

Tiziano Testori
Mario Badino
Marco Castagnola

Scuola di specializzazione
in Odontostomatologia
dell'Università di Milano
Direttore: Prof. A. Salvato

Rassegna della letteratura internazionale sull'eziologia delle fratture verticali di radice

Literature review on vertical root fractures etiology

Testori T, Badino M, Castagnola M. Rassegna della letteratura internazionale sull'eziologia delle fratture verticali di radice. *G It Endo* 1990; IV 3: 44-47

RIASSUNTO

Gli Autori dopo una attenta revisione della letteratura internazionale sulle fratture di radice analizzano le principali cause che portano a questa spiacevole evenienza clinica.

Alla luce dei dati riscontrati si traggono conclusioni che possono rivestire un notevole interesse clinico-pratico.

Parola chiave: Fratture dentali.

SUMMARY

A thorough literature review on vertical root fractures has been accomplished, analyzing in depth the causes of this frustrating clinical observation.

Conclusions that can be of clinical importance have been reached.

Key word: Tooth fractures.

Le fratture verticali di radice sono purtroppo un'evenienza frequente e si riscontrano sempre più spesso nella pratica clinica. Sicuramente una delle cause è la diffusione presso la classe odontoiatrica di procedure operative sempre più complesse e sofisticate, applicate a casi clinici che non vengono forse analizzati adeguatamente dal punto di vista diagnostico.

La diagnosi di frattura verticale di radice può rappresentare per l'odontoiatra un momento difficile e frustrante che richiede un approccio multidisciplinare.

Tali fratture decorrono lungo l'asse maggiore dell'elemento dentale e possono originare a livello coronale od apicale. La rima di frattura, il cui orientamento è, di solito, vestibolo-linguale, si può più frequentemente estendere da una superficie all'altra del

dente; oppure, negli stadi iniziali, può essere limitata ad una sola porzione della radice senza oltrepassare il canale radicolare.

Le fratture verticali, di solito, si osservano in pazienti adulti; colpiscono soprattutto gli elementi latero-posteriori e riconoscono frequentemente un'eziologia iatrogena (1).

Mentre le fratture a componente orizzontale od obliqua si osservano in pazienti giovani sui denti frontali e riconoscono un'eziologia traumatica (2).

Un altro tipo di fratture verticali sono le fratture patologiche descritte da Bender (3).

Secondo gli AA questi tipi di frattura si verificano in pazienti di età superiore ai 50 anni. Sono dovute a processo flogistico associato alla malattia parodontale che provocherebbe una demineralizzazione della radice in toto rendendola più suscettibile alla frattura.

L'esperienza clinica evidenzia e la letteratura riporta che la maggior parte delle fratture verticali possono riconoscere una causa iatrogena (4-5-6-7-8-9-10-12). Dato che la più alta incidenza di fratture verticali si verifica su denti trattati endodonticamente (1), per molti anni si è pensato che la disidratazione dell'elemento dentale fosse la causa primaria di frattura. Tuttavia la presunta fragilità del dente trattato endodonticamente non è mai stata documentata in modo inequivocabile. Helfer e coll. (13) sostengono che la perdita di circa il 9% del contenuto in acqua dopo trattamento endodontico rispetto ad un dente vitale, provocherebbe una contrazione del tessuto dentinale con la formazione di incrinature, microfissurazioni che potrebbero evolvere in rime di fratture vere e proprie. Questa ricerca è stata eseguita sui cani e potrebbe non rispecchiare la realtà in campo umano.

La letteratura internazionale è abbastanza povera di lavori riguardanti i possibili cambiamenti delle proprietà meccaniche della dentina dopo trattamento endodontico.

Lewinstein (14) in uno studio sulla durezza della dentina in denti trattati endodonticamente anche fino a 10 anni prima dell'avulsione, ha dimostrato che la durezza del tessuto dentinale non è influenzata dal trattamento canalare. Gli Autori tuttavia nel lavoro rilevano come tale osservazione non di-

mostri che la resistenza della dentina non sia influenzata dal trattamento endodontico. Infatti la misurazione della durezza del tessuto dentinale non tiene conto dell'eventuale presenza di microfratture da cui potrebbero partire delle fratture verticali vere e proprie.

Un altro studio (15) sulla durezza della dentina in denti vitali estratti, ha dimostrato come la dentina sclerotica sia più soffice della dentina opaca non sclerotica. Si è postulato che nella dentina sclerotica avvenga un certo grado di scambio ionico attraverso i tubuli dentinali oblitterati, che provocherebbe una demineralizzazione parziale rendendo la dentina più soffice. Tuttavia, dopo il trattamento endodontico, questo scambio ionico avverrebbe comunque, per mezzo del legamento parodontale, e non si verificherebbero quindi alterazioni nella durezza della dentina, come viene dimostrato nello studio precedente (14).

Rivera e Yamauchi (16) in una sperimentazione su elementi vitali ed elementi trattati endodonticamente, hanno dimostrato che non si verificano cambiamenti statisticamente significativi nella matrice collagene della dentina.

Uno studio di Carter (17) su denti estratti vitali e trattati endodonticamente, ha dimostrato che il trattamento endodontico rende il dente più fragile e riduce la compattezza del dente in toto, però, solo del 14%.

Dall'analisi di questi dati si evince che ci devono per forza essere in gioco altri fattori nella genesi delle fratture.

Sicuramente l'eccessiva rimozione di tessuto dentinale è una delle cause di indebolimento dell'elemento dentale. Numerosi lavori hanno riportato come una strumentazione eccessiva del canale contribuisce ad indebolire l'elemento dentale (8-18). E' stato consigliato da alcuni Autori un allargamento dello spazio canalare il minimo compatibile con le necessità operativo-cliniche del caso (19-20) dando preferibilmente una forma tronco-conica al canale che meglio disperde le forze durante la compattazione (21).

Numerosi lavori sperimentali (22-23-24) hanno dimostrato che le procedure operative in conservativa non in relazione con il trattamento endodontico contribuiscono a

diminuire la resistenza del dente alla frattura. Secondo gli Autori di tali sperimentazioni è molto importante preservare il più possibile le creste marginali ed eseguire istmi di congiungimento piccoli, compatibilmente con le esigenze cliniche.

Reeh (25) in uno studio su 24 premolari superiori, usando una metodica di carico del dente non distruttiva, ha analizzato il contributo dato dal trattamento endodontico e dalle procedure operative restaurative nel ridurre la resistenza dell'elemento dentale. Tale studio ha dimostrato che il trattamento endodontico di per sé, quando il dente è intatto, riduce di solo il 5% la resistenza del dente, molto meno rispetto ad un 20% provocato dall'esecuzione di una cavità occlusale. Un incremento notevole si ha in concomitanza con la perdita delle creste marginali e dopo l'esecuzione di cavità MOD.

Da tutti questi lavori si può presumibilmente pensare come le procedure operative di terapia conservativa siano più responsabili del trattamento endodontico nella genesi delle fratture coronali che possono portare a frattura verticale della radice.

Uno studio condotto da Rosen H. (26) ha dimostrato come un cerchiaggio di circa 2 mm. a livello cervicale abbia un effetto preventivo quando si tenta di spezzare una radice avvitando un perno all'interno del canale stesso. Tuttavia nella pratica clinica bisogna osservare che prima vengano posti i perni e poi si esegua la corona. Questo studio però ha dimostrato come si fratturino più facilmente le radici con diametro mesiodistale esiguo quali i premolari e le radici dei molari. Infatti Gher e coll. (1), in un lavoro clinico su 100 casi di denti fratturati, hanno ritrovato che i molari sono i denti che più frequentemente vanno incontro a frattura.

Un'altra probabile causa di frattura verticale di radice descritta nella letteratura internazionale è l'eccessiva forza esercitata durante la compattazione della guttaperca. Anche in questo caso però i dati non sono univoci ed inoltre le conclusioni a cui giungono certi autori sono "presunte conclusioni".

Pitts e coll. (27), in uno studio *in vitro* su 50 elementi monoradicoliati, hanno riscontrato che la forza media per provocare una frattura è intorno ai 15,2 Kg., con fratture che tut-

tavia si verificano anche a carichi intorno ai 7,2 Kg. Lo studio è stato eseguito avvalendosi della tecnica della compattazione laterale.

Rechter (28) ha sostanzialmente ritrovato gli stessi dati di Pitts e coll. con una forza media di 16,7 Kg.

Studi più recenti *in vitro* di Holcomb e coll. (29) su 54 incisivi inferiori hanno dimostrato come sia sufficiente una forza di 1,5 Kg., durante la compattazione laterale della guttaperca, per fratturare tali elementi. L'autore conclude suggerendo di attestarsi su tali valori usando un limite di sicurezza pari al 70% del limite minimo, cioè forze intorno a Kg. 1,1. Nello studio si confermano i dati ritrovati da Harvey e coll. i quali hanno ritrovato che aumentando la conicità del canale vi è una migliore distribuzione delle forze durante la compattazione. Tuttavia si presume che ci debba essere un punto in cui aumentando la conicità e la svasatura del canale si arriva ad indebolire la radice predisponendola alla frattura.

Per quanto riguarda, poi, le differenze fra condensazione verticale e laterale, poco è stato pubblicato.

Gimlin e coll. (30), in uno studio che si avvale di un modello matematico elaborato al computer, hanno evidenziato come la condensazione laterale produca una concentrazione maggiore di stress in alcuni punti rispetto alla condensazione verticale. La distribuzione dello stress in zona apicale è praticamente sovrapponibile sia per la condensazione verticale che laterale. Tuttavia è richiesta una forza minore per avere la stessa concentrazione di stress, la più pericolosa per le fratture, usando la tecnica della condensazione laterale, rispetto alla verticale. Anche questo studio, però, mostra dei limiti, peraltro evidenziati dagli Autori, quali l'analisi bidimensionale e non tridimensionale come si verifica nella realtà e l'utilizzo di un modello "astratto" che non prevede la dentina ed il legamento parodontale.

Molti lavori che illustrano casi clinici di frattura verticale (4-7-8-19-31), hanno ipotizzato che la frattura possa essere stata causata da un'eccessiva pressione durante l'inserzione della ritenzione endocanalare.

E' dimostrato da numerosi lavori *in vitro* che l'inserzione forzata di ritenzioni endoca-

nalari soprattutto viti filettate avvitate nel contesto della dentina, possano creare delle linee di fissurazione che possono evolvere sotto carico in fratture (32).

Numerosissime sperimentazioni (33-34-35-36) eseguite sulla forma dei perni attribuiscono alla forma conica la maggior responsabilità nel creare intense concentrazioni di stress lateralmente e coronalmente, indice di una forte azione-cuneo.

Deutsch e coll. (36) hanno eseguito uno studio su 212 elementi dentali a cui venivano inseriti vari tipi di perni mediante un dispositivo meccanico che continuava a essere in moto fino alla rottura del perno o del dente.

In tale studio i perni conici hanno provocato la percentuale maggiore di fratture verticali.

In un altro studio Deutsch e coll. (37) hanno evidenziato come la sezione della radice e la forma del perno siano dei fattori molto importanti nella genesi delle fratture durante l'inserzione del perno stesso. Infatti quando furono usati perni del diametro di 1,5 mm., si verificò un incremento di casi di frattura pari a 6 volte per ogni millimetro di diminuzione del diametro della radice a livello della giunzione amelo-cementizia.

Uno studio di Trope (38) su 64 incisivi centrali superiori ha evidenziato come la preparazione di una sede per un perno indebolisca una radice trattata endodonticamente e che il perno deve quindi essere usato se necessario per la ritenzione del restauro e non per rinforzare la radice.

Alcuni lavori della letteratura internazionale riportano quale possibile causa eziologica l'espansione volumetrica dei perni endocanalari dovuta alla corrosione (39-40-41). I prodotti derivati dalla corrosione si depositano sulla superficie del perno causando una espansione tridimensionale che porterebbe a frattura verticale di radice. Tuttavia tale ipotesi non è mai stata provata in modo inequivocabile. La corrosione della ritenzione intracanalare può essere considerata secondaria alla linea di frattura e non la causa della frattura stessa.

Un recente lavoro (41) sulla corrosione dei perni endocanalari ha ritrovato che il livello di corrosione dei perni in titanio è trascurabile, minimo per quelli in acciaio inossidabi-

le, indubbiamente costante ma irregolare per distribuzione ed entità nelle viti di ottone.

Inoltre vi sono dei campi della ricerca in Endodonzia che sono poco conosciuti perché sono stati anche poco indagati ma potrebbero fornirci utili tessere per ricostruire il mosaico di cause che portano alle fratture verticali di radice.

Dobbiamo ricordare le ricerche di Lowenstein e Rathkamp (43) che analizzarono denti vitali e trattati endodonticamente con soglie di carico minimali.

I ricercatori trovarono che la soglia di carico saliva del 57% in denti trattati endodonticamente rispetto a quelli vitali. Gli autori ipotizzavano una interrelazione fra tessuto pulpare e recettori parodontali.

A questo proposito è generalmente accettato che la polpa possa avvertire solo stimoli dolorifici lasciando ai recettori parodontali la responsabilità della trasmissione degli stimoli pressori.

Tuttavia uno studio autoradiografico sull'innervazione sensoriale nei denti (44) dei ratti ha mostrato la presenza nella polpa di strutture che assomigliano a recettori corpuscolati. Tale rilevazione può suggerire come il tessuto pulpare possa rilevare non solo stimoli nocicettivi ma anche stimoli pressori.

Randow e Glantz (45) in uno studio biomeccanico in vivo in pazienti protesizzati con estensioni vestibolari a livello di premolari vitali e trattati endodonticamente nella stessa cavità orale, hanno dimostrato che gli elementi trattati endodonticamente sopportano carichi in media due volte superiori ai denti vitali prima di provocare dolore ai pazienti.

Gli stessi autori, inoltre, hanno ritrovato un cambio nel centro di rotazione del moncone trattato endodonticamente rispetto all'elemento vitale, i due centri coincidevano quando veniva praticata l'anestesia. Questo sicuramente dimostra che esistono delle correlazioni fra vitalità dell'elemento e meccanici recettori parodontali.

Nyman e Lindel (46) in uno studio longitudinale su 299 pazienti con 332 ricostruzioni protesiche fisse hanno ritrovato che le fratture verticali avvenivano su elementi trattati endodonticamente con perni ed utilizzati come pilastro terminale con elementi in estensione.

Alves in uno studio fotoelastico su ponti con elementi distali e mesiali in estensione (47), ha ritrovato che tali progettazioni protesiche generano notevoli forze laterali all'interno del parodonto profondo dell'elemento vicino all'estensione non in relazione con il diametro e l'anatomia radicolare.

CONCLUSIONI

Le conclusioni che possiamo trarre da una revisione della letteratura internazionale basata sui lavori *in vitro* sono essenzialmente considerazioni di "presunzione", "verità" monofattoriali che tengono conto di un solo parametro.

I lavori *in vitro* presentano limiti imposti, come dice la parola stessa, dalla sperimentazione *in vitro*.

Non vi sono, ad esempio, ricerche scientifiche che dimostrano la validità dei modelli sperimentali di simulazione dell'alveolo e del legamento parodontale per ogni singolo studio. Per cui la realtà *in vitro* può non essere una realtà *in vivo*.

I vari studi *in vitro* per l'eterogeneità dei campioni dei materiali e metodi usati difficilmente offrono dati comparabili. Tuttavia le considerazioni di "presunzione" di questi lavori, integrate da studi retrospettivi longitudinali *in vivo* (48-49) possono fornire indicazioni operative da applicare nella pratica professionale quotidiana sulla scorta anche dell'esperienza clinica di ogni professionista. Inoltre, la realtà clinica ci insegna che nelle fratture verticali sono in gioco moltissimi fattori il cui contributo è difficilmente quantificabile.

E' indubbio però che il successo clinico di ogni singolo elemento trattato endodonticamente può essere ricondotto a due fattori principali:

- a) corrette procedure intradentali
- b) corretto rapporto armonico dell'elemento singolo con le forze occlusali, il carico protesico e la peculiarità del paziente rappresentate da parafunzioni e biotipo di ogni singolo caso.

Per quanto riguarda il primo punto tutti gli Autori sono ormai d'accordo che, senza prescindere da un trattamento endodontico eseguito "lege artis", la conservazione di sostanza radicolare soprattutto a livello del

terzo cervicale rappresenta una delle chiavi del successo.

Due recenti lavori (50-51) hanno puntualizzato come sia di capitale importanza preservare struttura radicolare a livello del terzo coronale del canale durante il trattamento endodontico.

Infatti nella zona della giunzione amelo-cementizia, di solito, viene posto il margine protesico ed è proprio a questo livello che si esercitano gli stress sotto carico.

Assif e coll. (52) hanno dimostrato su modelli fotoelastici come sotto carico un dente trattato endodonticamente, ricostruito con un perno, sia di tipo cilindrico o conico, risponda in modo pressoché identico scaricando gli stress applicati a livello del margine protesico e della regione apicale. Le caratteristiche del perno sembrano non avere rilevanza nella distribuzione degli stress una volta applicata la corona.

Un altro punto su cui tutti sono d'accordo è la cementazione passiva delle ritenzioni endocanalari. Quest'ultime non concorrono a rinforzare la radice ma sono usate unicamente per dare ritenzione alla ricostruzione del moncone. Quando è possibile, è meglio affidarsi a ritenzioni naturali offerte da pozetti, solchi dentinali, orientandosi verso restauri a ricoprimento cuspidale sui settori latero posteriori.

Per quanto riguarda il secondo punto, le ricostruzioni protesiche con elementi in estensione su pilastri trattati endodonticamente e ricostruiti con perni endocanalari, anche alla luce della validità clinica di altre soluzioni quali l'implantologia osteointegrata, sono, se possibile, da evitare.

Protesi parziali rimovibili unite mediante attacchi extracoronari a pilastri singoli trattati endodonticamente che presentano perni, sono progettazioni protesiche sicuramente a "rischio". Da ultimo, ma sicuramente non meno importante per il successo clinico a distanza, nel piano di trattamento terapeutico bisogna valutare le eventuali parafunzioni e le masse muscolari a livello dell'apparato stomatologico offerte da ogni singolo paziente.

Forse uno dei più grossi errori che viene commesso in Odontoiatria è tentare di adattare ogni singolo paziente alla medesima tecnica ed operatività, invece di adattare i vari tipi di approcci terapeutici alle reali necessità cliniche del paziente.

BIBLIOGRAFIA

- 1 - Gher ME, Dunlap RM, Anderson MH, Kuhl LV. Clinical survey of fractured teeth. *J Am Dent Assoc* 1987; 114: 174-7
- 2 - Andreasen JO. *Traumatic injuries of the teeth*, ed 2. Copenhagen, Munksgaard; Philadelphia, WB Saunders Co 1981; 33-38
- 3 - Bender IB, Freedland JB. Adult root fracture. *J Am Dent Assoc* 1983; 107: 413-9
- 4 - Linaburg RG, Marshall FJ. The diagnosis and treatment of vertical root fractures: report of a case. *J Am Dent Assoc* 1973; 86: 679-83
- 5 - Polson AM. Periodontal destruction associated with vertical root fracture. *J Periodontol* 1977; 48: 27-32
- 6 - Sinai IH, Katz HR. Management of a vertical root fracture. *J Endod* 1978; 4: 316-7
- 7 - Wechsler SM, Vogel RI, Fishelberg G, Shovlin FE. Iatrogenic root fractures: a case report. *J Endod* 1978; 4: 251-3
- 8 - Meister F, Lommel TJ, Gerstein H. Diagnosis and possible causes of vertical root fracture. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1980; 49: 243-53
- 9 - Meister F, Lommel TJ, Gerstein H, Bell WA. An additional clinical observation in two cases of vertical root fracture. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1981; 52: 91-6
- 10 - Lin LM, Langeland K. Vertical root fracture. *J Endod* 1982; 8: 558-621
- 11 - Vertucci FJ. Management of a vertical root fracture. *J Endod* 1985; 11: 126-31
- 12 - Tamse A. Iatrogenic vertical root fractures in endodontically treated teeth. *Endod Dent Traumatol* 1988; 4: 190-196
- 13 - Helfer AR, Melnick S, Schilder H. Determination of the moisture content of vital and pulpless teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1970; 34: 661-70
- 14 - Lewinstein I, Grajower R. Root dentin hardness of endodontically treated teeth. *J Endod* 1981; 7: 421-422
- 15 - Grajower R, Azaz B, Bron-Levi M. Microhardness of sclerotic dentin. *J Dent Res* 1977; 56: 446
- 16 - Rivera E, Yamauchi M. Collagen cross links of root filled and normal dentin. *J Dent Res* 1990; 69: 121
- 17 - Carter JM, Sorensen SE, Johnson RL, Teitelbaum RL, Levine MS. Punch shear testing of extracted vital and endodontically treated teeth. *J Biomech* 1983; 16: 841-8
- 18 - Langer B, Stein SD, Wagenberg B. An evaluation of root resections. *J Periodontol* 1981; 52: 719-22
- 19 - Plant JJ, Uchin RA. Endodontic failures due to vertical root fractures: two case reports. *J Endod* 1976; 2: 53-5
- 20 - Trabert KC, Caputo A, Abou-Ras M. Tooth fracture - a comparison of endodontic and restorative treatments. *J Endod* 1978; 4: 341-5
- 21 - Harvey TE, White JT, Leeb JJ. Lateral condensation stress in root canals. *J Endod* 1981; 7: 171-5
- 22 - Mondelli J, Steagall L, Ishikiriama A, Navarro MFL, Soares F B. Fracture strength of human teeth with cavity preparations. *J Prosthet Dent* 1980; 43: 419-22
- 23 - Larson TD, Douglas WH, Geistfeld RE. Effect of prepared cavities on the strenght of teeth. *Oper Dent* 1981; 6: 2-5
- 24 - Wendt SL Jr, Harris BM, Hunt TE. Resistance to cups fracture in endodontically treated teeth. *Dent Mater* 1987; 3: 232-5
- 25 - Reeh E, Messer H, Douglas WH. Reduction in tooth stiffness asa result of endodontic and restorative procedures. *J Endod* 1981; 15: 512-16
- 26 - Rosen H, Partida-Rivera M. Iatrogenic fracture of roots reinforced with cervical collar. *Oper Dent* 1986; 11: 46-50
- 27 - Pitts DC, Matheny HE, Nicholls YI. An *in vitro* study of spreader loads required to cause vertical root fracture during lateral condensation. *J Endod* 1983; 9: 544-50
- 28 - Rechter I. Measurement of the force required for splitting roots with finger spreaders. D.M.D. thesis, School of Dental Medicine, Tel-Aviv University, Tel-Aviv, 1985
- 29 - Holcomb J, Pitts D, Nicholls JJ. Further investigation of spreader loads required to cause vertical root fracture during lateral condensation. *J Endod* 1987; 13: 277-84
- 30 - Gimlin DR, Parr CH, Aguirre-Ramirez GA. A comparison of stresses produced during lateral and vertical condensation using engineering models. *J Endod* 1986; 12: 235-41
- 31 - O'Reilly PMR. Management of a vertically fractured endodontically treated tooth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1985; 60: 208-11
- 32 - Helft M, Marshak B. Split root: a common cause of undiagnosed or misdiagnosed pain. *Quintessence Int* 1981; 12: 1031-6
- 33 - Standlee JP, Caputo A, Hanson EC. Retention of endodontic dowels: effect of cement, dowel length, diameter and design. *J Prosteth Dent* 1978; 39: 401-05
- 34 - Standlee JP, Caputo A, Holcomb J. The dentatus screw: comparative stress analysis with other dowel design. *J Oral Rehab* 1982; 9: 23-29
- 35 - Caputo A, Standlee JP. Basic principles of posts: a foundation for the future. *J Clin Dent* 1988; 2: 45-7
- 36 - Deutsch AS, Cavallari J, Musikant BL, Silverstein L, Lepley J, Petroni G. Root fracture and the design of prefabricated posts. *J Prosthet Dent* 1985; 53: 637-40
- 37 - Deutsch AS, Musikant BL, Cavallari J e coll. Root fracture during insertion of prefabricated posts related to root size. *J Prosthet Dent* 1985; 53: 786-89
- 38 - Trope M, Maltz DO, Tronstad L. Resistance to fracture of restored endodontically treated teeth. *Endod Dent Traumatol* 1985; 1: 108-11
- 39 - Angmar-Mansson B, Omnell KA, Rud J. Root fractures due to corrosion. *Odontol Revy* 1969; 20: 245-65
- 40 - Peterson KB. Longitudinal root fracture due to corrosion of an endodontic post. *Can Dent Assoc J* 1971; 37: 66-8
- 41 - Rud J, Omnell KA. Root fractures due to corrosion. *Scand J Dent Res* 1970; 78: 397-403
- 42 - Rovati L, Dallari A. Perni e viti endocanalari prefabbricati. *Att. Dent* 1990; 3: 8-31
- 43 - Loewenstein WR, Rathkamp R. A study on pressoreceptive sensibility of the tooth. *J Dent Res* 1955; 34: 287-94
- 44 - Pimenidis MZ, Minds JW. An autoradiographic study of the sensory innervation of teeth. Dental pulp and periodontium. *J Dent Res* 1977; 56: 835-40
- 45 - Randow K, Glantz P-O. On cantilever loading of vital and non-vital teeth. An experimental clinical study. *Acta Odontol Scand* 1986; 44: 271
- 46 - Nyman S, Lindhe J. A longitudinal study of combined periodontal and prosthetic treatment of patients with advanced periodontal disease. *J Periodontol* 1979; 50: 163-69
- 47 - Alves M, Askar EM, Randolph R, Passanezi E. A protoelastic study of three-unit mandibular posterior cantilever bridges. *Int J Periodont Rest Dent* 1990; 10: 153-67
- 48 - Sorenson JA, Martinoff JT. Intracoronar reinforcement and coronal coverage: a study of endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent* 1984; 51: 780-4
- 49 - Hansen EK, Asmussen E, Christiansen N C. *In vivo* fractures of endodontically treated teeth restored with amalgam. *Endod Dent Traumatol* 1990; 6: 49-55
- 50 - Assif D, Oren E, Marshak BL, Aviv I. Photoelastic analysis of stress transfer by endodontically treated teeth to the supporting structure using different restorative techniques. *J Prosthet Dent* 1989; 61: 535-43
- 51 - Unter AJ, Feiglin B, Williams JF. Effect of post placement on endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent* 1989; 62: 166-72