

(*) Professore a contratto per la didattica integrativa nel corso di laurea in odontoiatria e protesi dentaria.

(**) Specializzando in odontostomatologia

Istituto poliedrico di discipline odontostomatologiche dell'Università degli studi di Siena. Direttore: professor Pierluigi Masi.

Motivazioni biologiche dell'otturazione canalare

Parole chiave: otturazione canalare

Rickert e Dixon (20) nel 1931 formularono una teoria detta "teoria del tubo vuoto" secondo la quale uno spazio vuoto all'interno di un organismo vivente tende a riempirsi entro breve tempo di fluidi tissutali. Tale teoria era basata sulla osservazione della presenza di reazione infiammatoria attorno alle estremità di tubi vuoti di acciaio e platino impiantati nell'animale da esperimento, reazione che invece veniva a mancare se l'impianto era costituito da materiale solido o non poroso.

Due anni più tardi Coolidge (5) arrivò alla conclusione che questi fluidi, che si accumulano all'interno di spazi vuoti così come all'interno di canali radicolari non riempiti o riempiti solo parzialmente, vengono rapidamente colonizzati da batteri ivi giunti per un fenomeno di anacoresi. Le sostanze irritanti derivate dal disfacimento del materiale organico contenuto nel fluido tissutale e dai prodotti del metabolismo batterico sarebbero la causa della reazione infiammatoria circostante.

Questa teoria ha influenzato per anni il concetto per il quale i canali radicolari devono essere riempiti fino all'apice anatomico ed ogni spazio vuoto deve pertanto essere obliterato completamente: nessuna porzione di canale non riempito deve servire come riserva per l'accumulo di fluidi tissutali od essudato infiammatorio in quanto ciò impedirebbe o ritarderebbe la guarigione della lesione periapicale.

Studi più recenti hanno messo in dubbio questo postulato dimostrando come fosse possibile impiantare nell'animale da esperimento tubi vuoti assolutamente sterili [vetro (23), polietilene

(28, 16)] o addirittura canali radicolari vuoti (6), ottenendo un'inflammatione blanda o del tutto assente.

Altri autori (14) hanno dimostrato che spazi vuoti ricavati all'interno di denti di plastica impiantati in alveoli freschi non producevano nessuna infiammazione attorno alle estremità aperte mentre addirittura in molti casi tali spazi venivano successivamente riempiti da tessuto fibroso od osseo. Quest'ultima evenienza era tanto più frequente quanto più l'apertura apicale era di dimensioni adeguate.

Questi studi più recenti quindi, infirmano fortemente la validità della precedente teoria del "tubo vuoto" e ci consentono di concludere che gli spazi vuoti all'interno di un tessuto vivente non si accompagnano necessariamente ad infiammazione o a distruzione tissutale, ma possono essere al contrario associati a riparazione fisiologica (figg. 1, 2).

Delivanis in un recente articolo (8) ha inoltre negato la possibilità dell'esistenza del fenomeno di anacoresi all'interno di un tubo vuoto o riempito da soli fluidi tissutali. La localizzazione elettiva in zone di infiammazione cronica di batteri trasportati dal torrente circolatorio (anacoresi) è un fenomeno ben noto e dimostrato sperimentalmente (3, 25, 11). Esso spiega ad esempio l'impianto di batteri in una polpa non esposta all'ambiente orale ma mortificata da un trauma.

Affinché si possa verificare il fenomeno delle anacoresi è però necessaria la presenza dei vasi sanguigni: i batteri si impiantano facilmente in uno spazio al cui interno è presente un tessuto, anche infiammato, in via di necrosi, ma pur sempre irrorato e non



Fig. 1 - Ascesso alveolare acuto a carico dell'elemento 36.

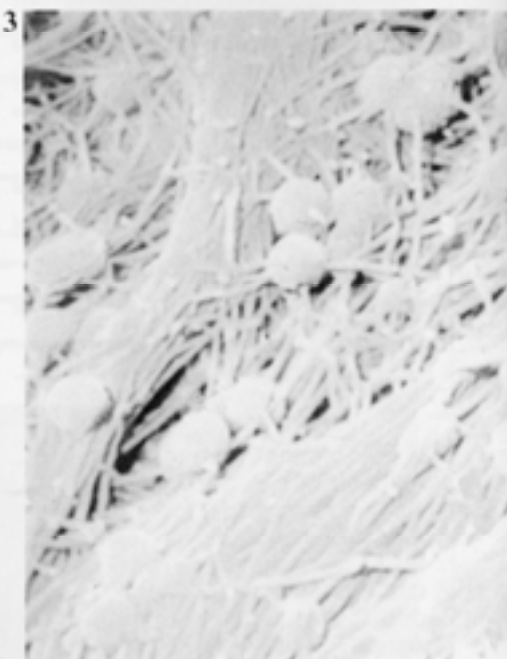


Fig. 2 - Stesso caso della figura precedente dopo due mesi dalla sola detersione e sagomatura del sistema dei canali radicolari. Si noti come la guarigione stia evolvendo.

Fig. 3 - Foto al M.S.E. che evidenzia la presenza di batteri all'interno del terzo apicale di un canale deterso e sagomato con strumentazione manuale e ipoclorito di Na al 2,5%. La zona era situata a valle di una calcificazione sporgente nel lume del canale e pertanto rappresenta un'area non toccata dagli strumenti.

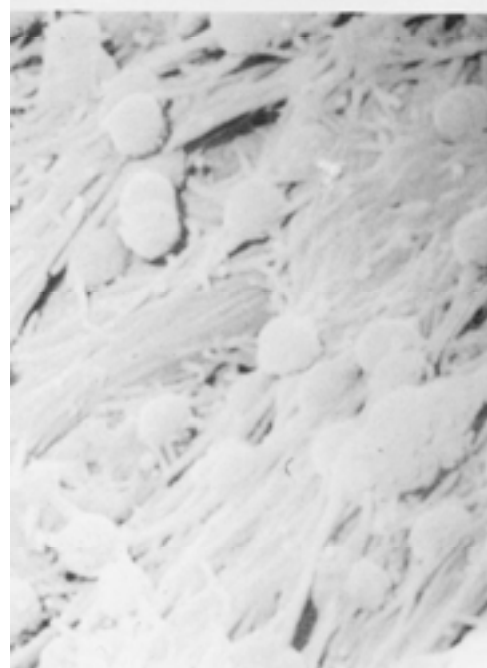


Fig. 1 - Acute alveolar abscess from the first left lower molar.

Fig. 2 - Same case of the previous figure, two months after cleaning and shaping of the root-canal system. Note how the healing is progressing.

Fig. 3 - Photo at the S.E.M., which points out the presence of bacteria inside the apical one third of a root canal cleaned and shaped with 2.5% sodium hypochlorite. The area was located beyond a calcification stuck to the canal wall, and therefore represents an area untouched by instruments.

Biological considerations on root-canal filling

Key word: Root-canal filling

In 1931 Rickert and Dixon (20) formulated a theory named the "hollowtube theory", according to which an empty space inside a living organism tends to fill up within a short time with tissue fluids. This theory was based on an observation of the presence of an inflammatory reaction around the open ends of implanted hollow steel and platinum tubes, reaction which, was not present around solid implants of nonporous materials.

Two years later Coolidge (5) reached the conclusion that these fluids which accumulate inside empty spaces, such as within unfilled or underfilled root canals, are rapidly colonized by bacteria which reach these spaces by means of a phenomenon of "anachoresis". The irritating substances derived from the breakdown of the organic material contained in the tissue fluid and from the products of the bacterial metabolism were supposedly the cause of the surrounding inflammatory reaction.

For years this theory has influenced the concept that root canals must be filled to the anatomic apex and every empty space must, therefore, be completely obliterated: no unfilled root-canal portion must serve as a reserve for the accumulation of tissue fluids or inflamed exudate, as this would prevent or delay the healing of the periapical lesion.

More recent studies have cast doubt on this postulate by demonstrating how it was possible to implant absolutely sterile empty tubes (glass (23), polyethylene (28,16)), or even empty root-canal (6) in the test animal, with little or no inflammation around the open ends of the tubes. Other

authors (14) have proved that empty spaces made inside plastic teeth implanted in fresh sockets did not produce any inflammation around the open ends, while in many cases these spaces were subsequently filled up with fibrous tissue or bone. This latter occurrence was more frequent the more the apical opening was of adequate dimension.

These more recent studies, therefore, considerably invalidate the previous "hollow-tube theory" and make it possible for us to conclude that the empty spaces inside a living tissue are not necessarily accompanied by inflammation or tissue breakdown, but can on the contrary be associated with physiological repair (figs 1, 2).

In a recent article, Delivanis (8) has, moreover, denied the possibility of the existence of the anachoresis phenomenon inside an empty tube or a tube filled with only tissue fluids. The elective localization in areas of chronic inflammation of blood-borne bacteria (anachoresis) is a well-known phenomenon, experimentally demonstrated (3, 25, 11). For example, it explains the implantation of bacteria in pulp unexposed to the oral environment but mortified by a trauma. In order for the anachoresis phenomenon to occur, the presence of blood vessels is, however, necessary: bacteria can easily localized in an area where tissue is present, even inflamed or on the way to necrosis, but still irrigated and not simply in a space filled with only tissue fluids where non blood circulation exists.

From all this it has been concluded that the cleaned and shaped root canals have also to be completely obliterated, not to

semplicemente in uno spazio riempito di soli fluidi tissutali.

Da tutto ciò si deduce che i canali radicolari detersi e sagomati vanno anche completamente oblitterati non per impedire la colonizzazione batterica dei fluidi tissutali bensì per evitare la sopravvivenza e la moltiplicazione all'interno dei fluidi stessi, che inevitabilmente vi si accumulano, di batteri sfuggiti anche alle più accurate manovre di sterilizzazione (fig. 3).

È infatti universalmente riconosciuto come la completa sterilizzazione di un canale radicolare infetto sia molto difficile se non impossibile da raggiungere, così come la completa rimozione di tutti i residui pulpari (30, 29, 2). I microrganismi restano isolati all'interno del sistema dei canali radicolari e protetti dalla attività fagocitaria delle difese dell'organismo, mentre la presenza di residui pulpari necrotici può servire come "pabulum" che contribuisce al mantenimento della loro vitalità.

Se il sistema dei canali radicolari verrà completamente otturato nelle sue tre dimensioni, tutti i microrganismi residui resteranno intrappolati all'interno dei tubuli dentinali fra il cemento radicolare da una parte ed il materiale da otturazione dall'altra senza alcuna possibilità di sopravvivenza (figg. 4,5).

Moawad infatti ha dimostrato (17) che questi batteri rinchiusi in un canale completamente oblitterato non sono più vitali dopo soli cinque giorni.

Una volta chiarito il motivo

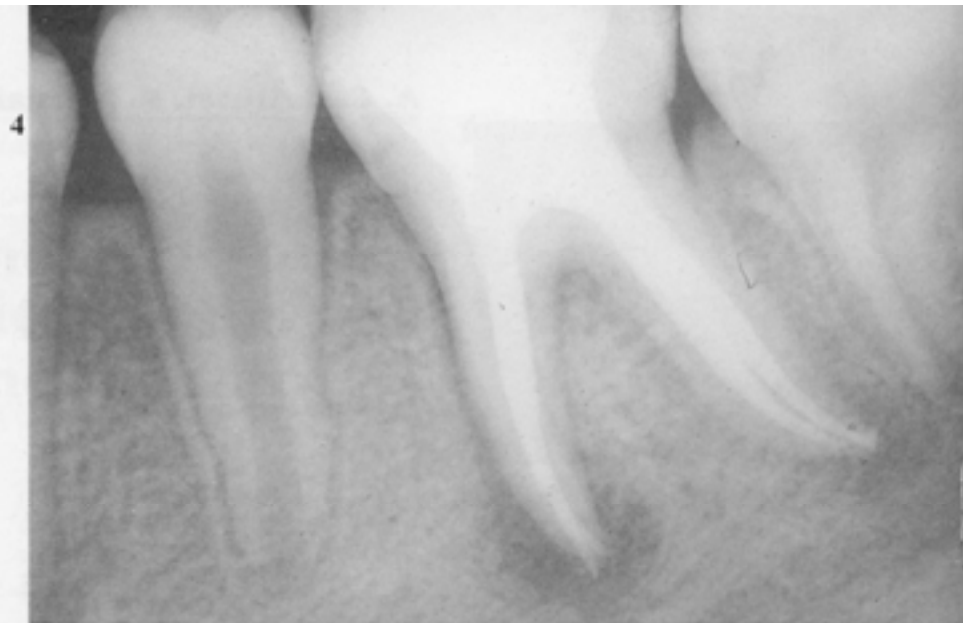


Fig. 4 - Stesso caso della fig. 1 e fig. 2 al termine della fase di otturazione canalare eseguita all'apice radiografico.

Fig. 5 - Controllo a 24 mesi del caso delle figure precedenti.

Fig. 6 - Si noti la presenza di cemento radicolare che sembra risalire sul lato destro del lume canalare.

Fig. 7 - In questo caso il massimo restringimento apicale non coincide con la giunzione cemento-dentinale.





5 prevent the bacterial colonization of the tissue fluids, but rather to avoid the survival and the multiplication, inside the fluids which inevitably accumulate there, of bacteria remaining from even the most careful sterilization procedures (fig. 3).

It is well known how difficult – if not impossible – is to achieve the complete sterilization of a infected root canal, just as the complete removal of all pulp tissue remnants (30, 29, 2). The microorganisms remain isolated inside the root-canal systems, protected by the phagocytic activity of the defensive elements of the body, while the presence of necrotic debris can serve as “pabulum” and contribute to the maintenance of their viabilities. If the root-canal system is completely filled in its three dimensions, any remaining microorganism will be entrapped in the dentinal tubules between the cementum on one side and the canal filling material on the other, without any possibility of survival (figs 4, 5). Moawad showed (17) that such bacteria entrapped in a completely filled root canal are nonviable within five days after root canal filling.

Once the reason why the cleaned and shaped root canals must also be filled has been clarified, we enter upon another greatly discussed subject, which perhaps will be still discussed for a long time, namely where to stop our root-canal filling.

In agreement with what Grove asserted in the far 1929 (13), many authors maintain that the in-

⇒

Fig. 4 – Same case as fig. 1 and fig. 2 at the end of the root-canal filling procedure performed at the radiographic apex.

Fig. 5 – Recall 24 months later. Same case as fig. 1, 2 and 4.

Fig. 6 – Note the presence of radicular cementum which seems to climb the right side of the canal wall.

Fig. 7 – In this case the maximum apical constriction does not coincide with the dentinocemental junction.

per il quale i canali radicolari detersi e sagomati devono anche essere otturati, affrontiamo un altro argomento molto discusso e che forse farà discutere ancora per molto tempo e cioè dove terminare la nostra otturazione canalare.

In accordo con quanto sostenuto da Grove fino dal 1929 (13), molti autori sostengono che la strumentazione e l'otturazione canalare devono fermarsi a livello della giunzione-cemento dentinale in corrispondenza della quale esiste la massima costrizione apicale. In quel punto inoltre termina il tessuto pulpare e quindi dall'endodonto si passa al parodonto: le pareti canalari non sono più formate da dentina ma da cemento.

In teoria questo modo di vedere le cose è giustissimo in quanto la costrizione apicale assicura un buono stop al nostro materiale da otturazione che deve avere il massimo rispetto per il parodonto. In pratica però le cose vanno diversamente.

Coolidge (4), già nel 1929 scriveva che la sede della giunzione cemento-dentinale è così variabile, che tentare di usarla come guida durante la rimozione della polpa e l'otturazione del canale può essere di scarso aiuto per l'operatore. Tale giunzione infatti ha spesso limiti non netti e si può trovare a differenti livelli all'interno del canale stesso (figg. 6, 7).

Il tessuto pulpare osservato al momento in cui entra all'interno del canale ha inoltre le stesse caratteristiche sia poco prima che poco dopo il suo attraversamento del forame: è un largo fascio di vasi sanguigni, nervi e tessuto connettivo (fig. 8).

Anche Skillen (24) sottolinea l'impossibilità, da un punto di vista istologico, di definire una netta linea di demarcazione fra polpa da una parte e "membrana parodontale" dall'altra, per cui risulta impossibile anche istologicamente trovare un punto all'interno del canale nel quale finisca il tessuto pulpare e cominci quello parodontale.

Orban (18), in accordo con quanto scritto da Coolidge, afferma come da un punto di vista pratico sia impossibile usare la

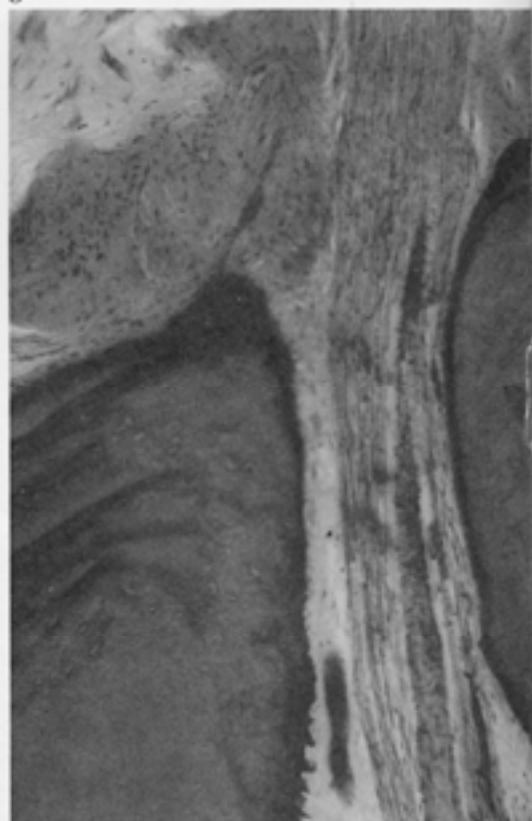
giunzione cemento-dentinale come confine nella preparazione e otturazione endodontica e che quando questo si verifica il più delle volte è per caso.

Bisogna inoltre tener presente che, sempre da un punto di vista pratico, la localizzazione della giunzione-cemento dentinale come sede della massima costrizione apicale affidata alla sensibilità tattile può essere spesso ingannevole. Il restringimento del lume canalare può essere infatti dovuto alla presenza di una calcificazione più o meno lontana dal reale termine dell'endodonto (figg. 9, 10).

In conclusione, sia per motivi istologici (completa irregolarità del confine cemento-dentinale, mancanza di differenziazione del fascio vascolo nervoso pulpare prima e dopo il suo ingresso nel forame apicale) sia per motivi clinici (impossibilità di poter identificare radiograficamente e localizzare tattilmente tale giun-



8



10

Fig. 8 - Il fascio vascolo nervoso pulpare presenta le stesse caratteristiche sia prima sia dopo il suo attraversamento del forame apicale.

Fig. 9 - La massima costrizione apicale in questo caso è dovuta alla presenza di una calcificazione situata a circa 2mm dalla giunzione cemento-dentinale.

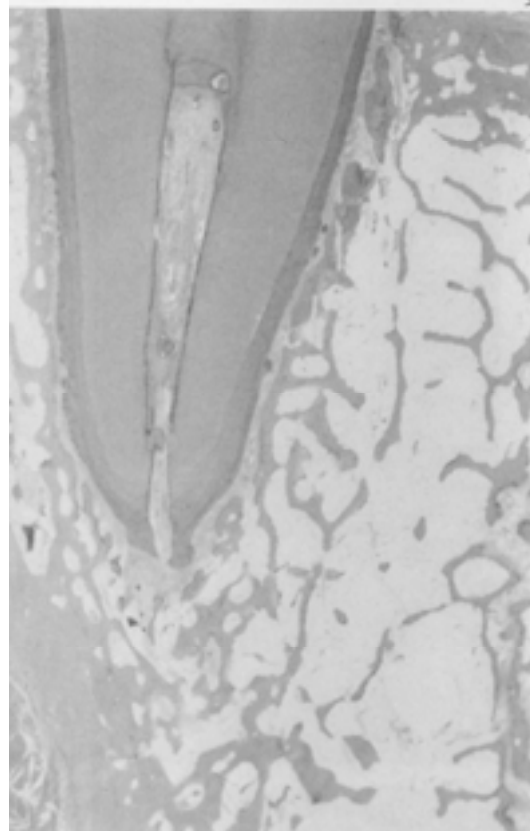
Fig. 10 - Ingrandimento della figura precedente.

Fig. 11 - Lo strumento (lima tipo K n.20) sembra all'apice radiografico. Si noti la posizione delle alette dell'uncino della diga.

Fig. 12 - Stesso caso della figura precedente. Senza variare la lunghezza di lavoro dello strumento, viene cambiata l'inclinazione della testa dell'apparecchio radiografico (si noti la sovrapposizione delle alette dell'uncino). Lo strumento appare ora chiaramente oltre apice di circa 3mm.

Fig. 13 - Stesso caso delle figg. 1, 2, 4, 5. Presenza di carie destruenti dopo cinque anni dal completamento della terapia. Si decide l'estrazione del 36.





strumentation and the root-canal filling must stop at the level of the dentinocemental junction, where the maximum apical constriction is. Furthermore, at that point the pulp tissue ends and therefore from the endodontic tissue we pass to the periodontal tissue: the root-canals walls are no longer formed of dentine but of cementum.

In theory this way of thinking is correct, since the apical constriction guarantees a good stop to our filling material, which must have the greatest respect for the periodontal tissue. In practice, however, things are different.

Already in 1929 Coolidge (4) wrote that the location of the dentinocemental junction is so variable that to use it as a guide in the removal of the pulp tissue and the filling of the root canal would be of little help to the operator. This junction, in fact, often has not very clear limits, and can be found at different levels

inside the same root canal (figs 6, 7).

The pulp tissue observed at the level where it enters the root canal has, moreover, the same characteristics both before and after its crossing of the foramen: it is a large bundle of blood vessels, nerves and connective tissue (fig. 8).

Skillen (24), too, emphasizes the impossibility – from a histological point of view – of distinguishing a sharp line of demarcation between the pulp and the "peridental membrane". For this reason, it is also histologically impossible to find a point inside the root canal where the pulp tissue terminates and the periodontal tissue begins.

Orban (18), in agreement with what Coolidge wrote, affirms how, from a practical point of view, it is impossible to use the dentinocemental junctions as a landmark in the preparation and endodontic filling, and that when this is accomplished, most of the time it is by chance.

It is also necessary to keep in mind that, always from a practical point of view, the location of the dentinocemental junction as the apical constriction entrusted to tactile sensitivity can often be deceptive. The constriction of the canal could be due to the presence of a calcification more or less remote from the real limit of the endodontic space (figs 9, 10).

In conclusion, both for histological reasons (complete irregularity of the dentinocemental junction, the lack of differentiation of the pulp tissue before and after its entry into the apical foramen) and for clinical reasons (the impossibility of being able to identify radiographically and localize tactilely this junction), even if it would be desirable to terminate the preparation and filling at the dentinocemental junction, this is unfortunately impossible.

Other researchers then make use of mathematical formulas and statistics, but even this method cannot be considered accurate, because it is approximative.

When Kuttler (15) affirms that

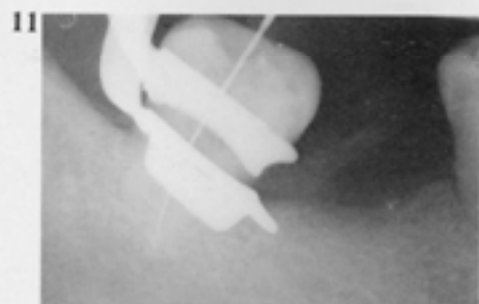


Fig. 8 – The character of the tissue entering the foramen appears the same as that farther up in the canal.

Fig. 9 – The maximum apical constriction in this case is due to the presence of a calcification located at about 2 mm from the dentinocemental junction.

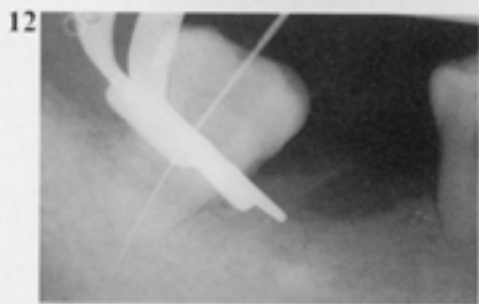


Fig. 10 – Enlargement of the preceding figure.

Fig. 11 – The instrument n. 20 K File seems to be at the radiographic apex. Note the position of the wings of the clamp.

Fig. 12 – Same case as the preceding figure. Without varying the working length of the instrument, the inclination of the radiographic machine has been changed (note the superimposition of the wings of the clamp). The instrument now appears clearly beyond the apex by about 3 mm.



Fig. 13 – The same case as in figs 1, 2, 4 and 5. Presence of decay five years after completion of the therapy. It was decided to extract the tooth.

zione), anche se sarebbe auspicabile riuscire ogni volta a terminare la preparazione e l'otturazione a livello della giunzione cemento-dentinale, ciò è purtroppo impossibile.

Altri ricercatori fanno allora uso di formule matematiche e di statistiche, ma anche questo metodo non può considerarsi rigoroso in quanto pecca di approssimazione.

Quando Kuttler (15) afferma che lo "spessore medio" del cemento apicale è di 0,5 mm, ammette in altre parole che terminando l'otturazione canalare a 0,5 mm dall'apice alcune volte si è corti mentre altre si è lunghi rispetto alla giunzione ed al punto di arresto ideale. Secondo Green (12), il punto di massima costrizione apicale si troverebbe in media a 0,75 mm dal forame.

Secondo Pecchioni (19), considerando lo spessore medio del cemento e del legamento alveolo dentario, è bene che la preparazione ed otturazione canalare si arresti a 0,5-1 mm dall'apice radiografico per avere la sicurezza di lavorare fino all'apice endodontico, cioè alla giunzione cemento-dentinale.

Da tutto ciò si può dedurre che la distanza dalla quale ci dovremmo tenere dal forame apicale varia a seconda delle diverse scuole.

Secondo Schilder (22), la preparazione e l'otturazione canalare devono essere eseguite fino al "termine radiografico del canale".

Questo porta alle seguenti considerazioni:

- la sua determinazione non è arbitraria o soggettiva e non è dettata dalle statistiche.

- è facilmente riconoscibile clinicamente da operatori anche di scuole diverse, attraverso la semplice osservazione di una radiografia intraoperatoria correttamente eseguita (figg. 11, 12).

- nel 50% dei casi (12) il termine radiografico del canale coincide con l'apice anatomico (apertura del canale sulla superficie esterna della radice o forame vero e proprio) ed è situato all'apice geometrico della radice.

- nel caso in cui l'emergenza del canale non sia all'apice geome-

Fig. 14 - Stesso caso: radiografia in proiezione mesio-distale delle radici dell'elemento 36.

Fig. 15 - Stesso caso: radice mesiale.

Fig. 16 - Stesso caso: radice distale.

trico della radice ma in posizione laterale, questa sarà sempre riconoscibile radiograficamente se situata in posizione mesiale o distale, come spesso accade

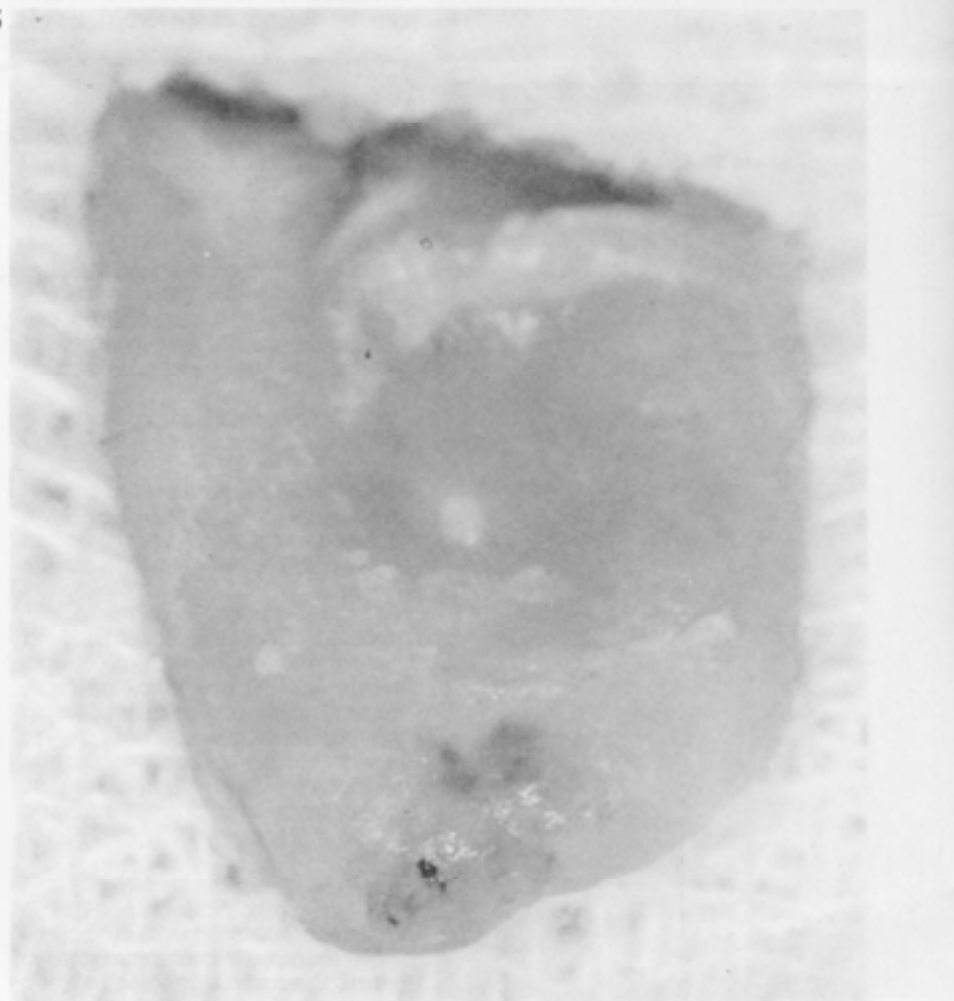
- nel caso in cui invece il forame sia spostato in posizione vestibolare o linguale, è ovvio che il termine radiografico del canale potrà essere di qualche frazione di mm spostato rispetto al forame vero e proprio. Tale distanza, misurata da Dummer (9) sulla superficie esterna della radice in un gruppo di 270 denti



14



15



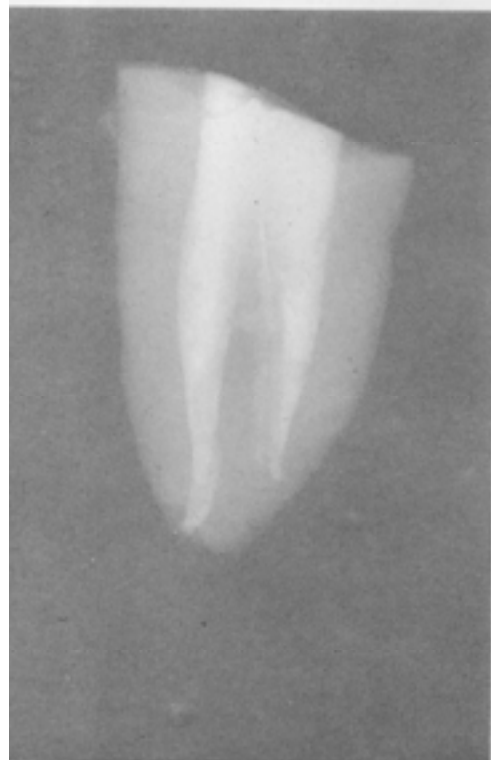


Fig. 14 - Same case: radiograph in mesio-distal projection of the roots.

Fig. 15 - Same case: mesial root.

Fig. 16 - Same case: distal root.

the "average thickness" of the apical cementum is 0.5 mm, he admits in other words that by terminating the root canal filling at 0.5 mm from the apex, very often we are short from the junction, while other times we pass through the junction and the ideal stopping point.

According to Green (12), the point of greatest apical constriction should be found on an average at 0.75 mm from the foramen.

According to Pecchioni (19), considering the average thickness of the cementum and of

the periodontal ligament, the preparation and root-canal filling should stop at 0.5-1 mm from the radiographic apex, to be sure we are working at the endodontic apex, or, in other words, at the dentinocemental junction.

It can be concluded that the distance which we should maintain from the apical foramen varies in accordance with the different schools.

According to Schilder (22), the cleaning and shaping and the root-canal filling must be performed at the "radiographic terminus of the canal".

This leads to the following considerations:

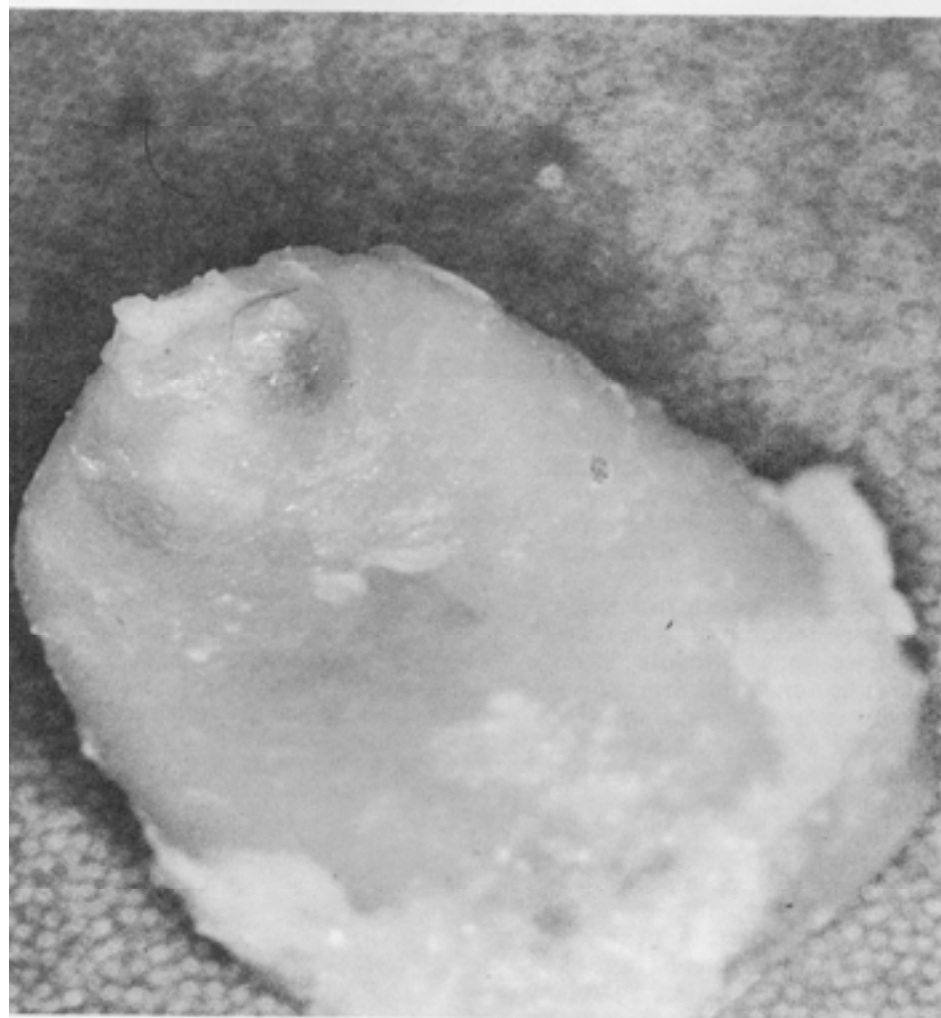
- its location is not arbitrary or subjective, and is not dictated by statistics;
- it is easily clinically recognizable by operators even of different schools, through the simple observation of a well angulated intraoperative radiograph (figs 11, 12);

- in 50% of the cases (12), the radiographic terminus of the root canal coincides with the anatomic apex (opening of the root-canal on the outside surface of the root or foramen), and is located at the geometric apex of the root;

- if the foramen is not at the geometric apex of the root, but in a lateral position, this will always be recognizable by means of a radiograph if it is located in a mesial or distal position, as often occurs;

- if the foramen is shifted into a vestibular or lingual position, it is obvious that the radiographic terminus of the canal could be a few fractions of a millimeter far away from the actual foramen. This distance, measured by Dummer (9), on the outside surface of the root in a group of 270 teeth, resulted on an average to be 0.38 mm.

The conclusion which we can draw from all this is the following: if we want to consider to choice of the radiographic terminus of the canal as approximate (since sometimes this involves an instrumentation and a root canal filling slightly beyond the apex),



16

è risultata essere in media 0,38mm.

La conclusione che possiamo trarre da tutto ciò, è la seguente: se si vuole considerare approssimativa la scelta del termine radiografico del canale (dato che ciò talvolta comporta una preparazione ed una otturazione leggermente oltre apice), essa non può essere considerata più approssimativa della scelta di restare a 0,5mm o a 0,75mm o ad 1mm corti rispetto all'apice.

Il risultato di tale scelta porta spesso al mancato trattamento di una porzione di canale ben più ampia o all'intasamento del forame apicale. D'altra parte tale scelta non mette al riparo da una eventuale sovrastrumentazione, con conseguente sovrariempimento, di quei casi limite in cui l'apertura del forame apicale dista numerosi millimetri dall'apice radiografico.

Secondo il nostro parere pertanto è da preferire una tecnica che adotta come punto cui riferire la lunghezza di lavoro degli strumenti il termine radiografico del canale, pur sapendo che talvolta (è cioè l'eccezione non la regola) questo comporta un'otturazione che sporge al di là del forame di qualche frazione di millimetro (figg. 13, 14, 15, 16).

In ciò siamo confortati dal fatto che un piccolo eccesso di materiale da otturazione in un canale tridimensionalmente riempito, è irrilevante e ben tollerato dall'organismo come dimostrato da studi compiuti da numerosi autori (21, 7, 1, 27, 26, 10) (figg. 17, 18).

Conclusioni

Il ruolo dell'otturazione canale non è solo quello di assicurare un sigillo a tutte le vie di comunicazione fra endodonto e parodonto. Da essa infatti possiamo aspettarci la neutralizzazione di quei batteri che possono essere sfuggiti alle più accurate manovre di detersione e sagomatura.

Inoltre possiamo affermare che, essendo attualmente impossibile localizzare la giunzione cemento-dentinale (punto ideale di arresto del nostro trattamento in

quanto sede della massima costrizione apicale, termine dell'endodonto e punto d'inizio del parodonto) e dovendo quindi e comunque scendere ad un compromesso, la scelta del termine radiografico del canale come punto fermo del nostro trattamento endodontico è un compromesso maggiormente accettabile che non l'arbitraria individuazione di altri punti posti a differenti altezze all'interno del canale stesso.

Riassunto

Gli autori dopo una attenta revisione della letteratura prendono in considerazione le motivazioni biologiche dell'otturazione

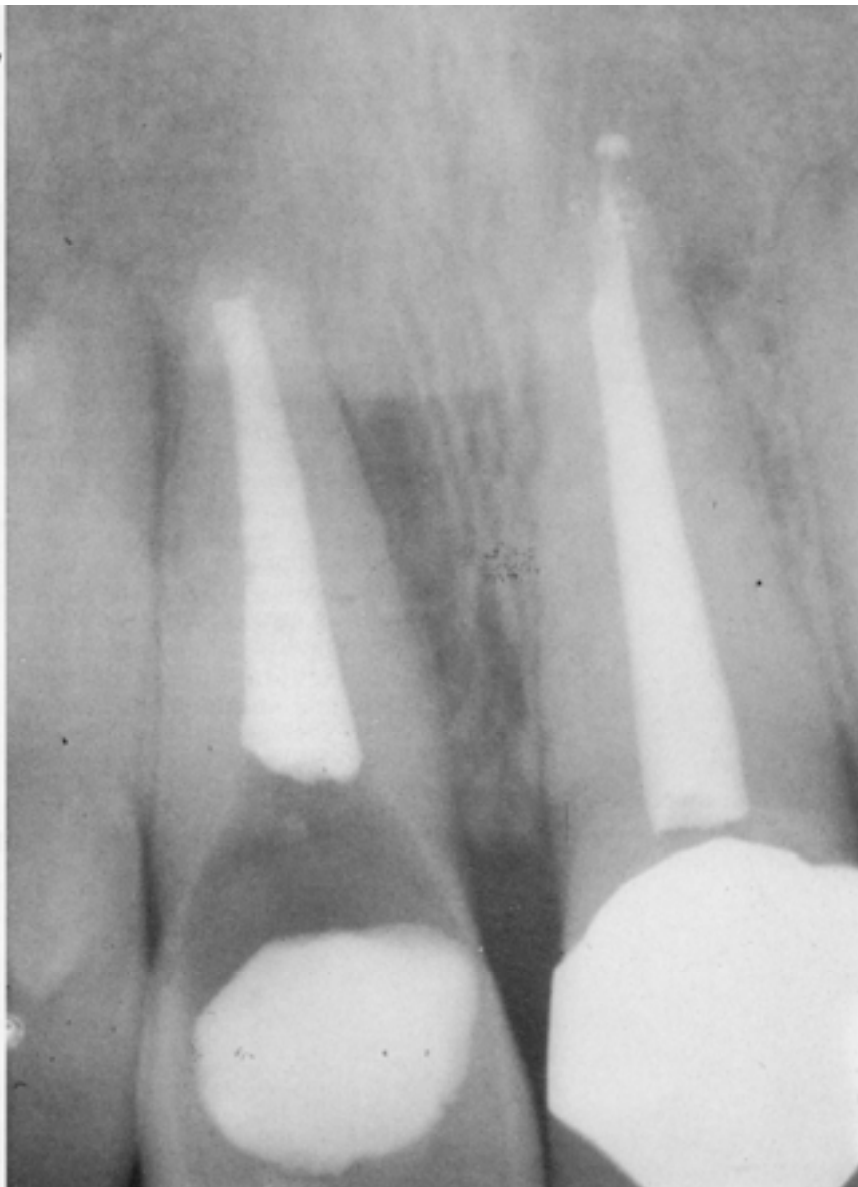


Fig. 17 - Radiografia al termine del trattamento endodontico degli elementi 11 e 21 che presentavano entrambi un'area di radiotrasparenza. Da notare come a carico del 21 si sia verificato un leggero sovrariempimento mentre l'otturazione del canale dell'11 risulti leggermente "corta".

Fig. 18 - Radiografia di controllo a distanza di sette mesi. Si nota come la guarigione sia nettamente evoluta a carico dell'elemento 21 contemporaneamente al peggioramento della lesione sull'11.

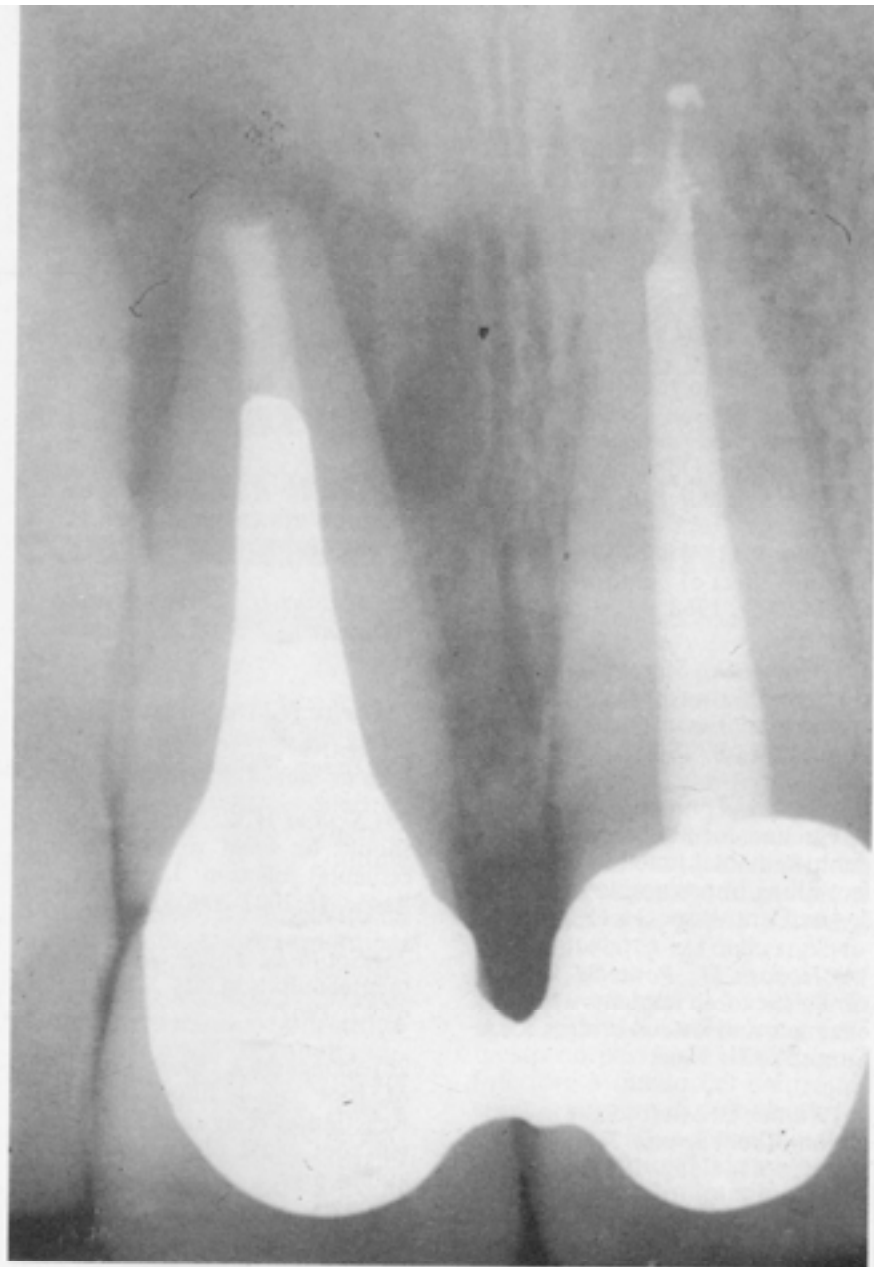


Fig. 17 – Prosperative radiograph of two central incisors which both presented an area of radiolucency. Note that the left incisor is slightly overfilled, while the filling of the root canal of the right incisor is slightly short.

Fig. 18 – Recall seven months later. We can note how the healing is progressing on the left incisor, while the right represents a failure.

it cannot be considered more approximate than the choice of remaining at 0.5 mm or at 0.75 mm or at 1 mm short of the apex.

The result of this choice often leads to the failure to treat a wider portion of the root canal or to the blocking-up of the apical foramen with the dentin mud. On the other hand, this choice does not protect from a possible over-instrumentation, with a consequent over-filling, of those limit cases where the opening of the apical foramen is many millimeters short of the radiographic apex.

In our opinion, therefore, it is preferable a technique which adopts as reference point for the working length of the instruments the radiographic terminus

18 of the canal, even knowing that sometimes (and that is the exception, not the rule) this involves a filling which protrudes beyond the foramen by a few fractions of a millimeter (fig.s 13, 14, 15, 16).

In this we are supported by the fact that a small excess of filling material in a root canal filled in its three-dimensions is irrelevant and is well-tolerated by the organism, as has been demonstrated by studies carried out by various authors (21, 7, 1, 27, 26, 10) (fig.s 17, 18).

Conclusions

The role of root-canal filling is not only to seal all the "portals of exit" of the endodontic space. From the root canal filling we can also expect the neutralization of those bacteria which may have escaped the most careful cleaning and shaping procedures.

Furthermore, since it is impossible to locate the dentinocemental junction (ideal stop for our treatment as location of the maximum apical constriction, end of the endodontic tissue and beginning of the peridontal tissue) and we have to make a compromise, the choice of the radiographic terminus of the canal as a fixed point of our endodontic treatment is a more acceptable compromise than the arbitrary identification of other points located at different levels inside the root canal itself.

Summary

After a careful review of the literature, the authors consider the biological motivations for root-canal filling, which has the task – beside the sealing of all the "portals of exit" – of neutralizing the bacteria which have possibly remained inside the root canal.

Then, as far as the choice of the level where to stop the filling is concerned, the authors declare themselves to be definitely in favour of the use of the radiographic terminus of the canal.

⇒

canalare, la quale ha il compito oltre che di sigillare le vie di comunicazione fra endodonto e parodonto, anche di neutralizzare

i batteri eventualmente rimasti all'interno del canale.

Per quanto riguarda poi la scelta del livello al quale fermare

l'otturazione stessa, gli autori si dichiarano decisamente favorevoli all'uso del termine radiografico del canale.

BIBLIOGRAFIA

- 1) *Bergenholtz G., Lekholm U., Milthorpe R., Engstrom B.*: Influence of apical overinstrumentation and overfilling on re-treated root canal. *J. Endod.* 5:310-314, 1979.
- 2) *Bolanos O.*: Scanning electron microscopic study of the efficacy of various irrigating solution and instrumentation techniques. M. S. Thesis, University of Minnesota, July, 1976.
- 3) *Burke G.W., Knighton H.T.*: The localization of microorganism in inflamed dental pulps of rats following bacteremia. *J. Dent. Res.* 39: 205, 1960.
- 4) *Coolidge E.D.*: Anatomy of the root apex in relation to treatment problems. *J. Am. Dent. Assoc.* 16: 1456-1465, 1929.
- 5) *Coolidge E.D.*: The status of pulpless teeth as interpreted by tissue tolerance and repair following root canal therapy. *J. Am. Dent. Assoc.* 20:2216-2218, 1933.
- 6) *Davis S.M., Joseph W.S., Bucher J.F.*: Periapical and intracanal healing following incomplete root canal fillings in dogs. *Oral Surg.* 31: 662-675, 1971.
- 7) *Deemer J.P., Tsaknis P.J.*: The effects of overfilled polyethylene tube intraosseous implants in rats. *Oral Surg.* 48:358-373, 1979.
- 8) *Delivanis P.D., Snowden R.B., Doyle R.J.*: Localization of blood-borne bacteria in instrumented unfilled root canals. *Oral Surg.* 52: 430-432, 1981.
- 9) *Dummer P.M.H., McGinn J.H., Rees D.G.*: The position and topography of apical canal constrictions and apical foramen. *Int. Endod. J.* 17:192-198, 1984.
- 10) *Feldmann G., Nyborg H.*: Tissue reactions to root-filling materials. Comparison between gutta-percha and silver amalgam implanted in rabbit. *Odontol. Revy.* 13 (1):1-14, 1962.
- 11) *Gier R.E., Mitchell D.F.*: Anachoretic effect of pulpitis. *J. Dent. Res.* 47:564, 1968.
- 12) *Green D.*: Stereomicroscopic study of 700 root apices of maxillary and mandibular posterior teeth. *Oral Surg.* 13:728-733, 1960.
- 13) *Grove C.J.*: A simple standardized technic for filling root canal to dento-cemental junction with perfect filling impermeable materials. *J. Am. Dent. Assoc.* 16:1594, 1929.
- 14) *Hodosh M., Povar M., Shklar G.*: Plastic tooth implants with root channels and osseous bridges. *Oral Surg.* 24:831, 1967.
- 15) *Kuttler Y.*: Microscopic investigation of root apices. *J. Am. Dent. Assoc.* 50:544-552, 1955.
- 16) *Makkes P., Thoden Van Velzen S.K., Wesselink P.R., De Greeve P.C.M.*: Polyethylene tubes as a model for the root canal. *Oral Surg.* 44:293-300, 1977.
- 17) *Moawad E.*: The variability of bacteria in sealed root canal. M.S. Thesis, University of Minnesota, 1970.
- 18) *Orban B.*: Why root canal should be filled to the dentino-cemental junction. *J. Am. Dent. Assoc.* 16:1086-1087, 1930.
- 19) *Pecchioni A.*: Endodonzia Manuale di tecnica operativa. 4a ed., Istituto per la comunicazione audiovisiva ICA, Milano, 1986.
- 20) *Rickert U.G., Dixon C.M. Jr.*: The controlling of root surgery. Transaction of the eighth International Dental Congress, Federation Dentaire International: 15-22, Paris, 1931.
- 21) *Schilder H.*: Filling root canals in three dimensions. *Dent. Clin. North Am.* 11:723-744, 1967.
- 22) *Schilder H.*: Corso avanzato di endodonzia. Isinago, Firenze, 1987.
- 23) *Selye H.*: Diaphragms for analyzing the development of connective tissue. *Nature*, 184:701, 1959.
- 24) *Skillen W.G.*: Why root canal should be filled to the dentino-cemental junction. *J. Am. Dent. Assoc.* 16:2082-2090, 1930.
- 25) *Smith L., Toppe G.D.*: Experimental pulpitis in rats. *J. Dent. Res.* 41:17, 1962.
- 26) *Spangberg L.*: Biological effects of root canal filling materials. Reaction of bony tissue to implanted root canal filling material in guinea pigs. *Odontol. Tidskr.* 77:133-159, 1969.
- 27) *Spangberg L.*: Biological effects of root canal filling materials. Toxic effect in vitro of root canal filling materials on He La cells, and human skin fibroblast. *Odontol. Revy.* 20:427-436, 1969.
- 28) *Torneck C.D.*: Reaction of rat connective tissue to polyethylene tube implant. Part. 1, *Oral Surg.* 21:379-387, 1966.
- 29) *Tucker J., Mizrahi S., Sletzer S.*: Scanning electron microscopic study of the efficacy of various irrigating solutions. *J. Endod.* 2:71, 1976.
- 30) *Walton R.*: Histologic evaluation of different methods of enlarging the pulp canal space. *J. Endod.* 2:307, 1976.