

Massimo Gagliani  
Alessandro Chisoli  
Lara Figini  
Giovanni Novi  
Lucia Sardi  
Roberto Spreafico

Università degli Studi di Milano  
Istituto di Scienze Biomediche Ospedale S. Paolo  
Corso di Laurea in Odontoiatria  
Insegnamento di Odontoiatria Conservatrice  
Titolare: Dr. Massimo Gagliani

Corrispondenza:  
Dr. Massimo Gagliani  
Università degli Studi di Milano  
Ospedale S. Paolo  
Corso di Laurea in Odontoiatria  
Via Beldiletto, 1 - 20142 Milano  
Tel. 02/8138871 - Fax 02/8130200

# Restauro indiretto con resine composite di premolari trattati endonticamente: verifica della resistenza ai carichi assiali

Composite resin indirect restorations of endodontically treated premolars: axial load tests

## RIASSUNTO

### Scopo del lavoro

Valutazione *in vitro* della resistenza al carico massimo di frattura di premolari trattati endodonticamente, ricostruiti in amalgama e in materiale composito attraverso tecniche indirette, rispettivamente con e senza ricopertura cuspidale.

### Materiali e metodi

30 premolari estratti sono stati trattati endodonticamente e divisi in tre gruppi: sono state eseguite cavità MOD, un gruppo controllo è stato ricostruito in amalgama, due gruppi sono stati ricostruiti con intarsio in resina composita, rispettivamente "inlay" ed "onlay". I campioni sono quindi stati sottoposti a prove di carico assiale ed i dati sono stati registrati attraverso un dinamometro di precisione. Sono stati esaminati i carichi di frattura massima e le caratteristiche delle fratture stesse.

### Risultati

Il gruppo dei denti ricostruiti in composito con modalità "onlay" ha mostrato una maggiore resistenza ai carichi mostrando un limite di frattura più alto rispetto agli altri gruppi e tale differenza è risultata statisticamente significativa (Test di Kruskal Wallis  $p < 0,05$ ).

### Conclusione

La ricopertura cuspidale sembra essere il trattamento più affidabile per ottenere una resistenza ottimale dell'insieme dente-restauro, a patto che la struttura dentale residua a livello coronale sia sufficiente.

**Parole chiave:** Premolari superiori. Resine composite. Preparazione cavitaria. Fratture dentarie.

## ABSTRACT

### Aim of the work

*In vitro* evaluation of resistance to axial fracture loads of endodontically treated premolars, after indirect (or semidirect) composite resin restoration.

### Material and methods

30 extracted premolars, endodontically treated, were build up by a photocuring compomer and MOD cavities were made. They were divided into three groups and restored with amalgam (control group) and indirect composite resin (inlay and onlay). Failure load and characteristics of failure were recorded.

### Results

The onlay group showed a higher resistance to vertical load than the other groups (Kruskal Wallis test:  $p < 0,05$ ).

### Conclusion

Cuspal coverage seems to be the treatment of choice, also dealing with composite materials, when sufficient tooth structure remains.

**Key words:** Upper premolars. Composite resin. Cavity preparation. Tooth fracture.

## INTRODUZIONE

Ogni elemento dentario a seguito di un trattamento endodontico oltre a subire una perdita più o meno consistente di smalto e dentina, subisce anche cambiamenti irreversibili dell'architettura anatomica e delle proprietà biochimiche e biomeccaniche. Infatti, la struttura dentale rimanente risulta essere compromessa per la perdita di strategici elementi architettonici quali il tetto della camera pulpare, che sembra avere grande importanza nel definire la resistenza alla frattura di un dente. In aggiunta, la riduzione della struttura dentale, in particolare delle creste triangolari che legano le cuspidi, così come la creazione di angoli vivi, determinerebbero un aumento della probabilità di frattura (1).

I risultati ottenuti da Marcolì dimostrano il progressivo indebolimento meccanico degli elementi dentari in relazione alla estensione della cavità, ma soprattutto il drammatico decremento della resistenza alla frattura dopo l'abbattimento anche solo di una cresta marginale in seguito all'esecuzione di un box prossimale.

La tendenza odierna è quella di ripristinare le caratteristiche elastiche della dentina perduta, reintegrandola con materiali aventi una microdurezza (parametro correlato con il modulo di elasticità) più vicina possibile a quella della dentina. Un materiale da restauro ideale dovrebbe avere le proprietà fisiche della dentina e la resistenza all'usura dello smalto (2).

Numerosi autori hanno eseguito studi *in vitro* su elementi dentari trattati endodonticamente ed hanno dimostrato che la ricostruzione con materiali compositi garantisce ai denti maggiore resistenza ai carichi rispetto alle ricostruzioni eseguite con materiali metallici. (3-6).

Tradizionalmente gli elementi dentari trattati endodonticamente sono stati ricostruiti attraverso l'uso di perni metallici endocanalari. Tuttavia le funzioni che tradizionalmente sono state attribuite ai perni endocanalari, di ritenzione per il materiale da restauro e di rinforzo delle strutture residue, non sono più interamente riconosciute dalla let-

Gagliani M, Chisoli A, Figini L, Novi G, Sardi L, Spreafico R. Restauro indiretto con resine composite di premolari trattati endodonticamente: verifica della resistenza ai carichi assiali. *G I Endo* 1998; 3: 172-176

teratura scientifica. Sorensen e Martinoff nel 1984 concludevano che "...l'uso indiscriminato del perno in ogni dente trattato endodonticamente non è realistico." (7).

Lo scopo del presente lavoro è stato quello di valutare la resistenza al carico massimo di frattura di premolari trattati endodonticamente ricostruiti con materiale composito, ed abbiamo focalizzato la nostra attenzione sulle tecniche indirette: queste prevedevano o una normale cavità MOD, tipo "inlay" o una cavità con ricopertura cuspidale tipo "onlay".

In letteratura il restauro in composito diretto viene riservato a lesioni intracoronali in cui le dimensioni della cavità siano minori di un terzo - un mezzo della distanza cuspidale-cuspidale. Le tecniche indirette sono raccomandate invece in caso di cavità grandi, quando i restauri devono sopportare carichi masticatori occlusali (8).

Le tecniche indirette o semidirette intraorali ed extraorali permettono di ottenere un adattamento marginale ed un sigillo soddisfacenti, poiché la contrazione da polimerizzazione in bocca è limitata a quella del cemento composito. La costruzione in laboratorio dei manufatti in composito offre inoltre i vantaggi di un contorno anatomico ideale, di contatti interprossimali ideali, di una precisa integrità marginale, di estetica ideale. Infine, è stato ipotizzato che la polimerizzazione extraorale a calore conduca ad una conversione dei monomeri migliore e quindi ad un restauro con proprietà fisiche più adeguate alla situazione funzionale degli elementi dentari latero-posteriori (9, 10).

## MATERIALI E METODI

Sono stati raccolti 30 premolari mascellari privi di carie, estratti per ragioni ortodontiche o parodontali, e conservati in soluzione fisiologica e timolo.

I denti sono stati detersi e trattati endodonticamente, i canali sono stati otturati con guttaperca.

È stata eseguita una ricostruzione della struttura dentinale con materiale composito (F 2000, 3M Dental Products St Paul,

MN, U.S.A.) previa applicazione di acido ortofosforico al 37 % per 30 sec. ed applicazione del sistema adesivo Scotchbond MP (3M, Dental Products St Paul, MN, U.S.A) utilizzato secondo le indicazioni della casa produttrice.

I campioni sono stati quindi divisi in tre gruppi a seconda della ricostruzione da eseguire:

**I gruppo (5 denti):** ricostruzione in amalgama (gruppo controllo)

**II gruppo (15 denti):** intarsi in composito "inlay" semidiretti con tecnica simile a quella intraorale riportata da P. Magne e coll (11).

**III gruppo (10 denti):** intarsi in composito semidiretti onlay (con ricopertura cuspidale) con la medesima tecnica.

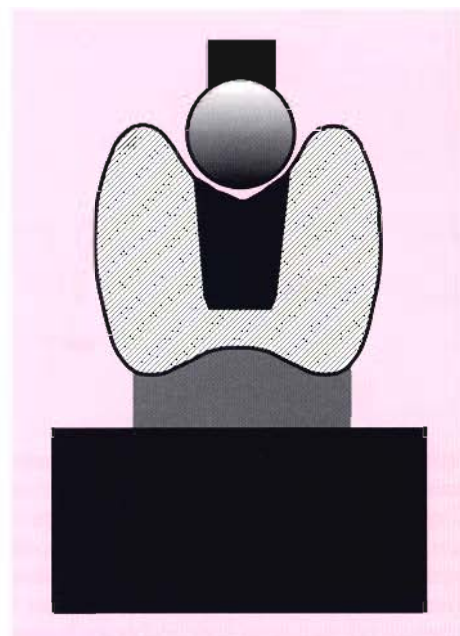
### I GRUPPO

Sono state preparate in tutti i denti cavità MOD dallo spessore dentinale delle pareti vestibolari e linguali pari a 2 mm. Allo scopo di standardizzare lo spessore finale delle pareti è stata utilizzata una fresa cilindrica diamantata a grana grossa (EU No 6847, Komet, Germania) montata su manipolo moltiplicatore con raffreddamento aria-acqua a cui era stata applicata in precedenza una dima di riferimento. Il pavimento dei box interprossimali è stato collocato all'altezza di 4 mm dalla corrispondente cresta marginale, mentre il pavimento della cavità occlusale è stato preparato alla profondità di 2 mm dalla superficie occlusale. I box interprossimali sono stati preparati con una profondità mesio-distale di 2 mm. Le cavità sono state rifinite con frese a bassa granulometria (EU No 8847, Komet, Germania).

Sono quindi state eseguite le ricostruzioni in amalgama secondo le metodiche convenzionali.

### II E III GRUPPO

Le cavità MOD sono state preparate con pareti divergenti di circa 18°, con le stesse dimensioni indicate per il I gruppo, utilizzando una fresa tronco-conica diamantata a grana grossa (EU No 6847, Komet, Germania) montata su manipolo moltiplicatore con raffreddamento aria-acqua. Nel gruppo III le cuspidi vestibolari e palatali o



**Fig. 1.** Disegno che schematizza le modalità di applicazione del carico applicato ai denti nel dinamometro.

linguali sono state abbassate di 2 mm.

Le cavità sono state quindi rifinite con una fresa tronco-conica a grana fine (EU No 8847, Komet, Germany) e successivamente isolate con 2 strati di isolante Lab-Separator (Coltene AG, Altstätten, Svizzera).

Gli intarsi sono stati eseguiti utilizzando resina composita (Z 100 3M Dental Products St Paul, MN, U.S.A) fotopolimerizzata a strati (40" per ogni strato) e sono quindi stati rifiniti con dischetti abrasivi (Sof-flex, 3M Dental Products St Paul, MN, U.S.A). Alla superficie interna degli intarsi è stato applicato uno strato di silano (Monobond S, Vivadent Ets., Schaan, Liechtenstein), agente di accoppiamento tra dentina e resina adesiva, in modo tale da migliorare la forza di legame tra cemento e manufatto.

Gli elementi dentari sono stati successivamente lavati con acqua al fine di rimuovere completamente il materiale isolante, e le cavità sono state preparate per la cementazione con le metodiche adesive.

Per questa sperimentazione abbiamo deciso di attuare una metodica di fissaggio che non comprendesse cementi duali non caricati ma per cementare i restauri è stata utilizzata la medesima resina composita che si era utilizzata per le ricostruzioni.

Dopo essere stati immersi in resina metacrilica (Resina 2000, Veneziani VN S.p.A., Trieste, Italia), tutti i campioni sono stati sottoposti alle prove di carico verticale attraverso un dinamometro elettronico (Acquati, Arese (MI), Italia). Sono state utilizzate barre metalliche cilindriche dal diametro pari alla distanza intercuspide, in grado di distribuire uniformemente il carico applicato sulle due cuspidi degli elementi dentari. La velocità di applicazione dei carichi è stata di 1 mm/min. È stato registrato



quindi il carico di frattura di ciascun dente, misurandolo in decaNewton. (Fig. 1) Per ciascun elemento è stato misurato il carico di frattura e per ogni gruppo sono stati calcolati media, mediana, errore standard e deviazione standard. Per valutare i risultati ottenuti sono state elaborate le analisi sulle medie e sulle mediane attraverso analisi statistiche non-parametriche (Test Kruskal-Wallis). È stata eseguita anche una analisi descrittiva attraverso l'uso spurio del test di sopravvivenza tipo Kaplan e Meier.

## RISULTATI

Tutti i denti fratturati presentavano distacchi ben visibili che si approfondivano sino oltre la giunzione amelo-cementizia; al fine di valutarne con più precisione la direzione abbiamo deciso di evidenziarla con blu di metilene al 10% (Fig. 2).

I risultati numerici sono riportati nella tabella 1 ed esemplificati graficamente nella figura 3.

Per il gruppo 1 (controllo in amalgama) il valore minimo ottenuto di resistenza alla frattura è stato di 43,9 daN, mentre il valore

massimo è stato di 71,1 daN. La media dei valori relativi a tale gruppo è stata di 57,44 daN, la mediana di 58,60.

Per il gruppo 2 (inlay in composito), il valore minimo registrato di resistenza alla frattura è stato di 35,80 daN, il massimo di 145,30 daN. La media dei valori registrati è stata di 85,74 daN, la mediana di 90,70.

Per il gruppo 3 (onlay in composito), il valore minimo registrato di resistenza alla frattura è stato di 47,7 daN, il massimo di 185,8 daN. La media dei valori registrati è stata di 111,98 daN, la mediana di 114,45.

L'ulteriore analisi descrittiva effettuata attraverso il test di sopravvivenza tipo Kaplan e Meier (Fig. 4) ci ha consentito di osserva-

re che la probabilità di frattura degli elementi dentari si verifica nel 50 % dei campioni per carichi pari a 60 daN nel caso di ricostruzione con amalgama (gruppo controllo), 90 daN nel caso di ricostruzione indiretta con inlay in composito (gruppo II), e di oltre 110 daN nel caso degli onlay in composito (gruppo III).

Al fine di valutare se le differenze evidenziate fossero statisticamente significative abbiamo sottoposto i dati ad analisi statistica non parametrica (ANOVA test tipo Kruskal-Wallis): abbiamo ottenuto un valore di  $p < .05$  confrontando le medie, mentre la differenza fra le mediane è risultata statisticamente maggiormente significativa ( $p < .02$ ).

	Media (daN)	S.D.	S.E.	Mediana (daN)
Gr. 1 (n=5)	57,44	10,74	4,80	58,60
Gr. 2 (n=15)	85,74	32,41	8,37	90,70
Gr. 3 (n=10)	111,98	39,27	12,41	114,45

**Legenda**  
SD: Deviazione standard; SE: Errore standard; n: numero dei denti; Gr. 1 = amalgama; Gr. 2 = composito inlay; Gr. 3 = composito onlay; daN = Unità di misura espressa in decaNewton

Tab. 1



Fig. 2. Campione di dente fratturato. È stata evidenziata la direzione della frattura con blu di metilene al 10%.

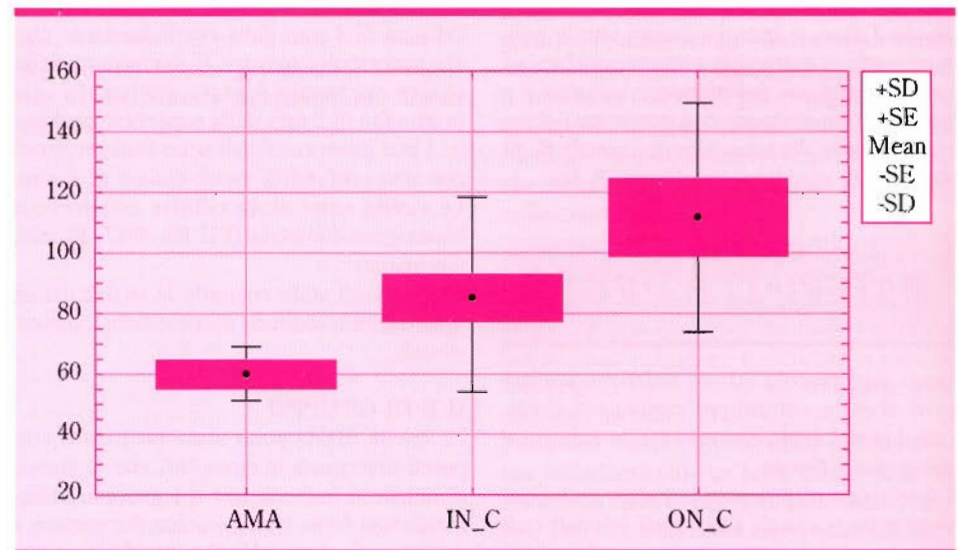


Fig. 3. Grafico che sintetizza le differenze tra i valori medi dei carichi di frattura riscontrati nei singoli gruppi.

## DISCUSSIONE

Numerosi studi hanno dimostrato che la perdita di tessuto dentario, per carie, trauma, o preparazione cavitaria indebolisce la resistenza dell'elemento dentario alle forze compressive occlusali (1, 4). I fattori che influenzano la resistenza ai carichi masticatori degli elementi dentari che hanno perso parte della qualità e della quantità del tessuto che li costituisce (12) sono costituiti anche dalle caratteristiche meccaniche del materiale da restauro e dal legame tra il materiale da restauro stesso e la dentina (13): la tendenza attuale è dunque quella di ripristinare i tessuti duri mancanti con le resine composite che presentano caratteristiche elastiche simili a quelle della dentina. Nell'ambito delle valutazioni della resistenza alla frattura degli elementi dentari trattati endodonticamente e restaurati con tecniche adesive, Trope e Tronstad (14) hanno ottenuto un significativo incremento della resistenza alla frattura delle strutture dentali residue (dopo terapia canalare e preparazione cavitaria MOD) con l'utilizzazione di resina composita, sia in associazione con CVI, sia come unico materiale da restauro. Lo studio di Trope ha confermato che il gruppo

di denti trattati endodonticamente e restaurati con la tecnica della mordenzatura totale con acido ortofosforico al 37% per 30 secondi seguita dalla stratificazione di resina composita era risultato essere il più resistente (resistenza media alla frattura 146,4 lbs.).

I risultati ottenuti da Ausiello e coll. relativi al gruppo di denti restaurati con l'adesivo dentinale Scotchbond MP in associazione con la resina composita Z 100 (4) hanno mostrato valori di resistenza alla frattura pari a circa 70,5 daN, inferiori soltanto a quelli relativi ai denti sani (106,1 daN) e sovrapponibili a quelli ottenuti con il presente studio.

I risultati *in vivo* relativi alle fratture dei premolari trattati endodonticamente, con cavità MOD e restaurati con amalgama o composito, sono stati mostrati da Hansen e coll. nel 1988 e nel 1990. In uno studio retrospettivo gli autori hanno trovato che nessun premolare restaurato con resina composita si era fratturato nei primi tre anni, e che la differenza nella prevalenza delle fratture dei denti restaurati con amalgama o composito era altamente significativa nell'intervallo di tempo di 0-3 anni (15). Il 28% dei premolari superiori con cavità MOD restaurate con amalgama senza copertura cuspidale si era fratturato entro 3 anni dalla terapia endodontica: gli Autori

hanno concluso che l'amalgama, specialmente in cavità MOD e senza ricopertura cuspidale, non è un materiale affidabile per il restauro degli elementi dentari latero posteriori trattati endodonticamente (16).

I nostri risultati mostrano infine che i restauri a ricopertura cuspidale presentano i valori più elevati di resistenza ai carichi di frattura ( $M = 111,98$  daN), in accordo con lo studio di Linn e Messer (3) in cui si conclude che la ricopertura selettiva delle cuspidi rinforza solo quelle ricoperte e non protegge le altre, mentre la ricopertura occlusale completa rinforza tutte le cuspidi ed è più importante ricoprire le cuspidi che conservare le creste marginali.

## CONCLUSIONI

La ricostruzione adesiva degli elementi dentari trattati endodonticamente risulta essere un metodo adeguato al fine di garantire una buona resistenza ai carichi masticatori. Tale metodica non richiede l'inserimento di perni all'interno delle radici trattate, consentendo di ridurre il rischio di frattura verticale delle radici e di perforazioni durante la preparazione dell'alloggiamento per il perno, che risultano essere la maggiore causa di insuccesso delle ricostruzioni post-endodontiche.

La ricopertura delle cuspidi sembra essere raccomandabile al fine di aumentare la resistenza meccanica durante l'applicazione dei carichi di frattura.

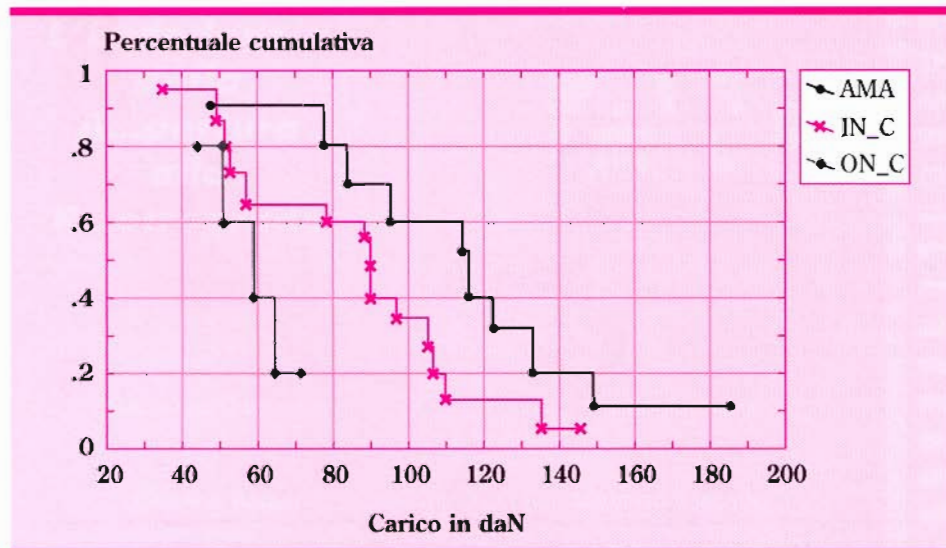


Fig. 4. Analisi descrittiva attraverso il test di Kaplan-Meier: si noti la differenza tra i restauri in composito e in amalgama.

## BIBLIOGRAFIA

1. Marcoli PA, Pasini S, Visconti L, Bellagamba F. Resistenza meccanica della corona dei primi premolari superiori trattati endodonticamente. *G It Endo* 1991; 1: 23-25
2. Lutz F. State of the art of tooth-colored restorative. *Op Dent* 1996; 21: 237-48.
3. Linn J, Messer HH. Effect of restorative procedures on the strength of endodontically treated molars. *J Endodon* 1994; 20(10): 479-85
4. Ausiello P, Morra M, Valletta A, Rengo S. Restauro adesivo dopo trattamento endodontico. *Dent Cad* 1996; 14: 42-57
5. Plasmans PJJM, Visseren LGH, Vrijhoef MMA, Kayser AF. *In vitro* comparison of dowel and core techniques for endodontically treated molars. *J Endodon* 1986; 12(9): 382-87
6. Guzy GE, Nicholls JL. *In vitro* comparison of intact endodontically treated teeth with and without endo-post reinforcement. *J Prosthet Dent* 1979; 42(1): 39-44
7. Sorensen JA, Martinoff JT. Intracoronary reinforcement and coronal coverage: a study of endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent* 1984; 51: 780-4
8. Lopes LMP, Leitao JGM, Douglas WH. Azione di rinforzo cuspidale di un materiale composito per intarsi. *Quint Int* 1992; 12: 769-73
9. Park SH. Comparison of degree of conversion for light-cured and additionally heat-cured composites. *J Prosthet Dent* 1996; 76(6): 613-18
10. Park SH, Lee CS. The difference in degree of conversion between light-cured and additional heat-cured composites. *Op Dent* 1996; 21: 213-17
11. Magne P, Dietschi D, Holz J. Esthetic restoration for posterior teeth: practical and clinical considerations. *Int J Periodont Rest Dent* 1996; 16: 105-119
12. Gutmann JL. The dentin-root complex: Anatomic and biologic considerations in restoring endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent* 1992; 67(4): 458-67
13. Sornkul E, Stannard JG. Strength of roots before and after endodontic treatment and restoration. *J Endodon* 1992; 18(9): 440-43
14. Trope M, Tronstad L. Resistance to Fracture of Endodontically Treated Premolars Restored with Glass Ionomer Cement or Acid Etch Composite Resin. *J Endodon* 1991; 17(6): 257-59
15. Hansen EK. *In vivo* cusp fracture of endodontically treated premolars restored with MOD amalgam or MOD resin fillings. *Dent Mater* 1988; 4: 169-173
16. Hansen EK, Asmussen E, and Christiansen NC. *In vivo* fractures of endodontically treated posterior teeth restored with amalgam. *Endod Dent Traumatol* 1990; 6: 49-55