

A. Ferrara (*), **T. Testori (**)**, **R. Conca (**)**, **A. Pecchioni (**)**

(*) Professore a.c. di parodontologia - Scuola di specializzazione in odontostomatologia dell'Università di Parma

() G.U.S.I.O. - Gruppo universitario studi in odontoiatria**

Clinica Odontoiatrica Università di Parma - Direttore Prof. P.U. Gennari
Scuola di Specializzazione in Odontostomatologia - Direttore Prof. L. Fiamminghi

Successi ed insuccessi in endodonzia: analisi logistica multivariata di una serie continuativa di 1000 elementi dentali trattati endodonticamente da specialisti ed odontoiatri generici

Riassunto È stata condotta una ricerca statistica sulla prevalenza delle lesioni apico-periapicali su una serie continuativa di 1000 denti. È stato usato il criterio delle diagnosi radiologica e sono state prese in esame 8 variabili: 1) Arcata dentale superiore ed inferiore, 2) Tipo di dente, 3) Numero dei canali, 4) Tipo di canale (curvo o diritto), 5) Limite apicale dell'otturazione, 6) Materiale da otturazione, 7) Condensazione, 8) Modalità di ricostruzione delle corone.

Il 42,7% dei trattamenti presentava delle lesioni apico-periapicali. Inizialmente è stata condotta un'analisi monovariata allo scopo di poter associare ciascuna variabile alla presenza di lesioni apico-periapicali. Il limite apicale, il materiale da otturazione e la condensazione dello stesso si sono rivelate essere delle variabili statisticamente significative. Su queste variabili è stata condotta un'analisi logistica multivariata che includeva la previsione di rischio.

Per quanto riguarda i risultati di questo lavoro è stato accertato che la metodica che consente il maggior numero di successi è un'otturazione di gutta-perca ben condensata che termini tra 0,5 e 2 mm. dall'apice radiologico.

⇒

Success and failure: uni and multivariate logistic analysis of a continuative series of 1000 teeth endodontically treated by specialists and general practitioners

Summary A statistical investigation of the prevalence of apico-periapical lesions on a continuative series of 1000 teeth was conducted.

The criterion of radiological diagnosis was used and 8 variables ((1) Superior and inferior dental arch - (2) Type of tooth - (3) Number of canals - (4) Type of canal (curved or straight) - (5) Apical limit of filling - (6) Filling material - (7) Condensation - (8) Type of coronal restorations) were examined. The 42,7% of the treatments presented apico-periapical lesions. Initially a univariable analysis was conducted in order to associate each variable with the presence of apico-periapical lesions.

Apical limit, material of filling and condensation of filling material were significant variables.

On these variables a multivariate logistic analysis including a prediction of risk was conducted. Concerning the results of the study an high density gutta-percha filling between 0,5-2 mm. of the radiological apex was demonstrated as the most successful.

Apical limit material of filling and condensation of filling material were significant variables; on these a multivariate logistic analysis including a prediction of risk was conducted. Concerning the results of the study an high density gutta-percha filling between 0,5-2 mm. and the radiological apex was demonstrated as the most successful.

⇒

**Successi ed insuccessi
in endodonzia:
analisi logistica
multivariata di una
serie continuativa
di 1000 elementi
dentali trattati
endodonticamente
da specialisti ed
odontoiatri generici**

Introduzione

Il successo di un trattamento endodontico di un dente che non presenta aree di radiotrasparenza prima del trattamento è rappresentato dall'assenza di segni radiologici o di sintomi clinici ad

un controllo a distanza (1). Un periodo di due anni è usualmente considerato sufficiente, sebbene alcuni autori hanno dimostrato che lesioni apicali si possono sviluppare anche molto tempo dopo il trattamento (2). Ad ogni modo, la più alta incidenza di insuccessi avviene entro i primi due anni. Lo scopo del trattamento endodontico è la guarigione del tessuto apicale in denti che presentano sintomi radiologici di radiotrasparenza. Anche la scomparsa di sintomi clinici patologici è ovviamente lo scopo del trattamento (1). Sei mesi sono usualmente richiesti prima che radiologicamente compaiano cambiamenti significativi, segni di un processo riparativo. La completa guarigione dipende da molti fattori connessi con il paziente e con le tecniche usate (3, 4, 5, 6).

Sebbene l'esame clinico e radiologico sia il solo approccio pratico per la valutazione del risultato del trattamento endodontico alcuni autori hanno provato che l'interpretazione del successo endodontico attraverso questo criterio, non è sempre veritiero (7, 8). Essi hanno dimostrato che l'interpretazione di risultati in seguito al controllo di esaminatori diversi è concorde solo in pochi casi; questo problema può essere superato usando radiografie con angolazione ed esposizione corretta. Inoltre, altri autori hanno messo in evidenza la diversità di risultati tra la valutazione radiografica e quella istologica della regione apico-periapicale di denti trattati endodonticamente in preparati ricavati da cadaveri (9). Lo stesso può essere detto per i risultati clinici.

**Success and failure:
uni and multivariate
logistic analysis of a
continuative series
of 1000 teeth
endodontically treated
by specialists and
general practitioners**

Introduction

The successful result of endodontic treatment of a tooth which does not present areas of radiolucency at the time of treatment is represented by the absence of radiographic irregularity or

clinical symptoms at the time of follow-up (1). A follow-up period of two years is usually considered to be sufficient, although some authors have demonstrated that apical lesions may develop long after treatment (2). Nonetheless, the highest incidence of failure occurs within the first two years.

The traditional goal of endodontics and the area in which the therapist can best appreciate the result of his work is the healing of periapical tissue in teeth which present radiolucency. The alleviation of symptoms existing at the time of treatment also falls within this scope (1). Six months are usually required before radiographic follow-up, used to determine the extent of healing, will demonstrate complete repair. Complete healing depends on many factors connected with the patient and the technique used (3, 4, 5, 6).

It should be pointed out that although clinical and radiographic examination is the only practical approach for evaluation of endodontic treatment result, some Authors have proved the unreliability of interpretation of endodontic success and failure based on post-treatment x-rays (7, 8). They have demonstrated that when post-treatment films are interpreted by different examiners, there is agreement on success or failure in fewer than half the cases; however this problem can be largely overcome by using carefully angulated and properly exposed x-rays.

Furthermore, other authors have demonstrated the inconsistency between radiographic evaluation and histological examination of periapical regions of endodontically treated teeth in block sections of human cadavers (9). The same may be said of analysis of clinical result.

Quando i pazienti vengono interrogati sulle loro impressioni dopo il trattamento, essi, talvolta, lamentano singoli episodi di fastidio, talvolta affermano di sentire, ogni tanto, il dente leggermente, dolente anche se il controllo radiografico rimane nei limiti della normalità. Rimane l'interrogativo se questi episodi sporadici devono essere considerati un insuccesso nella pratica clinica. In questo studio questi sintomi sono stati considerati come insuccessi.

Tenute presenti queste limitazioni, è nostra convinzione che i successi clinici e radiografici di un trattamento endodontico dipendono in gran parte nella precisione con la quale l'otturazione finale dello spazio canalare è stata ottenuta, e se in questa procedura sono stati osservati determinati standard.

When patients are questioned about their post-treatment experiences, they occasionally complain of single episodes of discomfort and explain that the tooth is sometimes tender, even though percussion and other clinical tests (as well as the radiographic appearance of the tooth) may be within normal limits.

The question remains whether or not anecdotal reports should be viewed as indications of failure in routine clinical practice. In the present study, these clinical results (though questionable) were considered to be failures. Bearing in mind the limitations mentioned above, it is our firm belief that the clinical and radiographical success of endodontic treatment depends on the amount of attention paid to detail in the final obturation of the radicular cavity, and whether or not this procedure meets certain standards (1, 10).

Scopi materiali e metodi

Scopo del presente lavoro è stato quello di condurre uno studio statistico delle lesioni apico-periapicali tenendo presente una serie di variabili. È stata esaminata una serie continuativa di mille denti trattati endodonticamente da dentisti generici e da specialisti endodontisti, in un periodo precedente di almeno due anni. L'analisi non ha preso in considerazione la pre-esistente patologia e i criteri usati sono stati quelli della diagnosi radiologica.

Sono state esaminate otto variabili:

- 1) Arcata superiore e arcata inferiore,
- 2) Tipo di dente,
- 3) Numero di canali,
- 4) Tipo di canale (curvo o diritto),
- 5) Limite apicale del riempimento del canale,
- 6) Materiale usato.
- 7) Tipo di condensazione del materiale per riempimento.

Study methods and objective

Our aim was to conduct a statistical investigation on the prevalence of apico-periapical lesions as a function of a series of variables. The sample contained a continuative series of one thousand teeth which had been endodontically treated by general practitioners and endodontists at least four years before the investigation. The analysis did not take pre-existing pathology into consideration, and the criterion of radiological diagnosis was used.

Eight variables were examined:

- 1) superior and inferior dental arch,
- 2) type of tooth,
- 3) number of canals
- 4) type of canal (curved or straight),
- 5) apical limit of filling,
- 6) filling material,
- 7) condensation of the filling material,

8) Modalità di ricostruzione delle corone.

Su mille trattamenti canalari esaminati radiologicamente con la metodica spiegata sopra, 427 avevano lesioni apico-periapicali (42,7%). Di questi, 101 (10,1%) avevano lesioni gravi. 149 trattamenti (14,9%) sono stati considerati dubbi. La presenza di una radiotrasparenza apicale era considerata come un segno evidente di lesione. Le lesioni con diametro più grande di 5 mm. erano considerati "gravi". Furono invece considerati casi dubbi quelli dove vi era un aumento di spessore dello spazio parodontale, anche se radiologicamente non risultarono sintomi di apprezzabile radiotrasparenza apicale.

All'inizio, fu condotta un'analisi monovariata per associare ogni variabile con la presenza di lesioni apico-periapicali. Un'analisi logistica multivariata, che include anche una previsione di rischio, fu invece condotta sulle variabili che si erano dimostrate significative.

8) type of coronal restoration.

Of the one thousand canal treatments examined radiologically in accordance with the standards explained above, 427 had apico-periapical lesions (42,7% of the sample). Of these, 101 (10,1%) had severe lesions. 149 treatments (14,9%) were considered to be doubtful cases.

The presence of apical radiotransparency was considered to be evidence of a lesion. Any lesion demonstrated in this way, with a diameter greater than 5 mm, was considered to be severe. Doubtful cases were those in which there was an increase in the size of the periapical periodontal space, although there was no appreciable apical radiolucency.

Initially, a univariate analysis was conducted in order to associate each variable with the presence of apico-periapical lesions. A multivariate logistic analysis, including a prediction of risk, was conducted on those variables that proved to be significant.

Risultati

Variabile 1. Arcata

433 denti dell'arcata superiore a 567 denti dell'arcata inferiore sono stati esaminati. La variabile "arcata" era comparata con la presenza o assenza di lesioni e fu osservato che il 40,2% delle lesioni sono state trovate nell'arcata superiore e il 44,6% nell'arcata inferiore. Di questo il 9% dei superiori e il 10% degli inferiori erano lesioni gravi. Per ultimo il 14% dei denti superiori e il 15,3% dei denti inferiori erano considerati casi dubbi.

Dal punto di vista statistico, la differenza in percentuale delle lesioni nelle due arcate non era significativa ($P=0,35$).

Variabile 2. Tipo di dente

Poiché non vi era differenza significativa nella variabile "arcata", lo studio è continuato senza tenere in considerazione quest'ultima. Gli elementi dentari esaminati furono divisi a seconda del tipo di dente (centrale, laterale ecc.). Risultarono 103 incisivi centrali, 107 incisivi laterali, 129 canini, 146 primi premolari, 213 secondi premolari, 175 primi molari, 122 secondi molari e 5 terzi molari.

La percentuale di lesioni apico-periapicali fu di 48,6% a carico dei centrali, 52,3% dei laterali, 47,3% dei canini, 36,3% dei primi premolari, 36,1% dei secondi premolari, 46,2% dei primi molari, 36,9% dei secondi molari e 40% dei terzi molari. La percentuale di lesioni gravi fu uguale al 14,6% degli incisivi, 16,8% laterali, 10,1% dei canini, 6,8% dei primi premolari, 8,9% dei secondi premolari, 9,1 dei primi molari, 8,2% dei secondi molari e nessuno dei terzi molari (Tavola 2). Non ci fu differenza statistica significativa nel numero di lesioni osservate nei vari tipi di dente ($P=0,19$).

Variabile 3. Numero dei canali per dente

Furono esaminati 564 denti con un canale, 137 con due canali, 299 con tre o più canali. La percentuale di lesioni in queste tre categorie fu comparata e si trovò che il 44% delle lesioni appartenevano ai denti con un canale, 37,9% a quelli con due ca-

TAB. 1

	1	2
Lesioni	40.2	44.6
Lesioni modeste	31.2	33.7
Lesioni gravi	9.0	10.9
Sani	45.5	40.0
Casi dubbi	14.3	15.3

CHI QUADRO = 3.27738 With Gradi di libertà

Significatività = .3508

1 = Arcata superiore

2 = Arcata inferiore

TAB. 2

	1	2	3	4	5	6	7	8
Lesioni	48.6	52.3	47.3	36.3	26.1	46.2	36.9	40.0
Lesioni modeste	34.0	35.5	37.2	29.5	28.2	37.1	28.7	40.0
Lesioni gravi	14.6	16.8	10.1	6.8	8.9	9.1	8.2	.0
Sani	37.9	32.7	39.5	44.5	50.2	39.4	45.1	60.0
Casi Dubbi	13.6	15.0	13.2	19.2	12.7	14.3	18.0	.0

CHI QUADRO = 26.17448 With 21 Gradi di Libertà

Significatività = .1999

1 = Incisivi centrali

2 = Incisivi laterale

3 = Canini

4 = Primi premolari

5 = Secondi premolari

6 = Primi molari

7 = Secondi molari

8 = Terzi molari

TAB. 3

	1	2	3
Lesioni	44.0	37.9	42.5
Lesioni modeste	31.9	32.8	33.8
Lesioni gravi	12.1	5.1	8.7
Sani	42.7	41.6	42.1
Casi dubbi	13.3	20.4	15.4

CHI QUADRO = 10.18974 With 6 Gradi di Libertà

Significatività = .1169

1 = Un canale

2 = Due canali

3 = Tre o più canali

nali e 42,5% ai denti con tre o più canali.

In questi furono trovati 12,1% di lesioni gravi nei denti con un canale, 5,1% nei denti con due

canali, 8,7% in quelli con 3 o più canali (Tavola 3). Non risultò differenza statistica significativa fra un tipo e l'altro di dente ($P=0,11$).

⇒

Results

Variable 1. Dental arch.

433 teeth from the superior arch and 567 from the inferior arch were examined. The "arch" variable was compared with the presence or absence of lesions, and it was observed that 40.2% of lesions were found in superior teeth and 44.6% in inferior teeth. Of these, 9% of superior teeth and 10.9% of inferior teeth had severe lesions. Finally, 14.3% of superior teeth and 15.3% of inferior teeth were considered to be doubtful cases (see Table 1). From a statistical standpoint, the difference in the percentage of lesions in the two arches was not significant ($P=0.35$).

Variable 2. Type of tooth

Since there was no significant difference between the dental arches, the study continued without taking the arch variable into account. The sample was divided into categories based on the type of tooth (central or lateral incisor, etc.). The sample broke down as follows: 103 central incisors, 107 lateral incisors, 129 canines, 146 first premolars, 213 second premolars, 175 first molars, 122 second molars and 5 third molars.

The percentage of apico-periapical lesions was equal to 48.6% of the central incisors, 52.3% of the lateral incisors, 47.3% of the canines, 36.3% of the first premolars, 36.1% of the second premolars, 46.2% of the first molars, 36.9% of the second molars and 40% of the third molars. The percentage of severe lesions was equal to 14.6% of the central incisors, 16.8% of the lateral incisors, 10.1% of the canines, 6.8% of the first premolars, 8.9% of the second premolars, 9.1% of the first molars, 8.2% of the second molars and no one of third molars (See Table 2).

There was no significant statistical difference in the number of lesions observed in the various types of teeth ($P=0.19$).

Variable 3. Number of canals per tooth

564 teeth with one canal, 137 with two canals and 299 with three or more canals were exami-

	1	2
Lesions	40.2	44.6
Mild lesions	31.2	33.7
Severe lesions	9.0	10.9
Sounds	45.5	40.0
Doubtful	14.3	15.3

RAW CHI SQUARE = 3.27738 With Degrees of Freedom

Significance = .3508

1 = Upper Arch

2 = Lower Arch

	1	2	3	4	5	6	7	8
Lesions	48.6	52.3	47.3	36.3	26.1	46.2	36.9	40.0
Mild lesions	34.0	35.5	37.2	29.5	28.2	37.1	28.7	40.0
Severe lesions	14.6	16.8	10.1	6.8	8.9	9.1	8.2	.0
Sounds	37.9	32.7	39.5	44.5	50.2	39.4	45.1	60.0
Doubtful	13.6	15.0	13.2	19.2	12.7	14.3	18.0	.0

RAW CHI SQUARE = 26.17448 With 21 Degrees of Freedom

Significance = .1999

1 = Central incisors

2 = Lateral incisors

3 = Canines

4 = First premolars

5 = Second premolars

6 = First molars

7 = Second molars

8 = Third molars

	1	2	3
Lesions	44.0	37.9	42.5
Mild lesions	31.9	32.8	33.8
Severe lesions	12.1	5.1	8.7
Sounds	42.7	41.6	42.1
Doubtful	13.3	20.4	15.4

RAW CHI SQUARE = 10.18974 With 6 Degrees of Freedom

Significance = .1169

1 = One canal

2 = Two canals

3 = Three or more canals

ned. The percentage of lesion in these three categories was compared, and it was found that 44% of lesions affected teeth with one canal, 37.9% teeth with two canals and 42.5% teeth with three or more canals. Of these, severe lesions were found in 12.1% of

the teeth with one canal, 5.1% with two canals and 8.7% with three or more canals. (See Table 3). Again, there was non significant statistical difference between one type of tooth and another ($P = 0.11$).

→

Variabile 4. Canali diritti e canali curvi

691 denti esaminati furono considerati elementi con canali diritti, 309 con canale curvo. La percentuale di lesioni nei due tipi di denti fu comparata e fu trovato che il 43,6% di canali diritti e il 41,5% dei canali curvi aveva lesioni apico-periapicali. Di questi, il 10,6% e 9,1% rispettivamente avevano lesioni gravi (Tavola 4). Anche per questa variabile, non ci fu una differenza significativa dal punto di vista statistico ($P=0,72$).

Variabile 5. Limiti apicali di riempimento

I casi sono stati suddivisi in quattro categorie:

- 1) riempimenti fino a 2 mm. dall'apice radiologico;
- 2) riempimenti fino a 0,5 mm. dall'apice radiologico;
- 3) riempimenti fino all'apice radiologico;
- 4) riempimento al di là dell'apice radiologico.

Sono stati esaminati 492 denti con riempimento corto, 302 con riempimento fino a 0,5 dall'apice, 157 con riempimento all'apice radiologico e 79 con riempimento oltre l'apice radiologico. La percentuale di lesioni è stata calcolata per ogni tipo di riempimento ed è stato trovato che i denti con riempimento corto avevano una percentuale di lesioni al 50,4% dei casi, i riempimenti fino a 0,5 mm. dall'apice radiologico avevano lesioni pari al 30,4% dei casi, i riempimenti fino all'apice radiologico avevano una percentuale di insuccessi del 31,2% e quelli al di là dell'apice del 67,1%. Di queste lesioni l'11,9% in denti con riempimento corto, il 7,9% con riempimento fino allo 0,5 mm. dall'apice radiologico, il 6,4% in riempimenti fino all'apice radiologico e il 15,2% con riempimenti al di là dell'apice, furono considerate gravi (Tavola 5). In questo caso i dati erano altamente significativi ($P. 0.0001$). Questi risultati, e le altre variabili significative, sono discussi sotto il titolo "Discussione".

Variabile 6. Tipo di materiale per riempimento

I denti sono stati divisi in tre categorie secondo il materiale

TAB. 4

	1	2
Lesioni	43.6	41.5
Lesioni modeste	32.7	32.4
Lesioni gravi	10.6	9.1
Sani	41.4	44.7
Casi dubbi	15.3	13.9

CHI QUADRO = 1.31470 With 3 Gradi di Libertà

Significatività = .7256 - 1 = Canali diritti - 2 = Canali curvi

TAB. 5

	1	2	3	4
Lesioni	50.4	30.4	31.2	67.1
Lesioni modeste	38.5	22.5	24.8	51.9
Lesioni gravi	11.9	7.9	6.4	15.2
Sani	33.8	53.0	56.1	25.3
Casi dubbi	15.8	16.6	12.7	7.6

CHI QUADRO = 65.95230 With 9 Gradi di Libertà

Significatività = .0000

1 = Riempimenti fino a 2 mm dall'apice radiologico

2 = Riempimenti fino a 0,45 mm dall'apice radiologico

3 = Riempimenti fino all'apice radiologico

4 = Riempimenti al di là dell'apice radiologico

TAB. 6

	1	2	3
Lesioni	36.5	33.6	54.9
Lesioni modeste	29.0	27.6	39.6
Lesioni gravi	7.5	6.0	15.3
Sani	51.1	56.0	25.1
Casi dubbi	12.4	10.4	20.1

CHI QUADRO = 74.26492 With 6 Gradi di Libertà

Significatività = .0000

2 = Coni d'argento

1 = Coni di gutta-perca

3 = Cementi

usato per il riempimento endodontico: coni di gutta-perca, coni d'argento, paste. Furono esaminati 507 denti riempiti endodonticamente con gutta-perca, 134 con coni di argento e 359 con paste. Fu trovato che il 36,5% dei denti riempiti con gutta-perca, il 33,6% riempiti con coni di argen-

to, il 54,9% di quelli riempiti con paste avevano lesioni apicali. Lesioni gravi sono state osservate nel 7,5% dei casi con gutta-perca, 6,0% di quelli con coni di argento, il 15,3% di quelli con paste (Tavola 6). Anche in questo caso, la significatività statistica risultò molto elevata ($P. 0.0001$).



TAB. 4

Variable 4. Straight and curved canals

691 teeth whose canals were radiologically determined to be straight and 309 whose canals were determined to be curved were examined. The percentage of lesions in the two types of teeth was compared, and it was found that 43,6% of straight canals and 41,5% of curved canals had apico-periapical lesions. Of these, 10,6% and 9,1%, respectively, were considered to be severe (See Table 4).

In this case as well, there was no significant statistical difference ($P=0,72$).

Variable 5. Apical limit of filling

We divided the sample into four categories:

- 1) fillings up to 2 mm from the radiological apex;
- 2) fillings up to 0,5 mm from the radiological apex;
- 3) fillings up to the radiological apex;
- 4) fillings beyond the radiological apex.

We examined 462 teeth with short fillings, 302 with fillings up to 0,5 mm from the apex, 157 with fillings to the radiological apex and 79 with fillings beyond the apex. The percentage of lesion was calculated for each type of filling, and it was found that teeth with so-called "short" fillings had lesions in 50,4% of cases, fillings to within 0,5 mm of the apex had lesions in 30,4% cases, fillings to the radiological apex 31,2% and beyond the apex 67,1%. Of these lesions, 11,9% of those found in teeth with short fillings, 7,9% with fillings up to 0,5 mm from the apex, 6,4% with fillings reaching the apex and 15,2% with filling going beyond the apex were considered to be severe (See Table 5).

In this case, the data were highly significant ($P < 0,0001$). This result (and the other significant variables) is discussed in the section entitled "Comments".

Variable 6. Type of filling material

The teeth were divided into three categories according to the material used in the endodontic filling: gutta-percha cones, silver cones or pastes. 507 teeth filled

	1	2
Lesions	43.6	41.5
Mild lesions	32.7	32.4
Severe lesions	10.6	9.1
Sounds	41.4	44.7
Doubtful	15.3	13.9

RAW CHI SQUARE = 1.31470 With 3 Degrees of Freedom
Significance = .7256 - 1 = Straight canals - 2 = Curved canals

TAB. 5

	1	2	3	4
Lesions	50.4	30.4	31.2	67.1
Mild lesions	38.5	22.5	24.8	51.9
Severe lesions	11.9	7.9	6.4	15.2
Sounds	33.8	53.0	56.1	25.3
Doubtful	15.8	16.6	12.7	7.6

RAW CHI SQUARE = 65.95230 With 9 Degrees of Freedom
Significance = .0000

- 1 = Fillings up to 2 mm from the radiological apex
- 2 = Fillings up to 0.45 mm from the radiological apex
- 3 = Fillings up to the radiological apex
- 4 = Fillings beyond the radiological apex

TAB. 6

	1	2	3
Lesions	36.5	33.6	54.9
Mild lesions	29.0	27.6	39.6
Severe lesions	7.5	6.0	15.3
Sounds	51.1	56.0	25.1
Doubtful	12.4	10.4	20.1

RAW CHI SQUARE = 74.26492 With 6 Degrees of Freedom
Significance = .0000
1 = Gutta-percha cones 2 = Silver cones
3 = Pastes

with gutta-percha cones, 134 with silver cones and 359 with pastes were examined. It was discovered that 36,5% of the teeth with gutta-percha cones, 33,6% of those with silver cones and 54,9% of those with pastes had lesions.

Severe lesions were observed in 7,5% of teeth with gutta-percha, 6,0% of those with silver and 15,3% of those with pastes (See Table 6). In this case as well, the statistical significance turned out to be very high ($P < 0,0001$).

Variabile 7. Tipo di condensazione del materiale di riempimento

La condensazione del materiale di riempimento da un punto di vista radiologico appariva adeguata in 614 denti, mentre in 386 denti appariva non completata. La percentuale di lesioni nei denti con riempimento corretto fu del 33,1%, mentre la percentuale per i denti con condensazione inadeguata fu del 58% (Tabella 7). La significatività statistica di questo dato è evidente ($P=0.0071$).

Variabile 8. Modalità di ricostruzione delle corone

Sono state analizzate quattro metodiche di ricostruzione coronale: ricostruzioni in amalgama, inlay od onlay, corone e perni. Vi erano a disposizione 189 ricostruzioni in amalgama, 16 inlay od onlay, 650 corone e 165 perni. La percentuale delle lesioni era la seguente: 42,8% delle amalgame, 18,8% degli inlay-onlay, 34,1% delle corone ed il 47,6% dei perni. Tra queste percentuali di lesioni, quelle catalogabili come gravi erano rispettivamente il 9,5%, 6,3%, 0,6%, e 17,9%, di quelle sopra riportate (Tabella 8).

In questo caso la significatività statistica era elevata e degna di nota ($P=0.003$). Questo risultato mette in evidenza due aspetti importanti: il primo riguarda il numero dei denti la cui corona viene ricostruita con inlay od onlay è estremamente basso in rapporto agli altri tipi di ricostruzione; di conseguenza, questa percentuale è scarsamente attendibile. In secondo luogo, è possibile notare come l'incidenza delle lesioni sia notevolmente più elevata nei denti con perni.

Questi dati sono in contrasto con la teoria che afferma: maggiore è il sigillo dello spazio endodontico minore è il rischio di lesioni (naturalmente se vi è stata un'accurata detersione dei canali). Di conseguenza, questi ultimi dati, come il numero delle ricostruzioni con inlay-onlay, è probabilmente il risultato dell'interazione di numerosi fattori. Si può supporre che uno specialista che impieghi degli onlay per la ricostruzione delle corone sia

TAB. 7

	1	2
Lesioni	33.0	58.0
Lesioni modeste	26.3	42.5
Lesioni gravi	6.7	15.5
Sani	52.8	25.9
Casi dubbi	14.2	16.1

CHI QUADRO = 78.20203 With 3 Gradi di Libertà

Significatività = .0000

1 = Materiale da otturazione ben condensato

2 = Materiale da otturazione scarsamente condensato

TAB. 8

	1	2	3	4
Lesioni	42.8	18.8	34.1	47.6
Lesioni modeste	33.3	12.5	33.5	29.7
Lesioni gravi	9.5	6.3	0.6	17.9
Sani	37.6	75.0	45.2	32.4
Casi dubbi	19.6	6.3	12.6	20.0

CHI QUADRO = 31.17160 With 9 Gradi di Libertà

Significatività = .0003

1 = Amalgama

2 = Inlay e Onlay

3 = Corone

4 = Perti

anche più attento nel trattamento canalare per cui la percentuale di successo sarà maggiore. D'altra parte, appare in questo caso come alcune ricostruzioni con perni sono state eseguite in denti il cui trattamento canalare non era stato eseguito "lege artis". Al fine di stabilire se queste supposizioni erano corrette per ottenere delle prove definitive sulla validità della nostra analisi logistica multivariata.

Lo scopo di quest'ultima indagine era di stabilire il ruolo indipendente di ciascuna variabile nella previsione di rischio. In questo caso specifico "indipendente" significa che la variazione nella percentuale delle lesioni deve essere considerata in rapporto ad una sola variabile, mentre il valore di tutte le altre variabili

resta costante. Questo tipo di analisi ci ha inoltre consentito di valutare l'incremento del fattore "rischio" per ciascuna variabile, fatto che si è rivelato significativo da un punto di vista statistico.

L'analisi logistica è stata svolta in due direzioni: inserendo nei dati le lesioni dubbie e sottraendole poi dal numero totale. Questo è stato fatto al fine di stabilire se quei casi fossero realmente dubbi (per esempio parzialmente sani o parzialmente malati), o se i parametri clinici di classificarli come dubbie fossero imprecise. Le variabili riguardanti l'arcata dentale, il tipo di dente dei canali e la forma del canale si sono rivelate statisticamente non significative.



TAB. 7

Variable 7. Condensation of the filling material

The condensation of the filling material was adequate in 614 teeth, whereas 386 teeth demonstrated the absence of adequate condensation. The percentage of lesions in teeth whose canal obturation material had been well-condensed was 33.1%. The percentage was 58% in teeth with poor condensation (See Table 7). The statistical significance of these data is evident ($P=0.0071$).

Variable 8. Type of coronal restoration

Four restoration categories were selected: restoration with amalgam, inlay or onlay, crowns, and posts. There were 189 dental restorations with amalgam, 16 using inlay or onlay, 650 with crowns and 145 with posts. The percentage of lesions was as follows: 42.8% with amalgam, 18.8% with inlay-onlay, 34.1% with crowns and 47.6% with posts. Of these, severe lesions were observed in 9.5%, 6.3%, 0.6% and 17.9% of restorations, respectively (See Table 8). In this case, the statistical significance is fairly high and worthy of note ($P=0.003$).

This result brings to light two important aspects. The first concerns the fact that the number of teeth whose crown was restored with inlay or onlay is extremely low in comparison to the other types of restoration; consequently, this percentage is hardly reliable. Secondly, it appears that the number of lesions is considerably higher in teeth with posts. This piece of data is not in line with the maxim that states the greater the seal of the endodontium the lower the risk of lesion (naturally, only when there has been careful cleaning of the canals as well).

Consequently, the latter piece of data, like the number of inlay-onlay restorations, is probably the result of numerous interacting factors. That a specialist who uses onlay to reconstruct a crown will also be thorough in canal treatment, and hence the percentage of successes will be higher. On the other hand, it appears in this case that some of the treatments

	1	2
Lesions	33.0	58.0
Mild lesions	26.3	42.5
Severe lesions	6.7	15.5
Sounds	52.8	25.9
Doubtful	14.2	16.1

RAW CHI SQUARE = 78.20203 With 3 Degrees of Freedom

Significance = .0000

1 = Well condensed filling material

2 = Poor condensed filling material

TAB. 8

	1	2	3	4
Lesions	42.8	18.8	34.1	47.6
Mild lesions	33.3	12.5	33.5	29.7
Severe lesions	9.5	6.3	0.6	17.9
Sounds	37.6	75.0	45.2	32.4
Doubtful	19.6	6.3	12.6	20.0

RAW CHI SQUARE = 31.17160 With 9 Degrees of Freedom

Significance = .0003

1 = Amalgam

2 = Inlay and onlay

3 = Crown

4 = Posts

involving posts were performed on teeth whose canal treatment was not executed *lege artis*.

In order to determine if these conjectures were correct and to obtain more conclusive proof of the validity of our univariate analysis, we decided to conduct a multivariate logistic analysis. The function of the latter investigation was to establish the independent role of each variable in the prediction of risk. In this case, "independent" meant that the percentage of lesions was considered in relation to one variable, whereas the value of all the other variables remained constant. This type of analysis also allowed us to evaluate the increase in the "risk" factor for each variable that had turned out to be

statistically significant.

The logistic analysis was carried out in two ways: by inserting the doubtful lesions into the data, and by subtracting them from the total number. This logistic analysis was carried out in two ways: by inserting the doubtful lesions into the data, and by subtracting them from the total number. This was done in order to evaluate whether these cases were actually doubtful (i.e., partially healthy and partially diseased), or whether the clinical decision to classify them as doubtful was imprecise.

The variables concerning the dental arch, the type of tooth, the number of canals and the shape of the canal turned out to be statistically insignificant. ⇒

Variabile 5

Abbiamo riscontrato che le otturazioni canalari eseguite entro gli 0,5 mm. dall'apice e quelle all'apice radiologico presentavano il minor numero di lesioni. Questo era in accordo con i dati, provenienti dall'analisi monovariata. Abbiamo poi esaminato le lunghezze delle otturazioni vicine ai valori di due, con una doppia variabile:

1. Variabile 1 (riempimento corto) versus 2 e 3 (0,5 e all'apice)
2. Variabile 4 (riempimento oltre apice) versus 2 e 3 (0,5 e all'apice)

Nel primo caso è stato riscontrato che, sebbene la variabile 1 (riempimento corto) avesse un rischio maggiore rispetto a 2 e 3, la differenza non era significativa. Invece era molto vicina ($\text{Sign}=1,72$) con un relativo rischio di lesione che era 1,35 volte maggiore quando era eseguita un'otturazione canalare corta, piuttosto che a 0,5 mm. o all'apice radiologico. Nel secondo caso, che metteva a confronto la variabile 4 (riempimento oltre apice) versus 2 e 3 (0,5 mm. e l'apice radiologico) il risultato era estremamente significativo ($\text{Sign.}=5,28$) con un rischio di lesione connesso che era 4,6 volte maggiore nel caso di otturazioni oltre apice.

Variabile 6

Per quanto concerne il tipo di materiale impiegato nelle otturazioni, le analisi sono state comprensive di una comparazione tra la variabile 3 (paste, cementi) 1 e 2 (gutta-perca ed argento). In questo caso è stata riscontrata una considerevole significatività statistica ($\text{Sign.}=3,98$). Il rischio di lesione connesso era il doppio (Tavola 9).

Variabile 7

È stato osservato che la differenza del rischio di lesioni connesso alla metodica di condensazione del materiale da otturazione era estremamente significati-

TAB. 9

VARIABILI	V. STIMATO	S.E.	SIGN.
Arcata dentale	.1842	.1553	NO
Tipo di dente	.1367	.2628	NO
Numero di canale	-.2182	.2336	NO
Tipo di canale (curvo o diritto)	-.2096	.1779	NO
Limite apicale del riempimento 1 > 2+3	.3066	.762	.174
Limite apicale del riempimento 4 > 2+3	1.5280	.2894	5.28
Materiale per riempimento 3 > 1+2	.7261	.1825	3.98
Tipo di condensazione del materiale per riempimento	.9204	.1796	5.12
Modalità di ricostruzione delle corone	.2519	.2267	NO

$$\text{SIGN} = \frac{\text{VALORE STIMATO}}{\text{S.E.}} > 2$$

RISCHIO DI LESIONE

PREVISIONE LINEARE DI RISCHIO	Casi dubbi non inseriti	Casi dubbi inseriti
Limite apicale del riempimento 1 - 2+3	1.359	1.214
Limite apicale del riempimento 4 - 2+3	4.610	3.484
Materiale per riempimento	2.067	2.294
Tipo di condensazione del materiale per riempimento	3.510	2.163

va ($\text{Sig.}=5,12$). Il rischio di lesioni in canali non condensati era 2,5 volte maggiore rispetto ai ca-

nali nei quali il materiale da otturazione era stato condensato (Tavola 9).



TAB. 9

Variable 5

We had noted that fillings to within 0.5 mm of the apex and fillings to the radiological apex had fewer lesions. This was in line with the data from the univariate analysis. We then examined filling length according to two, dual variables:

1. Variable 1 (short filling) as opposed to 2 and 3 (0,5 and to the apex);

2. Variable 4 (filling beyond the apex) as opposed to 2 and 3 (0,5 and to the apex).

In the first case, it was found that although variable (short filling had a higher risk than 2 and 3, the difference was not completely statistically significant

$$\text{(Sign.} = \frac{\text{Estimate}}{\text{S.E.}} > 2)$$

Instead, it was very close (Sign.=1.72), with a related risk of lesion which was 1.35 times higher when a short filling, rather than a 0.5 mm filling or a filling to the radiological apex, was used.

In the second case, which compared variable 4 (filling beyond the apex) to 2x3 (0,5 mm and radiological apex), the result was highly significant (Sign.=5.28), with a related risk of lesion which was 4.6 times higher in the case of filling beyond the apex (See Tab 9)

Variable 6

For type of filling material, the analysis involved a comparison of variable 3 (paste) with 1+2 (gutta-percha and silver). In this case, there was considerable statistical significance (Sign.=3.98). The related risk of lesion was twice as high (See Tab 9)

Variable 7

It was observed that the difference in the risk of lesion related to the condensation of filling material was very significant (Sign.=5,12). The risk of lesion

PARAMETER	ESTIMATE	S.E.	SIGN
Dental Arch	.1842	.1553	NO
Type of tooth	.1367	.2628	NO
Number of canal	-.2182	.2336	NO
Type of canal (curved or straight)	-.2096	.1779	NO
Apical limit of filling 1 > 2+3	.3066	.762	.174
Apical limit of filling 4 > 2+3	1.5280	.2894	5.28
Filling material 3 > 1+2	.7261	.1825	3.98
Condensation of filling material	.9204	.1796	5.12
Coronal restoration	.2519	.2267	NO

$$\text{SIGN} = \frac{\text{ESTIMATE}}{\text{S.E.}} > 2$$

RELATED RISK OF LESION

LINEAR PREDICTOR	Doubtful cases non inserted	Doubtful cases inserted
Apical limit of filling 1 > 2+3	1.359	1.214
Apical limit of filling 4 > 2+3	4.610	3.484
Filling material	2.067	2.294
Condensation of filling material	2.510	2.163

with non condensed canals was 2,5 times higher than with canals

in which the obturation material had been condensed (See Tab 9)



Variabile 8
(Modalità di ricostruzione
delle corone)

In questo caso i dati non erano significativi (Sign. > 1). Questo è dimostrativo del fatto che alcuni fattori estranei si sono inseriti nei risultati statistici ottenuti dall'analisi monovariata, ed hanno variato i risultati stessi. Un'analisi multivariata, comprendente i casi dubbi nel gruppo di denti con lesioni, non ha portato a nessun cambiamento nei risultati salvo una diminuzione della previsione di rischio che è stata significativa per questa variabile.

Questa diminuzione ha dimostrato che inserendo i casi dubbi nel gruppo delle lesioni, abbiamo in realtà inserito sia casi di denti sani che con patologia, diminuendo con ciò la percentuale di lesioni che ciascuna variabile potrebbe generare.

Discussione

In questo studio la percentuale totale degli insuccessi è stata del 42,7%. Una review della letteratura riguardante gli insuccessi conseguenti ad una terapia endodontica, fornisce informazioni discordi.

La tabella seguente elenca le ricerche svolte da vari autori nei decenni scorsi.

Il tasso di insuccesso oscilla dal 2,3% al 30% con un valore medio del 13%. Il problema in una review della letteratura in merito è, comunque, che i dati forniti dai singoli autori non sono omogenei e risulta quindi difficile una loro comparazione. La

maggior parte di questi studi è stata effettuata su campioni di denti trattati dagli autori e di conseguenza l'analisi statistica si riferisce solo a quel particolare autore. Le percentuali di richiami del campione originale non vengono menzionate in alcuni studi e non è corretto supporre che il rapporto successo/insuccesso nei denti che non si sono controllati sarebbe stato lo stesso. Il sostenere che i pazienti con insuccessi endodontici sono più facilmente disponibili a sottoporsi ad una serie di visite di controllo, come conseguenza di un persistente senso di fastidio, non è confortato dal fatto che la maggior parte degli insuccessi endodontici sono asintomatici. Inoltre non vi è omogeneità nell'intervallo di tempo tra ciascun richiamo. D'altro canto il nostro lavoro, fornisce un'immagine altamente attendibile del rapporto successo/insuccesso, conseguente ad un normale trattamento endodontico, dal momento che analizza una serie continuativa di denti che non sono stati trattati dallo stesso endodontista.

Statisticamente parlando, in questo tipo di indagine, una serie continuativa è più significativa di un campione scelto a caso (24). Gli insuccessi osservati nel nostro studio possono non essere accettabili per uno specialista in endodonzia. D'altronde, è nostra opinione che questi dati non rappresentino la situazione reale quando il trattamento è effettuato da un endodontista o da un abile generico, ma riflettono piuttosto la cosiddetta "endodonzia media". Riguardo la lunghezza dell'otturazione del cana-

le radicolare, i nostri risultati mostrano come un'otturazione canalare che termina tra 0,5 mm. e 2 mm. prima dell'apice ha un tasso di insuccesso del 30,4%, questo è significativamente minore di quello osservato in caso di otturazione canalare oltre apice (67,7%) o di otturazioni corte più di 2 mm. (50,4%). Questi dati sono concordi con quelli riportati da autori altamente qualificati (4,25).

Nel caso di otturazione canalare oltre apice la frequenza di insuccesso è maggiore in quasi tutti gli studi che si sono interessati dell'argomento. È stato osservato che la presenza di gutta-perca nel tessuto periapicale non è necessariamente la causa diretta di insuccesso. Numerosi studi in vitro su culture di cellule e indagini in vivo con l'impiego di impianti in animali hanno dimostrato come la gutta-perca sia compatibile con i tessuti vitali (26,27). D'altra parte, si potrebbe far notare che la gutta-perca viene impiegata in associazione con cementi al fine di ottenere un sigillo apicale che altrimenti non sarebbe possibile col solo cemento (28,29).

Vi sono numerosi lavori sulla compatibilità dei cementi endodontici di uso più frequente. Questi studi, però, non possono essere comparati dal momento che i metodi usati (immunologici, radiografici ed istopatologici) non sono comparabili. Numerosi ricercatori hanno impiegato metodi istopatologici per studiare, negli animali di laboratorio, la compatibilità dei materiali da otturazione canalare con i tessuti periapicali. A causa della diversi-



INSUCCESSI			INSUCCESSI		
Grahnen, et. al.	('61)	11,7%	Selzer, et.al.	('63)	16-18%
Grossman, et.al.	('64)	10%	Ingle	('65)	7-9%
Storrs	('69)	13%	Heling, et.al.	('70)	30%
Harty, et.al.	('70)	10%	Tamshe, et.al.	('73)	16%
Selden	('74)	6-7%	Soltanoff	('78)	12-15%
Kerekes, et. al.	('79)	5%	Heling, et.al.	('79)	19%
Barbakow, et. al.	('79)	12,6%	Rudner, et.al.	('81)	9,8%-11,2%
Oliet	('83)	11%	Ashkenaz	('84)	2,3-3%
Pekruhn	('86)	5,2%			

**Variable 8
(Type of coronal
restoration)**

In this case, the data was not significant (Sign. > 1). This demonstrated that extraneous factors had entered into the statistical results obtained in the univariate analysis and had falsified the results. A multivariate logistic analysis, inserting doubtful cases into the group of teeth with lesions, did not lead to any change in results, except for a decrease in the figure on prediction of risk, which had been significant for that variable.

This decrease demonstrated that by inserting the doubtful cases into the group of lesions we had actually inserted cases of both healthy and diseased teeth, thereby decreasing the percentage of lesions that each variable could produce.

Comments

The total percentage of failures in this study was equal to 42.7%. A review of the literature concerning failure following endodontic therapy provides extremely varied information. The table below lists investigations carried out in the past several decades by various authors (2, 4, 5, 6, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23).

The failure rate varies from 2,3%, to 30% with an average of 13%. The problem involved in reviewing the literature, however, is that the data provided by each author are not homogene-

ous and are difficult to compare. Most of these studies were conducted on samples of teeth treated by the author, and consequently the statistical analysis refers to the particular author alone. The recall rates of the original sample are not mentioned in some studies, and it is incorrect to assume that the success failure ratio in drop-out teeth would have been the same as that found in the examination sample. The argument that patients with endodontic failure are more likely present for a follow-up visit as a result of persistent discomfort is not supported by the fact that the majority of endodontic failures are asymptomatic. Furthermore, there is no homogeneity in the length of time of each recall.

Our study, on the other hand, provides a highly reliable look at the success failure ratio after normal endodontic treatment, since it analyzes a continuous series of teeth which were not treated by the same endodontist. Statistically speaking, in this type of investigations a continuous series is more significant than a random sample (24). The failure observed in our study may not be acceptable for an endodontic specialist. However, it is our firm belief that this data does not represent the actual situation when treatment is performed by an endodontist or a skilful general practitioner, but instead reflects so-called "average endodontics".

With regard to the length of the root canal filling, our findings show that a root obturation that terminates between 0,5 mm

and 2 mm before the apex has a failure rate of 30,4%, which is significantly less than that observed in the case of overfilling (67,7%) or fillings that are shorter than 3 mm (50,4%). These figures are in agreement with those reported by highly qualified authors (4, 25). When overfilling is present, the frequency of failure is higher in almost all studies done on this subject. It has been noted that the presence of gutta-percha in the tissue is not necessarily the immediate cause of unsuccessful treatment. Several in vitro studies on cell cultures and in vivo investigations using implants in animals have shown that gutta-percha is compatible with vital tissue (26, 27). However, it should be pointed out that gutta-percha is used together with cement to obtain apical sealing that is not possible with cement alone (28,29). Many studies have been conducted on the compatibility of the most frequently used root canal sealers. However, these studies cannot be compared, since the methods used (immunopathology, roentgenology and histopathology) are not comparable. Many researchers have used histopathological methods to study the compatibility of root canal filling materials with periapical tissue in laboratory animals. Discrepancies in the results presented by these studies are difficult to analyze because of the subjective nature of the histopathological technique used and the employment of different kinds of laboratory animals (30, 31).



FAILURE			FAILURE		
Grahnén, et. al.	('61)	11,7%	Selzer, et.al.	('63)	16-18%
Grossman, et.al.	('64)	10%	Ingle	('65)	7-9%
Storms	('69)	13%	Heling, et.al.	('70)	30%
Harty, et.al.	('70)	10%	Tamshe, et.al.	('73)	16%
Selden	('74)	6-7%	Soltanoff	('78)	12-15%
Kerekes, et. al.	('79)	5%	Heling, et.al.	('79)	19%
Barbakow, et. al.	('79)	12,6%	Rudner, et.al.	('81)	9,8%-11,2%
Oliet	('83)	11%	Ashkenaz	('84)	2,3-3%
Pekruhn	('86)	5,2%			

tà delle tecniche istopatologiche usate e dell'impiego di diversi tipi di animali da laboratorio, le discordanze nei risultati presentati da questi studi sono difficili da analizzare (30,31).

Nonostante queste differenze, il lettore può giungere alla conclusione che la citotossicità di tutti i materiali, cementi e paste, sui tessuti periapicali, è variabile tra valori modesti e gravi. Inoltre, nel caso di un'otturazione canalare oltre apice, non avviene una completa rigenerazione dell'area periapicale, anche quando viene usato un materiale compatibile come la gutta-perca. Tuttavia in numerosi casi di otturazione canalare oltre apice è stata riscontrata una guarigione radiografica delle lesioni principali. Quindi nei casi in cui non si verifica una guarigione vi deve essere un altro fattore oltre l'otturazione canalare sovraestesa che impedisce la guarigione stessa. Un fattore può essere l'incompleta detersione ed alesaggio del canale, che porta alla formazione di lacune (che non sono sempre evidenziabili radiologicamente) tra l'otturazione e la parete del canale. Questi sono zone di potenziali residui di tessuto pulpare dalle quali può svilupparsi la lesione. Uno studio ha rivelato un tasso di insuccesso significativamente maggiore in quei casi di otturazione canalare oltre apice che hanno delle infezioni persistenti nella zona dell'otturazione canalare rispetto a quei casi di otturazione canalare oltre apice nei quali un esame batteriologico del canale radicolare non mostra segni di crescita batterica (32).

I risultati indicano che in caso di otturazione canalare oltre apice, il maggior tasso di insuccesso è dovuto sia ad una persistente infezione del canale radicolare, sia ad una re-infezione dell'area apicale provocata da una sovrastrumentazione. Indipendentemente dalla composizione del materiale stesso, i nostri risultati, che hanno dimostrato come l'uso delle paste e dei cementi

porti ad una più elevata incidenza di insuccessi (54,9%) rispetto alla gutta-perca (36,5%), sono in accordo con la letteratura in merito. È un fatto generalmente accertato che il successo a lungo termine di un trattamento endodontico è condizionato dall'abilità di sigillare i tessuti periapicali, in modo tale che essi non vengano a contatto col sistema canalare (33,34). Questo fatto esclude la possibilità di una ricontaminazione proveniente dal cavo orale. Numerosi studi hanno dimostrato che la maggior parte dei cementi endodontici e delle paste sono altamente solubili (35,36,37.).

Conseguentemente i materiali riassorbibili dovrebbero essere impiegati il meno possibile, mentre i materiali solidi, come la gutta-perca, dovrebbero essere impiegati ogni qualvolta fosse possibile. In aggiunta a queste considerazioni noi riteniamo fermamente che l'uso di paste e cementi sia alla base di un'endodonzia scadente, che conduce ad una percentuale di insuccessi più elevata. La gutta-perca è generalmente divenuta il materiale di scelta, mentre le paste e i cementi sono stati abbandonati. La gutta-perca calda si deforma se sottoposta a pressione e questo permette di adattarla alla forma del canale. In aggiunta è un materiale virtualmente non riassorbibile. Per quanto riguarda l'ultimo aspetto esaminato (condensazione dell'otturazione del canale radicolare) i nostri risultati hanno messo in evidenza come il 33,1% delle otturazioni ben condensate (alta densità) fossero degli insuccessi, mentre per le otturazioni scarsamente condensate gli insuccessi fossero il 58,0%. Ciò è principalmente dovuto a due fattori.

Primo, un'otturazione ben condensata è l'ultimo gradino di un trattamento eseguito, "lege artis". Secondo, un'otturazione ben condensata lascia meno lacune, ed è logico pensare che un'otturazione compatta, senza

lacune visibili consenta di avere un sigillo migliore piuttosto che un otturazione a minor densità. Sebbene alcuni autori considerino il sigillo apicale un fattore importante per ottenere un successo clinicamente rilevabile, questo fatto non è ancora stato provato in maniera conclusiva (38,39). Comunque, gli studi che si sono basati sulla conferma radiografica della qualità dell'otturazione non hanno rivelato dei fattori che potrebbero aver causato la maggior parte degli insuccessi, se non una insufficiente detersione (3,4). È generalmente accettato che se il canale è stato scarsamente condensato, probabilmente è stato anche scarsamente deterso. I metodi relativi alla preparazione del canale possono avere delle conseguenze sull'otturazione.

Inoltre la qualità del sigillo non può essere esaminata radiologicamente, sebbene le ricerche abbiano dimostrato come i canali otturati intenzionalmente in modo insufficiente permettano, in vitro, una considerevole microdispersione di isotopi (41). Ciò nonostante, noi pensiamo che una buona e ben condensata otturazione sia importante, e non si possono non considerare decine d'anni di esperienze cliniche. Tutti i dati delle analisi monovariate sono stati confermati dall'analisi logistica che ci ha offerto l'opportunità di calcolare il rischio relativo all'uso di un metodo piuttosto che di un altro.

Conclusioni

I risultati di questo studio hanno dimostrato che il maggior numero di successi si ottiene attraverso la fusione dei seguenti criteri:

1. Lunghezza dell'otturazione: tra 0,5 e 2 mm, dall'apice radiologico
2. Materiale da otturazione: gutta-perca
3. Densità dell'otturazione: elevata.

Despite these differences, the reader may reach the conclusion that the cytotoxicity of all materials, sealers and pastes, on periapical tissue, ranges from mild to severe. Furthermore, in the case of overfilling, complete regeneration of the periapical area does not occur, even when a compatible material like gutta-percha is used. However, radiographic healing of periapical lesions has been observed in several instances of overfilling. Therefore, in cases in which healing does not take place, there may be a factor other than overfilling that prevents healing. One factor may be incomplete cleaning and shaping of the canal, resulting in gaps (which are not always detectable on x-ray) between the root filling and the root wall. These are potential sites of residual pulp tissue in which lesions may develop.

One study revealed a significantly higher rate in overfillings which had persistent infections at the site of the root filling as opposed to overfillings in which the bacteriological root canal sample showed no sign of microorganism growth (32). Results suggest that in the case of overfilling, the higher failure rate is either caused by a persistent root canal infection or by a reinfection in the apical area encouraged by overinstrumentation.

As far as the material itself is concerned, our results, which demonstrated that the use of pastes and cements produces a higher incidence of failure (54,9%) than the use of gutta-percha (36,5%), are in agreement with the literature on the subject. It is a generally accepted fact that long-term endodontic success is dependent on ability to seal the periapical tissues so that they do not come into contact with the canal system (33, 34). This eliminates the possibility of recontamination from the oral cavity. Several studies have shown that most endodontic sealers and pasters are hi-

ghly soluble (35, 36, 37). Consequently, absorbable materials should be relied on as little as possible, and solid core materials, such as gutta-percha, should be used whenever possible. In addition to these considerations, we strongly feel that the use of cement and pastes represents poor endodontic practice, which leads to a higher failure rate. Gutta-percha has generally become the solid core material of choice, and paste and cement have been abandoned. Warm gutta-percha deforms when subjected to pressure, and this allows it to adapt to the shape of the canal. In addition, it is virtually non-absorbable.

In the final aspect examined (condensation of the root canal filling), our results revealed that 33,1% of well-condensed fillings (high density) were treatment failure, whereas 58,0% of poorly condensed obturations were failures. This is mainly due to two factors. First, a highly condensed filling is the last step in a carefully executed, *lege artis* treatment. Second, a highly-condensed obturation leaves fewer gaps, and it is logical that a dense filling with no detectable gaps is likely to have a better seals than a less dense filling.

Even though some authors consider apical seal to be an important factor in obtaining clinical success, this has not been conclusively proved (38, 39). However, studies that have relied on radiographic confirmation of the quality of the obturation have not discovered factors that might have caused many of the failures, such as insufficient debridement (3, 4). It is generally held that if a canal has been poorly condensed, it has probably been poorly cleaned as well.

Methods relating to canal perforation may have an effect on obturation (40). In addition, the quality of the seal cannot be radiologically examined, although studies have demonstrated that canals that were inten-

tionally poorly obturated *in vitro* permit considerable microleakage of isotopes (41). Nevertheless, we feel that a good, well-condensed obturation is important, and several decades of clinical experience cannot be disregarded.

All the data from the univariate analysis were confirmed by the multiple logistic analysis, which offered the opportunity to calculate the relative risk involved in the use of one procedure rather than another.

Conclusion

The result of the study have demonstrated that success is obtainable when the following criteria are met:

1. Obturation length: between 0,5 and 2 mm of the radiological apex;
2. Obturation material: gutta-percha.
3. Obturation density: high density.

REFERENCES

- 1) *Pecchioni A.*: "Manuale di endodonzia". I.C.A. - Milano 1981.
- 2) *Selzer, S. et Al.*: Factors affecting successful repair after root canal therapy. *Jada* 1963 - 67:651-61.
- 3) *Strindberg, L.Z.*: The dependence of the results of pulp therapy on certain factors. An analytic study based on radiographic and clinical follow-up examinations. *Acta Odont. e Scand.* 1956 - 14 (suppl. 21) - 5.
- 4) *Grossman, L.I., et Al.*: Roentgenologic and clinical evaluation of endodontically treated teeth. *Oral surg.* 1964 - 17 (3): 368-374.
- 5) *Storm, J.L.*: Factors that influence the success of endodontic treatment. *J. Can. Dent. Assoc.* 1969 - 35 (2):83-97.
- 6) *Ingle, J.I. and Beveridge, E.E.*: Endodontic ed.2 - Philadelphia Lea Febiger 1976.
- 7) *Goldman M. et Al.*: Endodontic success: who is reading the radiographs. *Oral. surg.* 1972 - 33:432-37.
- 8) *Ildman, M. et Al.*: Reliability of radiographic interpretation. *Oral surg.* 1974 - 38:287-293.
- 9) *Brynof, I.*: A histological and Roentgenological study of the periapical region of human upper incisors. *Odonto. revy* 1967 - (suppl. II) 1-176.
- 10) *Testori T. Ferrara A.*: Le piccole differenze: lesioni iatrogene nella preparazione del canale radicolare *Atual. Dent.* 1985 - 9:62-66.
- 11) *Grahn H. et Al.*: The prognosis of pulp and root canal therapy. *Odont. revy.* 1961 - 12:1946-65.
- 12) *Heling B. et Al.*: Evaluation of the succes of endodontically treatment. *J. Can. Dent. Assoc.* 1970 - 30:533-36.
- 13) *Harty F.J. et Al.*: Success rate in root canal therapy *Br. Dent.J.* - 1970 128:65-71.
- 14) *Tanshe A. et Al.*: Succes of endodontically treated anterior teeth in young and adult patients. *Ann. Dent.* 1973 - 32:20-24.
- 15) *Selden H.S.*: Pulpoperiapical disease: diagnosis and healing oral surg. 1974 - 37:271-83.
- 16) *Soltanoff, W.*: A comparative study of a single - visit an the multiple visit endodontic procedure *J. Endodon.* 1978 - 4:278-81.
- 17) *Kerekes K, et Al.*: Long term results of endodontic treatment performed with a standardize technique *J. Endodon.* 1979 - 5: 3-9.
- 18) *Heung B. et Al.*: Factors affecting successfull endodontic therapy. *J. Br. Endodon. Soc.* 1979 - 12:138.
- 19) *Barbakow et Al.*: An evaluation of 566 gages of root canal therapy in general dental practice 2 postop. observatic *J. Endodon.* 1980 - 6:485-89.
- 20) *Rudner W.L.*: Single visit endodontics: a concept. And a clinical study *Compend. Continuing e doc.* 1981 - 2:6.
- 21) *Oliet, S.*: Single visit endodontics: a clinical study *J. Endodon.* 1983 - 9:147-52.
- 22) *Ashkenaz P.J.*: One visit endodontics: a preliminary report *Dent. surv.* - 5:62-8.
- 23) *Pehruhn R.B.*: The incidence of failure following single visit endodontic therapy. *J. Endodon;* 1986 - 12:68-76.
- 24) *Smart J.V.*: Elementi di statistica medica, edizioni "Centro G. Zambon" Università di Milano 1973.
- 25) *Selzer, S.*: Endodontology Ed. 1. New York Mc. Grawhill 1971.
- 26) *Spangberg L.*: Biological effects of root canal filling material; toxic effect in vitro of root canal filling materials on hela cells and human skin fibroblasts. *Odontol. revy* 1969 - 20:427-36.
- 27) *Feldmann, G.*: Tissue reactions to root filling materials comparison between guttaperca and silver amalgam implanted in rabbit. *Odontol. revy* 1962 - 13(1) : 1-14.
- 28) *Marshall F.J.*: The sacaling of pulpless teeth evaluated with radioisotopes. *J. Dent. Med.* 1961 - 16:172-84.
- 29) *Skinner R.L.*: The sealing ability of injection molded thermoplasticized guttaperca with and without the use of sealers. *J. Endodon.* 1987 - 13:315-17.
- 30) *Langeland K.*: Root canal sealants and pastes. *Dent. Clin. North. Am.* 1974 - 18:309-27.
- 31) *Nakamura H.*: Study on the cytotoxicity of root canal filling materials. *J. Endodon.* 1986 - 12:156-60.
- 32) *Engstrom. B. et Al.*: Correlation of positive cultures with the prognosis for root canal treatment. *Odontol. Revy -* 1964 - 15: 257-270.
- 33) *Harris Z. et Al.*: Apical Seal: Mc Spadden vs lateral condensation *J. Endodon,* 1982 - 8:273-9.
- 34) *Spradling P.M. et Al.*: The relative sealing ability of paste - Type fillings materials. *J. Endodon.* 1982 - 8:543-9.
- 35) *Normal RD et Al.*: Additional studies on sulubility of certain dental materials. *J. Dent. Res.* 1959 M 381028-27.
- 36) *Wilson Ad.*: Specification test for the solibility and disintegration of dental cements: a critical evaluation of its meaning. *J. Dent. Res.* 1976 - 55:721-29.
- 37) *Peters D.D.*: Two - year in vitro solubility evaluation of four guttapercha sealer obturation techniques *J. Endodon.* 1986 - 12:139-45.
- 38) *Schilder N.*: Filling root canals in three dimensions. *Dent. Clin. North Am.* 1967 - 723-744.
- 39) *Cohen S. and Burns R.C.*: Pathways of the pulp. St. Louis. C.V. Mosby Co. 1976.
- 40) *Allison D.A.*: The influence of the method of canal preparation on the quality of apical and coronal osturation. *J. Endodon.* 1979 - 5:298-304.
- 41) *Dow P.R. et AL.*: Isotope determination of root canal failure. *Oral Surg.* 1955 - 8:1100-1104.