPI	Mediana	Range	Mediana	Range	Mediana	Range
MOLARI SUPERIORI						
Mesio vest. unico	23,75	20-32,5	43	9 - 99	22	13 - 39
Mesio vest. MB	20	20 -45	19	12 -26	13	8 -18
Mesio pal. MB2	20	20-27,5	19	14 -23	16	15-16
Distale	21,25	20 -45	22	7 -73	17	7 -39
Palatino	27,5	20 -50	29	9 -45	33	11-72
MOLARI INFERIORI						
Mesiale unico	28,75	20 - 45	45	6 - 60	22	11 - 54
Mesio vest. MB	25	20 -35	40	20 -52	21	19-39
Mesio Ling. ML	20	20 -35	38	32 -67	28	23-37
Distale	26,25	20-42,5	46	28-169	35	18-69

Tab. 8 - Confronti delle mediane e dei relativi range in centesimi di millimetro dei forami apicali del nostro lavoro e delle sezioni ad 1 mm dall' apice pubblicate nel lavoro di Wu MK ed altri (9).

Tab. 8 - Comparisons between medians and relative ranges expressed in hundredths of millimeters of the apical foramens of our study and the sections taken from 1mm from the apex reported in the paper published by Wu MK et al. (9).



Tab. 9 - Sezioni rielaborate al computer di endoblock con strumenti GT Rotary file. La sovrapposizione con la sezione del canale originale consente di apprezzare la centralità della sagomatura nella porzione rettilinea del canale e il trasporto centrifugo nella porzione curvilinea del terzo apicale (14).

Tab. 9 - Computer processed endoblock sections prepared with GT Rotary file instruments. The superimposition with the original canal enables one to appreciate how well-centered the shaping is in the straight portion of the canal and the centrifugal action in the curved portions of the apical third (14).

quelle di altri autori (9) risulta che una significativa percentuale dei forami e della porzione terminale dei canali è ovalare o presenta elevate differenze tra diametro maggiore e diametro minore della sezione. Per la caratteristica di generare sagomature di sezione rotondeggiante riteniamo che i soli strumenti rotanti siano inadeguati ad una completa detersione meccanica dei canali con sezione ovalare.

In alternativa i canali ovalari possono essere sagomati ottenendo una completa rimozione meccanica del contenuto del canale purché vengano impiegati strumenti rotanti con D0 pari almeno al diametro maggiore del canale. Risulta evidente dall'analisi della tabella 8 che questo comporterebbe maggiori rischi di stripping e aumenterebbe il rischio di frattura degli strumenti. Secondo diversi autori in alcuni canali è impossibile la preparazione completa degli stessi con soli strumenti rotanti senza provocarne la perforazione (8, 9).

CONCLUSIONI

L'anatomia del forame apicale rivela problematiche dovute alla sua dimensione e alla forma.

Forami rotondeggianti di ampie dimensioni richiedono preparazione con strumenti rotanti di dimensioni simili.

In particolare, forami di forma ovoidale o irregolari richiedono che oltre allo strumento rotante siano impiegati K-file tradizionali con tecnica circonferenziale a mano.

Pertanto non vi è al momento un unico tipo di strumento adatto alla preparazione di tutti i tipi di canali. È necessario quindi che l'operatore sappia utilizzare più tipi di strumenti spesso in combinazione tra loro.

La scelta della tecnica è affidata all'operatore in base alla diagnosi iniziale del caso, all'analisi radiografica dell'anatomia, alle conoscenze statistiche sulla forma e dimensione dei canali ed è auspicabile il supporto di un metodo clinico per la determinazione del diametro del forame.

BIBLIOGRAFIA

1. Morfis A, Sylaras SN, Georgopoulou M, Kernani M, Prountzos F. Study of the apices of human permanent teeth with the use of a scanning electron microscope. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1994 Feb; 77 (2): 172-6.
2. Morfis AS, Sykaras SN. Study in SEM of the number and size of the main and accessory foramens of the first lower premolars. *Stomatologia (Athenai)* 1989 May-Jun; 46 (3): 185-200.
3. Mizutani T. Anatomical study on the root apex in the maxillary anterior teeth. *Aichi Gakuin Daigaku Shigakkai Shi* 1989 Mar. 27(1): 169-84.
4. Mizutani T, Ohno N, Nakamura H. Anatomical study on the root apex in the maxillary anterior teeth. *J Endodon* 1992 Jul. 18 (7): 344-7.
5. Kasahara E, Yasuda E, Yamamoto A. Root canal system of the maxillary central incisors. *Anzai: J Endodon* 1990 Apr 16 (4): 158-61.
6. Miyashita M, Kasahara E, Yasuda E, Yamamoto A, Serizawa T. Root canal system of the mandibular incisor. *J Endodon* 1997 Aug 23(8): 479-84.
7. Martić D, Prpic-Mehićić G, Simeon P, Pevallek J. Morphometrical analysis of main and accessori canals in apical root portion of frontal teeth. *Coll Antropol* 1998 Dec 22 Suppl: 153-9.
8. Gani O, Visvisian C. Apical canal diameter in the first upper molar at various ages. *J Endodon* 1999 Oct 25(10): 689-691.
9. Wu MK, R'oris A, Barkis D., Wesselink PR. Prevalence and extent of long oval canals in the apical third. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2000 · Jun 89(6): 739-43.
10. Liu DT, Jou YT. A technique estimate apical constriction with K-files and NT Lightspeed rotary instruments. *J Endodon* 1999 Apr; 25(4): 306 PR31.
11. Berutti E. Measurement of the apical foramen. *Dent Today* 1998; 17 (9): 74-81.
12. Stabholz A, Rotstein I, Torabinejad M. Effect of pleflaring on tactile detection of the apical constriction. *J Endodon* 1995 Feb; 21(2): 92-4.
13. Schrader C, Sener B, Barbakow F. Evaluating the sizes of Lightspeed instruments. *Int Endod J* 1998 Apr; 31(4) : 295-300.
14. Gerosa R, Roggero E. Utilizzo di strumenti al Ni-Ti a conicità aumentata nella preparazione del canale radicolare: analisi *in vitro* ed esperienza clinica. 20° Congresso Nazionale S.I.E. - Roma - novembre 1999.
15. Zenga M. Libri ed altri autori. Introduzione alla Statistica Descrittiva Vita e pensiero - 1990.
16. Ruddle C. Endodontic canal preparation: breakthrough cleaning and shaping strategies. *Dent Today* 1994; 13(2): 44-9.
17. Buchanan LS. The art of endodontics: Files of greater taper. *Dent Today* 1996; 2: 42-49.
18. Thompson SA, Dummer PMH. Shaping ability of Lightspeed Rotary Nickel-Titanium Instruments in Simulated Root Canals. Part. 2. *J Endodon* 1997; 23 (11): 742-47.
19. Zmener O, Balbach L. Effectiveness of nickel -titanium files for preparing curved root canals. *Dent Traumatol* 1995; 11: 121-23.
20. Gambarini G. Preparazione canalare con nuovi strumenti rotanti. Parte I: Metodica sperimentale di valutazione. *G It Endo* 1999; 13(1): 30-3.