

\*Massimo Falchetta  
 \*Luciano Falchetta  
 \*\*Arnaldo Castellucci

\*Dottore in Odontoiatria e Protesi Dentaria  
 Libero Professionista in Marina di Carrara

\*\* Docente di Endodonzia  
 Scuola di Specializzazione in Odontostomatologia  
 Università degli Studi di Siena  
 Istituto Policattedra di Discipline  
 Odontostomatologiche  
 Direttore: Prof. Egidio Bertelli

# Attendibilità dell'interpretazione radiologica dell'endodonto di molari inferiori e sua verifica mediante il processo di diafanizzazione

Reliability of the radiographic interpretation of the root canal anatomy of lower molars and its assessment in transparent teeth

## RIASSUNTO

Un nuovo tipo di sperimentazione *in vitro* è stato proposto per verificare l'attendibilità delle interpretazioni radiologiche dell'anatomia endodontica dei molari inferiori.

Lo studio radiologico sperimentale è stato compiuto *in vitro* su 78 molari inferiori con l'ausilio di un alveolo artificiale ricavato da una mandibola umana e di un dispositivo, appositamente realizzato per questa ricerca, in grado di eseguire in modo standardizzato tre diverse proiezioni. Lo scopo era quello di verificare, osservando successivamente allo stereomicroscopio ogni dente reso trasparente con la tecnica di diafanizzazione, fino a che punto l'esame radiologico pre-operatorio in Endodonzia risulti attendibile nella diagnosi dell'anatomia endodontica.

L'attendibilità delle interpretazioni radiologiche per le proiezioni ortoradiali è risultata complessivamente dell'80,1%, mentre per quelle angolate del 90,3%. In entrambi i casi la radice mesiale ha mostrato una attendibilità interpretativa inferiore rispetto alla distale.

I risultati ottenuti paiono dimostrare come un'osservazione accurata del radiogramma pre-operatorio consenta una raccolta di preziose informazioni che possono far evitare molti errori e ridurre le difficoltà e il tempo necessari per la terapia.

**Parole chiave:** Endodonzia. Radiologia.

## SUMMARY

The Authors propose a new model to verify the reliability of the radiographic interpretation of the root canal anatomy of lower molars.

78 lower molars have been inserted in an artificial socket, to simulate the clinical conditions, and then they have been X-rayed from three different angles. The purpose of this research was to study *in vitro* the root canal anatomy and then verify if after the same teeth have been made transparent.

The radiographic interpretation of the endodontic anatomy was correct using a straight-on radiograph in 80,1%, and in 90,3% using angulated multiple radiographs. With both the angulations, straight-on and off-angle, the endodontic anatomy of the mesial root appears to be more difficult to understand.

A careful examination of the pre-operative angulated multiple radiographs is critical for a successful endodontic treatment.

**Key words:** Endodontics. Radiology.

### Corrispondenza:

Dr. Massimo Falchetta  
 54036 Marina di Carrara (MS)  
 Via Werther Muttini, 19  
 Tel. e Fax 0585/632187

Falchetta M, Falchetta L, Castellucci A.  
 Attendibilità dell'interpretazione radiologica dell'endodonto di molari inferiori e sua verifica mediante il processo di diafanizzazione.  
 G It Endo 1993; 1: 20-29

## INTRODUZIONE

La letteratura endodontica internazionale presenta numerosissimi studi sperimentali, svolti per indagare la conformazione anatomica dello spazio endodontico, con risultati spesso contrastanti. Queste discrepanze sono il risultato in parte delle notevoli variazioni anatomiche ed in parte delle difficoltà incontrate dai ricercatori nello studio della morfologia canale che ha spinto a speri-

mentare metodi di indagine diversi.

I metodi di studio che si avvalgono della sezione delle radici non riescono a descrivere i canali più sottili e curvi (1-7).

L'esecuzione di sezioni seriate delle radici fa perdere l'immagine complessiva della morfologia canale (6,8-11).

Gli stampi della cavità pulpale e dei canali radicolari dopo otturazione dello spazio endodontico spesso non rappresentano delle esatte repliche dell'anatomia canale, in quanto la materia plastica può non riuscire a penetrare tutte le ramificazioni e al con-

trario può essere forzata all'interno di piccoli difetti, prodottisi durante la preparazione dei campioni (4,7,12-16). Viene inoltre perduto il rapporto tra il contenuto endodontico e la forma esterna del dente.

Gli studi radiografici riescono a mostrare solo un piano bidimensionale del dente e non la tridimensionalità dell'endodonto (4,17-32).

La tecnica di diafanizzazione presenta il considerevole vantaggio di fornire una visione tridimensionale della cavità pulpale e dei canali radicolari in relazione alla confi-

gurazione esterna del dente, la quale viene conservata (4,7,33-54).

In questi ultimi anni sono stati realizzati studi sull'anatomia dei canali radicolari analizzando al computer immagini digitalizzate (55-58).

Secondo Vertucci i metodi più idonei nell'indagine della morfologia canalare sono la diafanizzazione dei campioni dentari e l'esame radiografico che utilizza varie proiezioni (49).

Questo studio, per ottenere una maggiore significatività clinica, si propone di utilizzare questi due metodi di indagine, non per compiere una ricerca statistica con il fine di documentare l'estrema variabilità dell'anatomia endodontica, bensì per analizzare fino a che punto l'esame radiografico pre-operatorio può rivelare la morfologia canalare e quindi aiutare l'operatore nel successivo trattamento clinico-chirurgico.

Si è pensato di utilizzare i molari inferiori in quanto questi sono gli elementi che presentano la maggior variabilità dell'anatomia endodontica e che più frequentemente necessitano di trattamento endodontico.

## MATERIALI E METODI

Per questa ricerca sono stati utilizzati 78 denti molari inferiori permanenti umani, di cui 34 primi molari, 39 secondi e 5 terzi molari.

I denti sono stati conservati, subito dopo l'estrazione, prima in ipoclorito di sodio al 2,5% per due ore, per eliminare i tessuti molli adesivi alla superficie esterna, poi, dopo un lavaggio in acqua corrente per due ore, in formalina al 10% tamponata a pH fisiologico.

Tutti i denti erano stati estratti per motivi parodontali. L'età, il sesso, la razza del paziente e lo stato della polpa non sono stati registrati.

Ogni dente è stato posto in una provetta di vetro (18x180 mm) siglata con penna vetrografica indelebile onde evitare possibili confusioni durante la preparazione e l'esecuzione delle due metodiche di indagine (Fig. 1). Prima di questa archiviazione tutti i denti sono stati osservati sotto una luce alogena al quarzo con l'ausilio di una lente di ingran-



Fig. 1 - Visione delle 78 provette siglate con penna vetrografica.

dimento, per dividere i campioni in elementi mono, bi e triradicolati e annotare eventuali particolarità dell'anatomia radicolare esterna.

Lo studio si è articolato in due fasi distinte per metodologia ed analisi dei risultati: di tutti i campioni dentari è stata indagata la morfologia dell'endodonto con il metodo radiografico eseguendo tre diverse proiezioni. I risultati sono stati poi comparati con la reale conformazione tridimensionale dei canali, quale appare dopo la diafanizzazione del dente.

### METODO RADIOLOGICO

Per riprodurre il più fedelmente possibile l'immagine radiologica che si presenta agli occhi dell'operatore durante il trattamento clinico, le proiezioni radiografiche sono state eseguite avvalendosi di una mandibola umana e di una tecnica standardizzata. La mandibola è servita per posizionare il dente da esaminare all'interno di un alveolo preparato con una accurata tecnica estrattiva (59) in modo da riprodurre in radiografia le strutture mineralizzate dell'osso responsabili durante l'esame clinico dell'attenuazione della radiotrasparenza corrispondente allo spazio endodontico (Fig. 2).

L'indagine radiologica è stata standardizzata con l'intento di eseguire ogni volta proiezioni radiografiche con le stesse angolazioni richieste dallo studio e di realizzare, per ogni singolo radiogramma, un protocollo di sviluppo e di osservazione in grado di rendere omogenea l'analisi dei risultati.

La strumentazione utilizzata comprendeva un apparecchio radiologico di Kvp 65 e 8



Fig. 2 - Inserimento di un elemento dentale nell'alveolo artificiale.

mA, munito di cono lungo 20 cm (Ardet Unit Type "Orix" 65/10 lm 82), un centratore portapellicole (Rinn XCP Instruments) e un dispositivo creato appositamente per l'esecuzione delle proiezioni *in vitro* (60).

Le pellicole usate sono state le Kodak "Ultra-speed" DF 58, 31x41mm (Eastman Kodak Company Rochester New York). Si è usato un tempo di esposizione di 0,6 secondi.

Lo sviluppo eseguito alla temperatura di 24° mantenuta costante mediante apparecchio termostattizzato, prevedeva l'uso di liquidi di sviluppo e fissaggio radiografico Kodak.

È stato riprodotto un ciclo operativo di sviluppo della pellicola che viene adottato abitualmente durante i trattamenti endodontici in cui i tempi adottati sono quelli ergonomicamente più rapidi, rispettando il miglior rapporto rapidità/resa qualitativa dell'immagine.

La pellicola è stata:

- sviluppata per 30 secondi
- sciacquata per 5 secondi
- fissata per 10 minuti
- risciacquata sotto acqua corrente per 20 minuti.

Per monitorare la qualità dello sviluppo della pellicola si è fatto uso di un radiogramma di riferimento, sviluppato con soluzioni fresche.

Questa immagine di "buona qualità", poteva quindi essere confrontata con i radiogrammi seguenti. Un peggioramento nella densità e nel contrasto si riflette sulla qualità globale dell'immagine, per cui appena si rilevava uno scadimento di qualità del radiogramma, le soluzioni di sviluppo venivano



sostituite.

Facendo riferimento allo studio di Antrim (61) del 1983 sull'uso di diverse tecniche di visualizzazione delle radiografie endorali, le pellicole, completamente asciutte, sono state osservate inizialmente al negatoscopio senza mezzi ausiliari di ingrandimento, poi con l'aiuto di un visore in grado di ingrandire l'immagine e successivamente riosservate per mezzo di un proiettore 35 mm (Reflecta Diamator AFM Agfa System CS). Le immagini radiologiche sono state osservate e archiviate rispettando la classificazione anatomo-radiologica di Laurichesse in cinque tipi (Fig.3) (26).

Per ogni dente quindi si è cercato di interpretare i seguenti parametri anatomici:

- numero di radici e canali radicolari e loro differenti divisioni in ogni radice e in ogni dente
- estensione della camera pulpare
- calcificazioni e riassorbimenti interni eventualmente presenti
- curvature dei canali in entrambe le direzioni, mesio-distale o vestibolo-linguale, per quest'ultima ci si affida alle proiezioni eccentriche
- ramificazioni dei canali principali
- localizzazione dei forami
- presenza di canali laterali o della biforcazione.

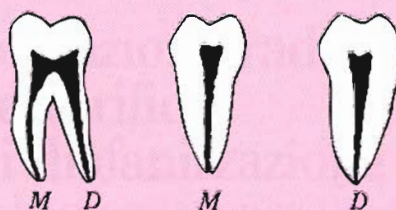
Dopo l'indagine radiologica il dente è stato inserito nuovamente in formalina nel suo contenitore siglato, in attesa del trattamento diafanizzante.

#### Modalità esecutiva delle proiezioni

Sono state eseguite tre proiezioni per ogni dente:

- la prima proiezione è stata effettuata in posizione ortoradiale con direzione del fascio radiante vestibolo-linguale
- la seconda proiezione è stata eseguita in modo eccentrico, secondo la tecnica di Walton (62), ruotando sul piano orizzontale il cono del radiografico di 30° verso il lato mesiale. Questa operazione permette di osservare il dente in senso trasversale e di accertare l'eventuale presenza di doppi canali nella radice mesiale
- la terza proiezione è analoga alla precedente con la sola variante che il cono del radiografico viene ruotato verso il lato distale per indagare l'altra radice.

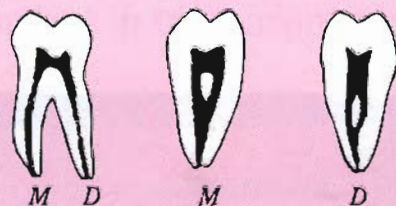
## CLASSIFICAZIONE ANATOMO RADIOLOGICA DEI CANALI RADICOLARI



### Immagine di I Tipo

#### Canale normale

Zona di radiotrasparenza omogenea circondata da due aree di radiopacità.



### Immagine di II Tipo

#### Diverticolo

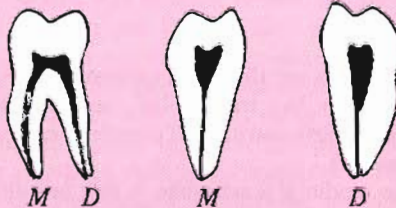
Il lume canalare scompare nel terzo coronale o medio della radice per poi ricomparire più apicalmente.



### Immagine di III Tipo

#### Raddoppiamento canalare

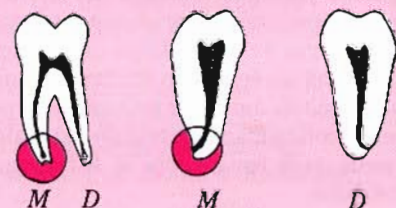
Improvvisa attenuazione o scomparsa del canale nel terzo medio della radice senza che esso ricompaia nella regione apicale.



### Immagine di III TIPO

#### Restringimento canalare

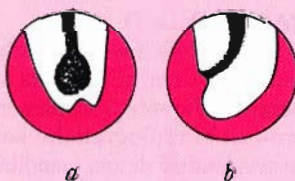
Improvvisa attenuazione o scomparsa del canale nel terzo medio della radice senza che esso ricompaia nella regione apicale.



### Immagine di IV Tipo

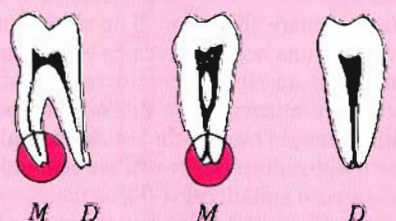
#### Forame apicale eccentrico

Il canale scompare improvvisamente a pochi millimetri dall'apice con una dilatazione dell'estremità canalare.



a) Immagine radiologica della proiezione ortoradiale in cui il forame viene preso di infilata dai raggi X.

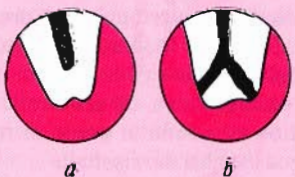
b) Fuoriuscita eccentrica del canale visibile sul piano vestibolo-linguale.



### Immagine di V Tipo

#### Forcazione apicale

Il canale scompare a qualche millimetro dall'apice senza una dilatazione dell'ultima porzione.



a) Particolare dell'aspetto radiografico dell'immagine di V tipo.

b) Biforcazione apicale del canale visibile sul piano vestibolo-linguale.

Fig. 3



## METODO DI DIAFANIZZAZIONE

Tutti i denti sono stati fotografati prima e dopo il trattamento diafanizzante, avendo cura di associare il numero progressivo della foto alla sigla di riconoscimento di ogni campione.

Durante le varie fasi di indagine, radiologica e fotografica, le proiezioni sono state eseguite cercando di ottenere l'immagine del dente sempre nella stessa posizione spaziale. I campioni sono stati resi trasparenti con il seguente protocollo operativo:

1. Apertura della camera pulpare con le tecniche consuete (63), eseguendo una cavità di accesso con le stesse modalità e precauzioni osservate durante il trattamento clinico. Si è cercato quindi di ottenere una forma dettata dall'anatomia della camera pulpare, essendo la cavità di accesso la proiezione del pavimento della camera pulpare sulla superficie occlusale del dente. Il pavimento della camera pulpare è stato esaminato per registrare il numero e il tipo di imbocchi canalari. Allo stesso modo si sono osservati gli apici radicolari per evidenziare il numero di forami apicali.

2. Svuotamento completo del contenuto organico mediante l'introduzione per 24 ore nelle cavità endodontiche di ipoclorito di sodio al 5%, dopo averlo preriscaldato a 37°, per aumentare le capacità di digestione del materiale organico avendo cura di rinnovarlo a intervalli regolari di sei ore utilizzando pipette Pasteur.

3. Lavaggio con acqua distillata iniettata agli imbocchi canalari con siringa e ago sottile e poi sotto acqua corrente per due ore.

Per consentire un trattamento contemporaneo di più elementi dentali senza che gli stessi potessero mescolarsi tra loro, ogni dente è stato inserito, prima dei lavaggi sotto acqua corrente, in cellette individuali ricavate semplicemente da un contenitore in plastica usato per ottenere cubetti di ghiaccio. Questo contenitore veniva poi avvolto e chiuso da una rete di nylon.

4. Inserimento nello spazio endodontico di alcool etilico al 90% per un'ora. La disidratazione delle pareti canalari ha avuto l'intento di migliorare la resa qualitativa del materiale da impronta, non completamente idrofilo, utilizzato per riempire il sistema di canali radicolari.

5. Inserimento di materiale da impronta a pressione direttamente negli imbocchi canalari mediante l'erogatore fornito dalla casa produttrice. La diffusione del materiale è stata facilitata dal vuoto creato all'interno del dente per mezzo dell'aspiratore chirurgico ad alta velocità connesso ermeticamente agli apici radicolari mediante tubicini di polietilene.

È stato usato il materiale "Express 3M" (regular verde), silicone ad addizione vinilpolisilossano, che è in grado di riprodurre con alta definizione il sistema di canali radicolari anche nei minimi dettagli con un elevato grado di stabilità dimensionale e un'alta resistenza alla lacerazione. Si è preferito inserire il materiale siliconico nello spazio endodontico prima della fase di decalcificazione, con l'intento di conservare il più possibile la reale conformazione tridimensionale dei canali. Precedenti studi anatomici, infatti, hanno messo in evidenza come siano ipotizzabili delle variazioni morfologiche in seguito all'azione dell'acido (38,44-48).

6. Decalcificazione mediante una soluzione di acido nitrico al 5% a temperatura ambiente, con l'accorgimento di sostituire la soluzione ogni 24 ore e di agitarla tre volte al giorno. Ciò serviva ad evitare che i prodotti della decalcificazione, una volta saturata la soluzione, limitassero l'azione dell'acido. Questo tipo di trattamento ha lo scopo di realizzare la demineralizzazione della dentina.

Per ogni elemento è stata utilizzata una quantità pari a 30 ml di acido facendo uso di recipienti (beute) aventi una capacità volumetrica maggiore rispetto alle provette per consentire all'acido un'azione più uniforme e duratura. Ogni recipiente è stato siglato per non confondere i denti durante il trattamento diafanizzante.

La fase di decalcificazione è la più delicata in quanto occorre valutare il momento in cui il processo si completa senza che si realizzi una decalcificazione solo parziale o eccessiva al punto da causare delle modificazioni strutturali (38,44-48).

Alcune ricerche hanno utilizzato dei metodi di controllo empirici come quello di considerare decalcificato il dente 24 ore dopo la dissoluzione dello smalto (45,48).

In questo studio, a partire dal quarto gior-

no, sono stati eseguiti dei controlli radiografici seriali per determinare con esattezza il punto finale di decalcificazione (54).

7. Lavaggio in acqua corrente per quattro ore.

8. I denti sono stati poi sottoposti al processo di disidratazione con soluzioni crescenti di alcool etilico:

- 80% per 12 ore
- 90% per 1 ora
- 100% per 1 ora, tre volte.

La disidratazione si rende necessaria perché l'agente diafanizzante non è miscibile con l'acqua.

9. Tutti i campioni sono stati conservati in metilsalicilato nel quale risultano completamente trasparenti dopo circa due ore. Per migliorare la qualità delle immagini le proiezioni fotografiche sono state realizzate mantenendo i campioni immersi in metilsalicilato, conservato accuratamente al riparo dalla luce per evitare che la soluzione assumesse una colorazione giallastra o rossiccia.

I reperti infine erano pronti per l'osservazione e la fotografia allo stereomicroscopio da varie angolazioni, sempre in immersione e transilluminazione.

L'indagine fotografica è stata realizzata per mezzo di un apparecchio Minolta X-700 e pellicole Fujichrome 50 ASA. L'osservazione microscopica è stata compiuta con uno stereomicroscopio (Zeiss Stemi SV 8 West Germany), munito di illuminatore a fibre ottiche a due vie, al quale è stato collegato un apparecchio fotografico (Contax 167 MT) che montava pellicole Kodak Ektachrome EPT 160 ASA.

## RISULTATI

### Risultati dell'indagine radiologica ortoradiale

Le tabelle 1 e 2 riportano i risultati relativi alla osservazione delle immagini radiologiche ortoradiali delle radici mesiali e distali, catalogate rispettando la classificazione in cinque tipi di Laurichesse e coll. (26).

È stato considerato un sesto gruppo in cui erano inserite le immagini radiologiche difficilmente classificabili. Ad ogni gruppo è



Tab. 1

INDAGINE RADIOLOGICA ORTORADIALE Radice Mesiale			
Tipo di immagine	Radici osservate radiologicamente	Interpretazioni radiologiche corrette	% di attendibilità radiologica
I tipo	27	27	100
II tipo	12	9	75
III tipo	25	16	64
Non classif.	14	7	50
Numero complessivo di radici osservate radiologicamente		interpretazioni radiologiche corrette verificate con la diafanizzazione	% di attendibilità radiologica complessiva
78		59	75,6

stato abbinato il valore percentuale di attendibilità radiologica verificata mediante il processo di diafanizzazione.

Lo spazio endodontico di tutte le radici appartenenti ad un gruppo è stato infatti osservato allo stereomicroscopio da più angolazioni per verificare l'attendibilità dell'interpretazione radiologica.

Il gruppo di I tipo per entrambe le radici presenta una attendibilità del 100%.

Per le radici mesiali l'attendibilità del gruppo di II e III tipo oscilla tra il 64 ed il 75%, per le distali tra il 61,5 ed il 100%.

Le immagini radiologicamente non ben classificabili hanno mostrato una attendibilità del 50%.

Tra tutte le radici esaminate le immagini di IV tipo sono state osservate solo in una radice mesiale, in tre radici distali e in un elemento con radici fuse determinando quindi valori statisticamente poco significativi (Tab. 3).

Le immagini di V tipo erano visibili in 8 radici mesiali e 11 distali con una attendibilità del 75 e 81,6% (Tab. 4).

Nonostante a volte sia stato possibile intravedere radiologicamente anche delle piccole forcazioni canalari nella porzione apicale della radice, non sono stati mai evidenziati i canali laterali che si sono resi evidenti con la diafanizzazione (Figg. 4b, 4e).

Dall'analisi di tutte le osservazioni radiologiche risulta che l'attendibilità radiologica complessiva per la diagnosi dell'anatomia endodontica dei molari inferiori è dell'80,1%. Analizzate singolarmente le radici mesiali presentano una attendibilità del 75,6% e le distali dell'84,6%.

#### Risultati dell'indagine radiologica con proiezioni eccentriche

■ Le tabelle 5 e 7 mostrano il confronto tra il numero di cornetti pulpari evidenziati nelle immagini radiologiche angolate con il numero di imbocchi canalari sul pavimento della camera pulpare, osservati in ogni radice al momento della preparazione della cavità di accesso.

■ Le tabelle 6 e 8 riportano i valori percentuali reali degli imbocchi osservati visivamente sul pavimento della camera pulpare comparandoli tra loro.

■ L'insieme di tutte le osservazioni radio-

Tab. 2

INDAGINE RADIOLOGICA ORTORADIALE Radice Distale			
Tipo di immagine	Radici osservate radiologicamente	Interpretazioni radiologiche corrette	% di attendibilità radiologica
I tipo	49	49	100
II tipo	2	2	100
III tipo	13	8	61,5
Non classif.	14	7	50
Numero complessivo di radici osservate radiologicamente		interpretazioni radiologiche corrette verificate con la diafanizzazione	% di attendibilità radiologica complessiva
78		66	84,6

Tab. 3

INDAGINE RADIOLOGICA ORTORADIALE Radice Mesiale			
Tipo di immagine	Radici osservate radiologicamente	Interpretazioni radiologiche corrette	% di attendibilità radiologica
IV tipo	1	1	100
V tipo	8	6	75

Tab. 4

INDAGINE RADIOLOGICA ORTORADIALE Radice Distale			
Tipo di immagine	Radici osservate radiologicamente	Interpretazioni radiologiche corrette	% di attendibilità radiologica
IV tipo	3	2	66,6
V tipo	11	9	81,6



Tab. 5

INDAGINE RADIOLOGICA ECCENTRICA Radice Mesiale			
Imbocchi canalari	Cornetti pulpari interpretati radiologicamente	Interpretazioni radiologiche corrette	% di attendibilità radiologica
1	4	4	100
2	67	55	82
3	5	5	100
Canale a forma di C	2	2	100
Numero complessivo di radici osservate radiologicamente		interpretazioni radiologiche corrette verificate visivamente	% di attendibilità radiologica complessiva
78		66	84,6

logiche eccentriche determina una attendibilità radiologica complessiva del 90,3%. Analizzate singolarmente le radici mesiali mostrano una attendibilità dell'84% e le radici distali del 96,1%.

## DISCUSSIONE

### Originalità dello studio sperimentale

Un'accurata revisione della letteratura internazionale pare evidenziare la mancanza di uno studio che metta in correlazione l'anatomia endodontica di denti umani, resa visibile allo stereomicroscopio grazie al processo di diafanizzazione, con l'immagine radiologica dell'endodonto ottenuta con un modello sperimentale di alveolo artificiale. Gli studi radiologici clinici non permettono una sistematica verifica dell'attendibilità delle interpretazioni radiologiche mediante una osservazione della reale conformazione anatomica tridimensionale del sistema di canali radicolari. Gli studi radiologici *in vitro* finora eseguiti non erano in grado di ricreare con fedeltà la visione "clinica" per la mancanza dell'interposizione dei tessuti duri corrispondenti all'osso alveolare.

### Analisi dei risultati dell'indagine radiologica ortoradiale

Le proiezioni ortoradiali possono essere interpretate avvalendosi della classificazione di Laurichesse e coll. (26). Tuttavia, mentre le immagini di I, II e III tipo sono individuabili piuttosto facilmente, quelle di IV e V tipo risultano le più difficili da riscontrare e interpretare. Lo spazio endodontico presente a livello apicale, caratterizzato da canali molto sottili, rappresenta infatti la porzione che più facilmente viene mascherata dall'interposizione dell'osso alveolare sul cammino delle radiazioni.

Considerando l'elevato numero di osservazioni compiute si è notato come esistano delle immagini radiologiche che apparentemente sembrano facilmente diagnosticabili corrispondenti ad un endodonto la cui interpretazione non suscita alcun dubbio, come nel caso dell'immagine di I tipo di un unico largo canale. Altre volte la verifica, ottenuta

Tab. 6

INDAGINE RADIOLOGICA ECCENTRICA Radice Distale			
Imbocchi canalari	Cornetti pulpari interpretati radiologicamente	Interpretazioni radiologiche corrette	% di attendibilità radiologica
1	63	63	100
2	13	10	76,9
3	—	—	—
Canale a forma di C	2	2	100
Numero complessivo di radici osservate radiologicamente		interpretazioni radiologiche corrette verificate visivamente	% di attendibilità radiologica complessiva
78		75	96,1

Tab. 7

INDAGINE RADIOLOGICA ECCENTRICA Radice Mesiale			
Imbocchi canalari	Numero di imbocchi osservati visivamente	valore %	valore % di interpretazione radiologica
1	14	17,9	5,1
2	55	70,5	85,8
3	7	8,9	6,4
Canale a forma di C	2	2,6	2,6



Tab. 8

INDAGINE RADIOLOGICA ECCENTRICA Radice Destale			
Imbocchi canalari	Numero di imbocchi osservati visivamente	valore %	valore % di interpretazione radiologica
1	65	83,3	80,7
2	10	12,8	16,6
3	1	1,3	—
Canale a forma di C	2	2,6	2,6

attraverso l'osservazione allo stereomicroscopio del dente diafanizzato, ha evidenziato un'anatomia endodontica diversa. Nei denti con radici fuse infatti, l'immagine radiologica sembra indicare la presenza di due condotti separati posti nella porzione centrale della radice, mentre la verifica della reale conformazione tridimensionale di questi elementi dentari mostra un unico canale. Questo dato conferma le ipotesi formulate da Manning (53) nel suo studio del 1990 sui secondi molari mandibolari (Figg. 5b, 5e).

L'attendibilità radiologica complessiva risulta superiore all'80%. La percentuale relativa alle radici mesiali (75,6%) è inferiore rispetto a quella relativa alle distali (84,6%). La maggiore difficoltà interpretativa probabilmente è dovuta alla particolare conformazione radicolare della radice mesiale che si accompagna ad una maggior complessità dell'endodonto.

I risultati di questo studio, mentre consentono di valutare la percentuale di attendibilità radiologica, non permettono di determinare la frequenza con cui un tipo di immagine radiologica si presenta nelle radici mesiali e distali dei molari inferiori. Questo è dovuto sia al numero troppo esiguo di campioni che non consente un dato statistico significativo, sia perché sarebbe stato necessario prendere in considerazione l'età di ogni dente che può influenzare la morfologia canalare e quindi anche il suo aspetto radiologico (1,6,14,19,52,53,64). L'immagine di I tipo, ad esempio, è un riscontro quasi costante nei denti giovani e soprattutto in quelli ancora in via di formazione con gli apici immaturi (Figg. 6b, 6e).

I risultati ottenuti quindi, pur considerando i limiti dell'indagine radiologica dovuti alla riproduzione bidimensionale di strutture tridimensionali, sembrano condividere le opinioni di quegli autori che affermano come sia possibile interpretare radiologicamente l'anatomia endodontica, sulla base di "chiavi" di lettura fornite da conoscenze di Anatomia, Radiologia ed Endodonzia (26,28,29).

#### Analisi dei risultati dell'indagine radiologica con proiezioni eccentriche

Le proiezioni radiografiche angolate che molto spesso sono prese poco in considera-

#### Indagine radio-fotografica dei campioni dentari

Ogni elemento dentario è documentato con due foto e tre radiografie

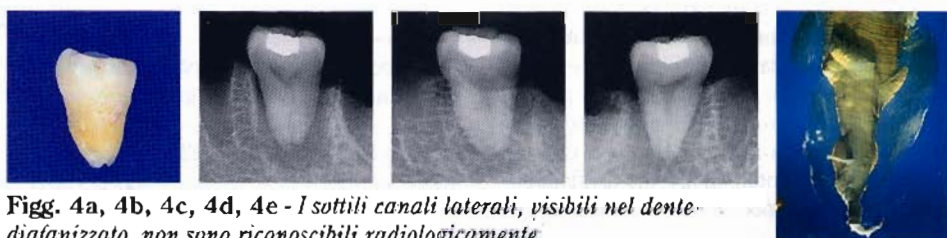
a - Foto del dente all'inizio della sperimentazione

b - Radiografia ortoradiale

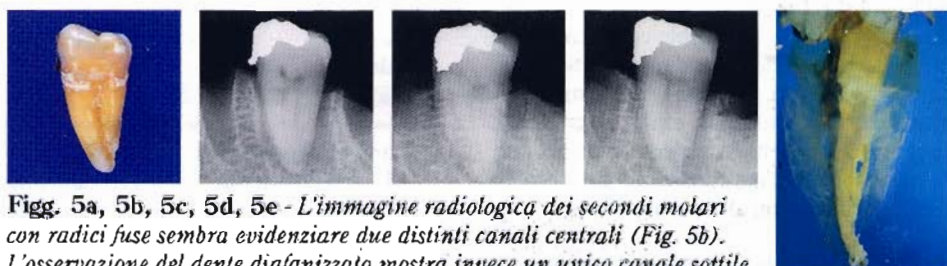
c - Radiografia eccentrica di 30° dal lato mesiale

d - Radiografia eccentrica di 30° dal lato distale

e - Foto allo stereomicroscopio del dente diafanizzato



Figg. 4a, 4b, 4c, 4d, 4e - I sottili canali laterali, visibili nel dente diafanizzato, non sono riconoscibili radiologicamente.



Figg. 5a, 5b, 5c, 5d, 5e - L'immagine radiologica dei secondi molari con radici fuse sembra evidenziare due distinti canali centrali (Fig. 5b). L'osservazione del dente diafanizzato mostra invece un unico canale sottile.

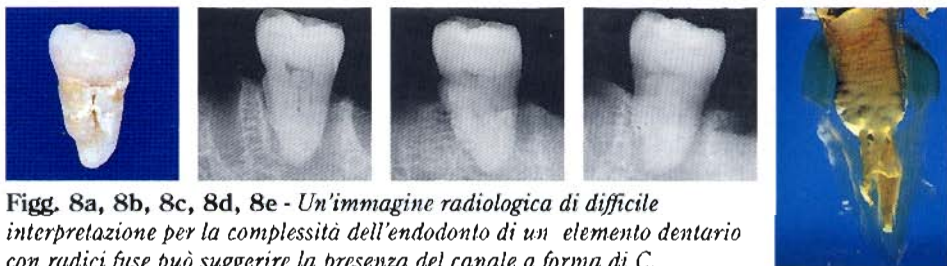


Figg. 6a, 6b, 6c, 6d, 6e - L'interpretazione dell'immagine radiologica di I tipo secondo Laurichesse, ha mostrato una attendibilità assoluta verificata costantemente con il processo di diafanizzazione.



Figg. 7a, 7b, 7c, 7d, 7e - La proiezione angolata può rivelare delle strutture anatomiche che il radiogramma ortoradiale non riesce ad evidenziare come lo sdoppiamento della radice mesiale in un primo molare inferiore (Fig. 7d).





**Fig. 8a, 8b, 8c, 8d, 8e** - Un'immagine radiologica di difficile interpretazione per la complessità dell'endodonto di un elemento dentario con radici fuse può suggerire la presenza del canale a forma di C.



**Fig. 9a, 9b, 9c, 9d, 9e** - Un'accurata osservazione di un radiogramma con l'ausilio di sistemi di ingrandimento può migliorare l'interpretazione dell'anatomia endodontica anche nella porzione apicale delle radici.

zione, hanno una notevole validità non solo nella pratica clinica endodontica ma anche nelle altre branche dell'Odontostomatologia. Per poter interpretare correttamente l'anatomia canalare di elementi pluriradicolati nelle proiezioni eccentriche occorre innanzitutto delimitare i contorni delle radici che vengono a sovrapporsi nella porzione centrale, per poi indirizzare l'osservazione verso le radiotrasparenze corrispondenti agli spazi canalari.

I radiogrammi angolati permettono una accurata analisi della camera pulpare e del terzo coronale della radice mettendo in evidenza il numero di cornetti pulpari e di canali che fuoriescono dagli imbocchi.

A livello del terzo medio della radice possono essere diagnosticati restringimenti, sdoppiamenti e confluenze canalari. Nella porzione inferiore della radice si possono a volte evidenziare eventuali curvature apicali vestibolari o linguali delle radici.

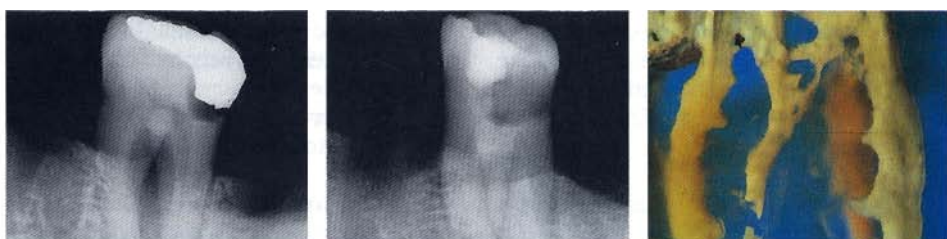
Le proiezioni angolate possono quindi accertare la presenza di due o più cornetti pulpari, canali o radici.

Applicando poi la regola dell'oggetto vestibolare è inoltre possibile diagnosticare sul radiogramma qual è la struttura anatomica vestibolare e quale quella linguale (65-68).

Le proiezioni eccentriche inoltre possono risultare utilissime anche per risolvere dei dubbi diagnostici (69). Permettono ad esempio di osservare la conformazione radicolare e quindi di individuare meglio alcune strutture anatomiche che possono risultare poco evidenti nei radiogrammi ortoradiali, come la presenza di radici accessorie (Figg. 7d, 7e).

In questo studio l'osservazione radiologica dello sdoppiamento dei cornetti con le proiezioni eccentriche ha mostrato, sia per le radici mesiali che per quelle distali, una attendibilità assoluta quando vengono interpretate immagini che evidenziano un singolo cornetto, tre cornetti distinti o una conformazione anomala della camera pulpare. Quest'ultima può suggerire la presenza del canale a forma di C soprattutto quando si accompagna ad altri parametri anatomici (Figg. 8b, 8e):

l'elemento su cui si indaga è un secondo molare inferiore  
sono presenti radici fuse



**Fig. 10a, 10b, 10c** - Un'accurata interpretazione delle proiezioni eccentriche sembra poter fornire preziose informazioni: il canale mesiale mediano (Fig. 10c), ad esempio, può essere evidenziato osservando lo sdoppiamento dei tre cornetti pulpari (Fig. 10a) o dei tre distinti canali nel terzo medio della radice (Fig. 10b).



**Fig. 11a** - L'ampia area di radiotrasparenza che occupa gran parte della radice può essere interpretata come un riassorbimento radicolare interno.



**Fig. 11b** - L'immagine allo stereomicroscopio del dente diafanizzato conferma la diagnosi radiologica.

■ sono visibili forami in posizione anomala che si aprono sui versanti vestibolare e linguale interpretabili come immagini di IV tipo.

Le osservazioni radiologiche che evidenziano due cornetti sono risultate le meno attendibili (82% per la radice mesiale e 76,9% per la distale) in quanto a volte l'immagine di due cornetti si accompagna alla presenza di un unico imbocco canalare sul pavimento della camera pulpare. Questo aspetto è a volte dovuto alla giovane età del dente in cui non si è ancora deposta la dentina che trasforma un unico canale a nastro in due condotti separati (70).

Il valore di attendibilità radiologica nell'interpretazione dell'anatomia endodontica dei molari inferiori, anche nel caso delle proiezioni eccentriche, risulta molto alto

(90,3%).

Come nelle proiezioni ortoradiali, la radice mesiale mostra una attendibilità (84,6%) inferiore rispetto a quella relativa alla radice distale (96,1%). Questo dato potrebbe essere legato alla minore variabilità morfologica della radice distale che molto spesso presenta sul pavimento della camera pulpare un unico imbocco, largo e tubulare o allungato a nastro, al quale si associa la presenza di un unico voluminoso cornetto pulpare facilmente individuabile con le proiezioni eccentriche.

Infine, sulla base delle nostre osservazioni eseguite attraverso tre diversi metodi di visualizzazione, l'immagine ingrandita sembra fornire un valido aiuto per l'interpretazione dell'anatomia endodontica, contrariamente a ciò che si verifica nell'osservazio-



ne delle lesioni di origine endodontica in cui l'ingrandimento può determinare una maggiore difficoltà interpretativa come dimostrato da Antrim (61).

Tra i sistemi di ingrandimento utilizzati, quello che si rivela più utile sembra essere la proiezione delle immagini radiologiche su uno schermo ottenuta inserendo il radiogramma in un proiettore da 35 mm.

## CONCLUSIONI

La semeiotica radiologica offre importanti informazioni all'operatore per risolvere con successo tutte le implicazioni clinico-chirurgiche che si presentano durante le varie fasi della terapia endodontica.

Per poter interpretare in un radiogramma tutte le informazioni che esso è in grado di fornirci tuttavia occorre poter disporre di immagini radiologiche di elevato livello

qualitativo. È quindi di estrema importanza poter disporre di un buono strumento radiogeno (71) e utilizzare la tecnica dei raggi paralleli che si avvale del cono lungo (72-74).

L'originalità di questo studio ha permesso di ottenere dei valori percentuali di attendibilità dell'interpretazione radiologica che è risultata essere superiore all'80% sia per le proiezioni ortoradiali che per quelle eccentriche.

L'attento esame dei risultati suggerisce, ogni volta che si osserva un radiogramma nella fase preoperatoria della terapia endodontica, di seguire un protocollo di osservazione i cui punti principali sono:

### Per le proiezioni ortoradiali:

1. Collocare l'immagine radiologica di ogni radice nella classificazione di Laurichesse.
2. Seguire accuratamente tutto il contorno della camera pulpare per valutare la sua estensione e per facilitare così la fase di pre-

parazione della cavità di accesso.

3. Osservare la radiotrasparenza corrispondente allo spazio endodontico per evidenziare eventuali anomalie anatomiche o alterazioni di tipo patologico (calcificazioni distrofiche pulpari, riassorbimenti interni).

### Per le proiezioni eccentriche:

1. Osservare il numero dei cornetti pulpari per estrapolare il numero degli imbocchi canalari sul pavimento della camera pulpare.
  2. Osservare eventuali sdoppiamenti dei canali o delle radici.
  3. Osservare la conformazione radicolare soprattutto nell'area della biforcazione.
- Seguire questo protocollo diagnostico potrà significare aumentare la percentuale di successo della terapia endodontica.
- Si può quindi concludere che soffermarsi sull'osservazione dell'anatomia endodontica da un radiogramma endorale consente di migliorare qualitativamente l'intervento e di abbreviare i tempi operativi della terapia.

## BIBLIOGRAFIA

- 1 - Barret MT. The internal anatomy of teeth with special reference to the pulp with its branches. *Dent Cosmos* 1925; 67: 581-92
- 2 - Pucci FM, Reig R. *Conductos Radiculares*. Montevideo: ed. Medico-Quirurgica, Vol I Barreiro Y Ramos, 1944
- 3 - Green D. Morphology of the pulp cavity of the permanent teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1955; 8: 743-59
- 4 - Barker BCW, Lockett BC, Parson KC. The demonstration of root canal anatomy. *Aust Dent J* 1969; 14: 37-41
- 5 - Green D. Double canals in single roots. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1973; 35: 689-96
- 6 - Garberoglio R, Bassa S. L'endodonto della radice mesiale dei molari inferiori. *Riv Odont* 1986; 5 (1): 5-12
- 7 - Gullà R, Riitano F, Riitano G. Studio dell'anatomia endocanalare mediante sezioni longitudinali, stampi e diafanizzazione. *G Int Endo* 1990; IV (2): 11-6
- 8 - Davis WC. Anatomy of apical third

- of roots of teeth. *Dent Items Interest* 1923; 45: 649-62
- 9 - Coolidge ED. Anatomy of the root apex in relation to treatment problems. *J Am Dent Assoc* 1929; 16: 1456-65
- 10 - Kuttler Y. Microscopic investigation of root apices. *J Am Dent Assoc* 1955; 50: 544-52
- 11 - Green EN. Microscopic investigation of root canal diameters. *J Am Dent Assoc* 1958; 57: 636-44
- 12 - Preiswerk G. *Lehrbuch und Atlas der Zahnheilkunde mit einshlub der mund krankheiten*. Munchen: JF Lehmann, 1903
- 13 - Fisher G. Über die feinere anatomie der Wurzelkanale Menschlichen Zahnhe. *Deutsche Monatschr Zahnheilkunde* 1907; 25: 544-52
- 14 - Hess WL. *Anatomy of the root canals of the permanent dentition*. 1st ed. London: John Bale & Danielsson, 1925
- 15 - Sommer RD, Ostrander FD, Crow-

- ley MC. *Clinical endodontics*. 2nd ed. Philadelphia and London: WB Saunders Co, 1961
- 16 - Skidmore AE, Bjørndal AM. Root canal morphology of the Human mandibular first molar. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1971; 32: 778-84
- 17 - Mueller AH. Morphology of root canals. *J Am Dent Assoc* 1936; 23: 1968-1706
- 18 - Cambon P. Etude anatomique des canaux aberrants des molaires et des premolaires permanentes. *Rev Fr Odont* 1967; 14: 1359-68
- 19 - Pineda F, Kuttler Y. Mesiodistal and buccolingual roentgenographic investigation of 7275 root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1972; 33: 101-10
- 20 - Von der Leher WN, Marsh RA. A radiographic study of the point of endodontic egress. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1973; 35: 105-9
- 21 - Lowman JV, Burke RS, Pelleu GB. Patent accessory canals incidence in



- molar furcation region. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1973; 36(4): 580-4
- 22 - Slowey RR. Radiographic aids in the detection of extra root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1974; 37: 762-8
- 23 - Kirkham DB. The location and incidence of accessory pulpal canals in periodontal pockets. *J Am Dent Assoc* 1975; 91: 353-6
- 24 - Hession RW. Endodontic morphology I. An alternative method of study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1977; 44(3): 456-62
- 25 - Kerekes K, Tronstad L. Morphometric observation on the root canals of Human molars. *J Endod* 1977; 3(3): 114-8
- 26 - Laurichesse JM, Cheperle P, Gribeau B. L'anatomie canalaire et son interpretation radiographique. *Actualités Odontomatol* 1977; 117-97
- 27 - Tamse A, Kaffe I. Radiographic survey of the prevalence of conical lower second molar. *Int Endod J* 1981; 14: 188-90
- 28 - Claisse A, Launay Y. La radiographie clinique en endodontie. *Rev Fr Endod* 1983; 2(1): 29-42
- 29 - Malagnino Va, De Luca M. Reperto radiologico preoperatorio dei canali radicolari. *Att Dent* 1988; 25: 8-15
- 30 - Malagnino VA, De Luca M. Studio-anatomia della camera pulpale nella radiografia endorale pre-operatoria. *Riv It Stomatol* 1988; 9: 49-59
- 31 - Walker RT. Root form and canal anatomy of mandibular first molars in a Southern Chinese population. *Endod Dent Traumatol* 1988; 4: 19-22
- 32 - Walker RT. Root form and canal anatomy of mandibular second molars in a Southern Chinese population. *J Endod* 1988; 14: 325-9
- 33 - Lenhossek M. Makroskopische anatomie zur genauen kenntnis der wurzelkanäle. *Budapest Handbuch der Zahnheilkunde* 1922
- 34 - Okumura T. Anatomy of the root canals. Trans seventh Int Dent Congress. *J Am Dent Assoc* 1927; 14: 632-9
- 35 - Keller O, Hess WL. Studies on the anatomical structure of root canals in Human dentition by a method of making the tooth substance transparent. Zurich 1928
- 36 - Aprile EC, Aprile H. Contribuicao ao estudo da topografia dos canais radiculares. *Rev Assoc Paul Cir Dent* 1947; 1: 13
- 37 - Sales Cunha E. Diafanizacão pelo processo Okumura-Aprile. *Rev Assoc Paul Cir Dent* 1948; 1: 11
- 38 - Rosensteil E. Transparent model teeth with pulps. *Dent Digest* 1957; 63: 154-7
- 39 - Aprile H, Figuin ME, Garino RR. *Anatomia Odontologica*. 4th ed. Buenos Aires: El Ateneo 1967
- 40 - Yoshiuchi Y, Takahashi K, Yokochi C. Studies of the anatomical forms of the pulp cavities with new method of vacuum injection. *Jpn J Oral Biol* 1972; 14: 156-85
- 41 - Seelig A, Gillis R. Preparation of cleared specimens for pulp cavity study. *J Dent Res* 1973; 52: 1154
- 42 - Vertucci FJ, Williams RG. Root canal morphology of the Human first molar. *J NJ Dent Assoc* 1974; 45: 27-8
- 43 - Vertucci FJ, Williams RG. Furcation canals in the Human mandibular first molar. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1974; 38: 308-14
- 44 - Fisher E, Ingersoll N, Bucher J. anatomy of the pulpal canal: three dimensional visualization. *J Endod* 1975; 1(1): 22-5
- 45 - Hasselgren G, Tronstad L. The use of transparent teeth in the teaching of preclinical endodontics. *J Endod* 1975; 1: 278-80
- 46 - Diaz JV. Comparación de hallazgos radiológicos y de transparentación en la anatomia de conductos radiculares. Caracas Imprenta Universitaria de la Universidad Central de Venezuela, 1977
- 47 - Robertson D, Leeb IJ, McKee M, Brewer E. A clearing technique for the study of root canal systems. *J Endod* 1980; 6: 421-4
- 48 - Garberoglio R, Bassa S. Il dente trasparente. *Mondo Odont* 1982; 1: 3-6
- 49 - Vertucci FJ. Root canal anatomy of the Human permanent teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1984; 58(5): 589-99
- 50 - Yang ZP, Yang SF, Lin YC, Shay JC, Chi CY. C-shaped root canals in mandibular second molars in a Chinese population. *Endod Dent Traumatol* 1988; 4: 160-3
- 51 - Becciani R, Castellucci A. I canali comunicanti e i canali confluenti in Endodonzia. XI° Congr Naz S.I.E. Montecatini (Pt), 22-25 Nov 1990
- 52 - Manning SA. Root canal anatomy of mandibular second molars part I. *Int Endod J* 1990; 23: 34-9
- 53 - Manning SA. Root canal anatomy of mandibular second molars: part II. C-shaped canals. *Int Endod J* 1990; 23: 40-5
- 54 - Riitano F, Boschi F, Riitano G, Gullà R, Grippaudo G. Diafanizzazione: strumento di controllo delle tecniche endodontiche. *Dent Cadmos* 1990; 58(7): 48-58
- 55 - Pao YC, Reinhardt RA, Krejci RF, Taylor DT. Computer graphics aided instruction of three-dimensional dental anatomy. *J Dent Educ* 1984; 48: 315-7
- 56 - Mayo V, Montgomery S, Del Rio C. A computerized method for evaluating root canal morphology. *J Endod* 1986; 12: 2-7
- 57 - Gullikson DC, Montgomery S. The study of root canal morphology using a digital image processing technique. *J Endod* 1987; 13(4): 158-63
- 58 - Berutti E. Analisi anatomo-clinica sulla strumentazione delle radici mesiali dei molari inferiori. XI° Congr. Naz. S.I.E. Montecatini (Pt), 22-25 Nov 1990
- 59 - Falchetta M, Falchetta L, Castellucci A. Preparazione di un alveolo artificiale per l'esame radiografico dell'endodonto di denti estratti. *G It Endo* 1992; 2: 64-68
- 60 - Falchetta M, Falchetta L, Castellucci A. Dispositivo per l'indagine radiografica in vitro di denti estratti inseriti in un alveolo artificiale. *G It Endo* 1992; 3: 137-139
- 61 - Antrim D. Reading the radiograph: a comparison of viewing techniques. *J Endod* 1983; 9: 502-4
- 62 - Walton RE. Endodontic radiography techniques. *Dent Radiogr Photogr* 1973; 46: 51-9
- 63 - Castellucci A, Becciani R, Bertelli E. Variabilità anatomica dei molari inferiori: canali a sorpresa. *Att Dent* 1986; 38: 10-25
- 64 - Philippas GG. Influence of occlusal wear and age on formation of dentine and size of pulp chamber. *J Dent Res* 1961; 40: 1186-98
- 65 - Clark CA. A method of ascertaining the relative position of unerupted teeth by means of film radiographs. *Odontology Section, Royal Society of Medicine Transaction* 1909-1910; 3: 87-9
- 66 - Richards AG. The buccal object rule. *Dent Radiogr Photogr* 1980; 53: 37-56
- 67 - Richards AG. La regola dell'oggetto vestibolare. Parte I. *Dent Cadmos* 1987; 6: 17-44
- 68 - Richards AG. La regola dell'oggetto vestibolare. Parte II. *Dent Cadmos* 1987; 7: 17-46
- 69 - Kreutz RW, Kinni ME. Pseudofractures of mandibular first molar. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1987; 64(6): 774-5
- 70 - Hess WL. Formation of root canals in Human teeth. *J Natl Dent Assoc* 1921; 8: 704-8
- 71 - Price C. The effects of beam quality and optical density on image quality in dental radiography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1986; 62: 580-8
- 72 - Updegrave WL. Simplifying and improving intraoral dental radiography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1959; 12(6): 704-16
- 73 - Updegrave WJ. Higher fidelity in intraoral roentgenography. *J Am Dent Assoc* 1961; 62: 1-8
- 74 - Rimondini L, Baroni C, Venturi M. Controllo radiografico in Endodonzia. *Dent Cadmos* 1990; 58(19): 46-52