

\*Marco Ferrari  
 \*\*Pier Nicola Mason  
 \*Piero Balleri

\*Istituto Policattedra di Discipline  
 Odontostomatologiche  
 Università di Siena  
 Direttore: Prof. E. Bertelli

\*\*Clinica Odontoiatrica Università di Padova  
 Direttore: Prof. A. Beltrame<sup>1</sup>

# Il perno moncone passivo: aspetti clinici e sperimentali

Friction-Free cast core: clinical and experimental observations

## RIASSUNTO

In questo articolo gli autori valutano dapprima i limiti del perno moncone fuso e successivamente la possibilità di ricostruire denti devitalizzati mediante perni moncone passivi. Ciò necessita alcune modifiche alla tecnica tradizionale di esecuzione di un perno moncone. Il perno può essere preparato più corto e meno invasivo, il fango dentinale parietale viene rimosso da soluzioni acide specifiche e la cementazione è eseguita mediante un cemento resinoso. Queste modifiche riducono il rischio di frattura radicolare.

Nella parte sperimentale dell'articolo sono stati testati alcuni parametri quali la micro-infiltrazione marginale, la resistenza alla trazione ed alla sollecitazione tangenziale. Perti moncone passivi sono stati comparati con perni tradizionali e diversi cementi resinosi sono stati testati.

I risultati hanno evidenziato come il perno moncone passivo possa essere una valida ed utile alternativa al perno tradizionale.

**Parola chiave:** Perno moncone.

## SUMMARY

Firstly the Authors consider the limitations of traditional cast cores, and subsequently discuss the possibility of reconstructing non vital teeth friction-free cast cores (passive cast core). To do this it is necessary to modify the traditional technique for making cast cores. The passive cast core is shorter and smaller than the traditional cast core, the smear-layer of the walls is removed by acid specific solutions and a resin cement is used for luting the post. This procedure drastically reduces the risk of radicular fractures.

In the section describing their experiments, marginal microleakage, bond strength tests and shear bond strength tests which were carried out are discussed. Passive cast cores are compared with traditional cast cores, and different types of cements they are tested.

Their results show that passive cast cores can be an effective and useful alternative to traditional cast cores.

**Key word:** Post and core technic.

## INTRODUZIONE

La ricostruzione dell'elemento dentale devitalizzato è stato oggetto di studio da parte di molti autori (1/30).

Per molto tempo si è creduto che l'inserimento di un perno nella porzione radicolare potesse rinforzare la struttura dentale, anche se, parallelamente, era messo in evidenza come la sua forma, lunghezza, larghezza e il tipo di cemento potessero influire significativamente sulla prognosi del restauro (11, 31, 32, 16, 33, 34, 19, 20, 35, 36, 37, 38, 39, 27, 40).

Entrarono anche in uso perni prefabbricati che, fondamentalmente, si presentavano più economici in tempo e in costi rispetto al perno fuso (1, 9, 41, 42, 14, 43, 44, 45, 28).

Inoltre più recentemente sono state proposte alternative ai mezzi ritentivi artificiali

quali i pozzetti intracanalari (ritenzioni naturali), in particolare per i denti posteriori (46).

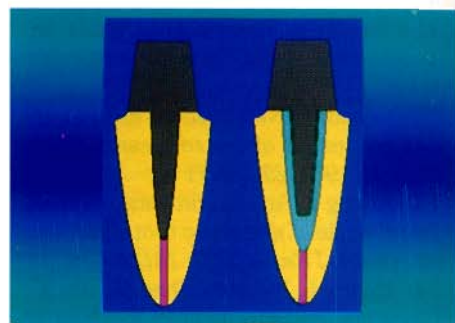
Anche il tipo di cemento usabile è stato indagato così da cercare un ulteriore ancoraggio alla struttura dentale (47, 48, 10, 49, 50, 51, 22).

In particolare Goldman e coll. (50-51) hanno valutato microscopicamente gli effetti del pre-trattamento del canale radicolare con soluzioni di EDTA al 17% e poi NaOCl al 5,25% al fine di rimuovere dalle pareti il fango dentinale e rendere possibile la penetrazione all'interno degli orifizi tubulari di un cemento resina (resina fluida non riempita). Secondo i risultati di questi lavori la resina fluida penetra nei tubuli dentinali aperti ancorando microritentivamente il perno alla struttura dentale e creando un'impalcatura ammortizzante attorno al mezzo ritentivo artificiale. Queste ricerche erano volte soprattutto all'utilizzo di perni prefabbricati.

Ferrari M, Mason PN, Balleri P. Il perno moncone passivo: aspetti clinici e sperimentali. *G It Endo* 1992; 3: 120-131

Recentemente Martignoni e coll. hanno proposto l'uso della cementazione passiva mediante il pretrattamento sopra descritto e l'uso di un cemento resina fluido anche per perni moncone fusi (22) (Fig. 1).

È infatti di frequente osservazione clinica



**Fig. 1** - Immagine ove è possibile confrontare le peculiarità del perno moncone tradizionale e di quello passivo.

l'evenienza di una frattura radicolare di un elemento che presenti un mezzo ritentivo artificiale. Così spesso è in relazione alla forma del perno stesso oltre che al tipo di restauro e ai carichi occlusali ad essi trasmessi (42, 52, 53, 40).

Con il perno moncone passivo è possibile mantenere un ottimo adattamento marginale nella porzione coronale e, al tempo stesso, affidarsi alla ritenzione determinata da una parte dalla penetrazione del cemento nella dentina canalare e dall'altra dalla contrazione della resina sul perno stesso durante l'indurimento (22). Inoltre la forma, lunghezza e larghezza del perno possono essere più contenute riducendo i rischi di frattura ed infine il cemento resinoso crea un'impalcatura ammortizzante tra perno stesso e parti radicolari, diminuendo la trasmissione degli stress occlusali alle strutture radicolari già indebolite dall'inevitabile trattamento endodontico (Figg. 2-3).

Riassumendo si possono tracciare i vantaggi e gli svantaggi di questa nuova tecnica.

#### Vantaggi:

- 1) Ottimo adattamento coronale
- 2) Effetto cuscinetto del cemento
- 3) Nessun effetto cuneo
- 4) Preparazione più contenuta (perni più corti e sottili)
- 5) Minor rischio di fratture

#### Svantaggi:

- 1) Polimerizzazione di resina composita senza diga.

#### Indicazioni cliniche

La realizzazione e cementazione di un perno moncone "tradizionale" può essere ostacolata da alcune particolari condizioni cliniche.

In particolare l'anatomia radicolare naturale e/o determinata da pregressi interventi endodontici può condizionare enormemente la lunghezza e la forma del perno. A tal proposito è ben risaputo come riducendo la lunghezza del perno si venga a perdere molta della sua ritentività (25, 26, 27).

Al tempo stesso il cercare di approfondire la preparazione e/o allargarla indebolirebbe in modo inevitabile la struttura radicolare aumentando enormemente il pericolo di fratture.

Inoltre, nel caso di pluriradicolarità, pianifi-



**Fig. 2** - Sezione perpendicolare all'asse lungo di una radice di monoradicolato dopo cementazione di un perno moncone tradizionale. La precisione del perno in questa sezione è tale da non individuare la presenza del cemento.



**Fig. 3** - Sezione perpendicolare all'asse lungo di una radice dopo cementazione di un perno moncone passivo. Il perno è immerso in uno spessore di cemento abbastanza uniforme. Il perno non ha nessun rapporto con le pareti radicolari.



**Fig. 4** - Preparazione ed impronte per perno moncone. Queste due fasi non differiscono fra loro sia che il perno moncone finale programmato sia tradizionale o passivo.



cando la cementazione passiva è possibile ridurre la preparazione di quei canali radicolari già anatomicamente limitati, non diminuendo al tempo stesso la ritentività del perno (54, 25, 29).

In definitiva le indicazioni cliniche al perno moncone passivo sono praticamente tutte quelle di un perno tradizionale, ampliate da quei casi in cui invece non sarebbe stata prudente la sua realizzazione con metodiche classiche per un aumento dei rischi di fratture.

#### REALIZZAZIONE

##### Fasi cliniche

Le fasi di realizzazione di un perno moncone passivo sono ovviamente sovrapponibili a quelle di un perno tradizionale (Figg. 4-5). La parte coronale deve essere preparata per ottenere un'incorporazione ideale del perno, quindi cercando il migliore adattamento marginale possibile (22). La parte radicolare viene preparata secondo un protocollo operativo diverso rispetto al perno tradizionale.



Innanzitutto è buona norma asportare l'otturazione canalare (guttaperca) minimamente con strumenti ruotanti e maggiormente con plugger caldi, così da ridurre ulteriormente gli stress sulle strutture radicolari.

Come già detto risultano così più contenute la lunghezza e la larghezza del perno, e diviene meno determinate per la ritenzione del perno la presenza di chiavi intraradicolari (coulisce) con funzione anche antirotazionale.

Il rilevamento dell'impronta può essere effettuato con qualsiasi materiale di precisione, se è preferita la tecnica indiretta mentre non è consigliabile eseguirla mediante resina calcinabile (tecnica diretta) (3, 4, 8, 9).

#### Fasi di laboratorio

##### Tecnica indiretta

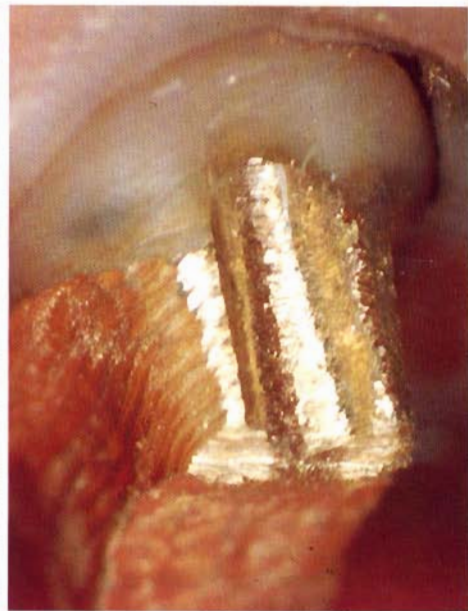
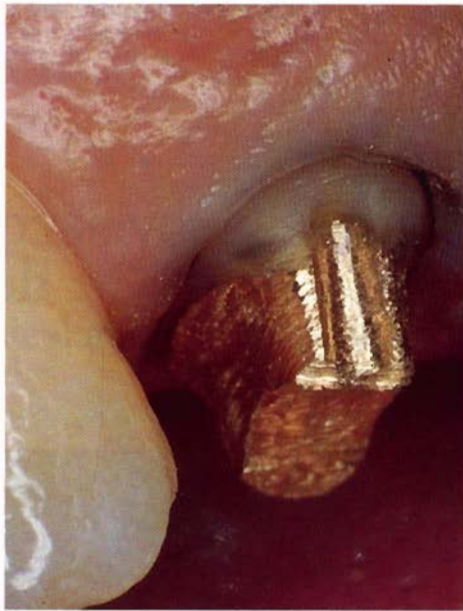
Lo sviluppo dell'impronta deve essere eseguito immediatamente, in particolare nel caso in cui il materiale usato siano gli idrocolloidi reversibili.

È buona regola colare immediatamente le impronte anche per i vari elastomeri, mediante una tecnica di apposizione di gesso incrementale tenendo a basso regime il vibratore, così che il gesso possa avvolgere il perno senza incorporare bolle e, al tempo stesso, sorreggendolo (Figg. 6-7).

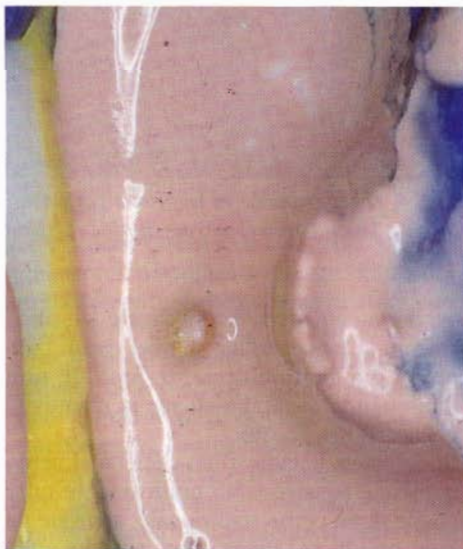
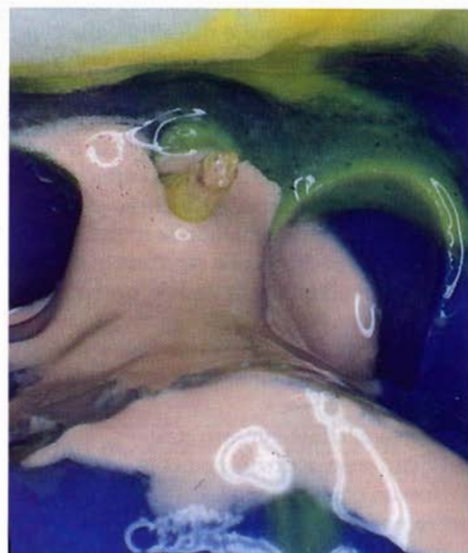
Le normali tecniche di realizzazione di un perno moncone prevedono la ceratura effettuata dopo il solo uso di un isolante per gesso. Questo però comporta l'ottenimento di un perno preciso sul modello ed anche sul dente.

Ma il perno moncone "passivo" prevede uno spazio per il cemento maggiore rispetto a quello tradizionale, così da evitare qualsiasi attrito tra perno stesso e strutture radicolari. La creazione di questo spazio, che anticipa quello per il cemento, può essere realizzato in diversi modi.

- 1) La porzione radicolare del perno cerato può essere scaricata manualmente prima della fusione.
- 2) La porzione radicolare può essere spaziala sul modello da uno strato di lacca idonea (die-spacer) gentilmente distesa con un getto d'aria.
- 3) Il perno cerato e fuso con metodica tradizionale può essere scaricato nella porzione radicolare con una fresa diamantata o al tug-

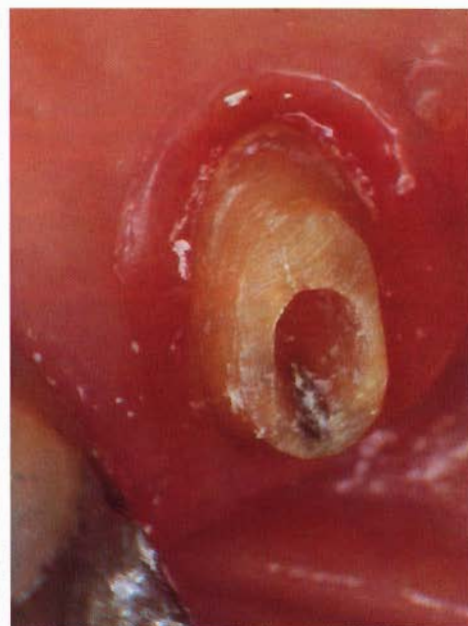


**Fig. 5** - La parete coronale del perno moncone passivo deve possedere una notevole precisione nel suo adattamento alla porzione dentinale residua. Anche dopo la finalizzazione del moncone protesico eseguita sul modello in gesso, prima della cementazione, per non provocare stress termici alla resina non è possibile evidenziare la presenza del cemento tra perno e dentina.



**Figg. 6-7** - Il rilevamento della preparazione radicolare effettuata con tecnica indiretta, ed in particolare con idrocolloide reversibile, richiede di sviluppare l'impronta con piccoli apporti di gesso così da evitare bolle ed, inoltre, sorreggere l'impronta del perno in senso corono-apicale.





**Figg. 8-9** - Durante la prova del perno moncone è possibile renderlo "passivo" scaricandone la parte radicolare con una fresa. Questo passaggio può essere guidato dall'uso di una pasta indicatrice per fusione così da poter ottenere uno spessore di cemento il più costante possibile intorno al perno.

steno montata su turbina durante la fase delle prove del manufatto (Fig. 8). Inoltre alcuni autori suggeriscono la creazione di solchi trasversali e di scarico sulla superficie radicolare del perno (48). Ogni tecnica sopra detta implica comunque una certa approssimazione. Infatti è ben difficile ottenere uno spessore di cemento uniforme intorno al perno in ogni sua porzione. Comunque la metodica normalmente preferita è l'ultima citata.

#### Tecnica diretta

La tecnica diretta non è consigliata per la realizzazione di un perno moncone passivo in quanto nella realizzazione del perno in resina calcinabile le pareti radicolari vengono a contatto con un materiale che può rimanervi adeso e quindi inficiare la successiva fase di cementazione.

#### Prova del perno

La finalizzazione di questa fase è eseguita direttamente alla poltrona. Così si può usufruire della possibilità di provare il perno nella preparazione corrispondente prima della fase di cementazione, controllare l'adattamento marginale e l'eventuale ritentivi-

tà radicolare. A tale scopo si può utilizzare una pasta indicatrice all'ossifosfato che mette in evidenza le zone di attrito contro le pareti canalari (Fig. 9).

Queste prove della fusione si considerano terminate quando intorno al perno è presente uno strato di cemento indicatore di uno spessore abbastanza uniforme e privo di zone di attrito. Quindi i perni possono essere sabbiati prima della cementazione.

È di estrema importanza rifinire e finalizzare la preparazione della porzione coronale del perno sul modello in gesso prima della cementazione. Questo in quanto preparando con turbina, anche sotto spray di raffreddamento, il perno inevitabilmente può scaldare e quindi trasmettere uno stress termico al cemento resina tale da compromettere le sue caratteristiche fisiche e quindi, in ultima analisi, da provocare il suo distacco dalla radice.

Inoltre la forma del perno non deve mai finire a punta (per il rischio di agire da "cuneo"), ma sempre essere smussato nella sua zona più apicale.

Alcuni autori propongono, come già detto, di creare dei solchi trasversali sulle pareti



**Fig. 10** - Per aumentare ulteriormente la ritenzione sulla porzione radicolare possono essere create delle tacche che ne sviluppano la superficie di ancoraggio.

del perno per aumentare la superficie di adesione al cemento (48) (Fig. 10).

#### Cementazione

La cementazione ricopre notevole importanza per la prognosi del perno moncone passivo.

Innanzitutto la porzione canalare preparata va pulita e deteresa completamente dal cemento provvisorio residuo (privo di eugenolo). A tale scopo la rimozione meccanica con specillo e lavaggi di  $H_2O_2$  a 10 volumi si



sono rivelati adeguati.

Quindi il pretrattamento dentinale è eseguito secondo la tecnica di Goldman e coll. (50, 51).

Dapprima il canale, per rimuovere il fango dentinale, è trattato con una soluzione di EDTA al 17% per 1 minuto. Dopo il lavaggio con spray del canale segue il trattamento con soluzione di NaOCl al 5,25%, sempre per 1 minuto. Dopo il lavaggio di quest'ultima soluzione il canale è asciugato con coni di carta di calibro adeguato. Alcuni autori propongono l'utilizzo di altri condizionatori dentali per rimuovere il fango dentinale dalle pareti canalari.

A questo punto, sempre secondo la tecnica di Goldman e coll., viene usato un cemento resina fluido (Bis-GMA al 30%) (Boston Post System) che, dopo miscelazione della

base e del catalizzatore, è portato nel canale e quindi compresso contro le pareti radicolari dal perno stesso.

Questa "vis" a tergo esercitata dal perno permette alla resina di penetrare all'interno degli orifizi dentali aperti dall'eliminazione del fango dentinale.

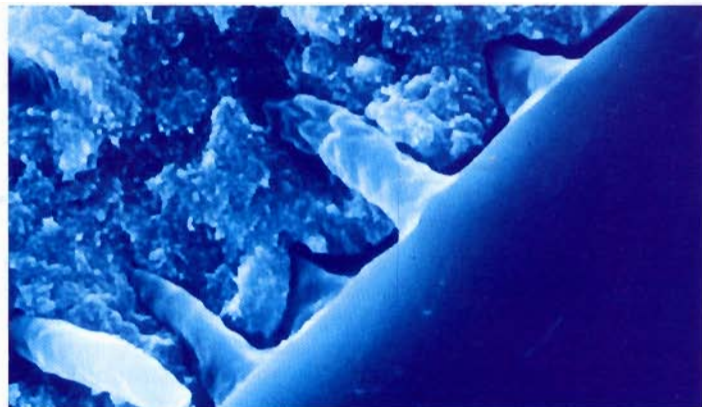
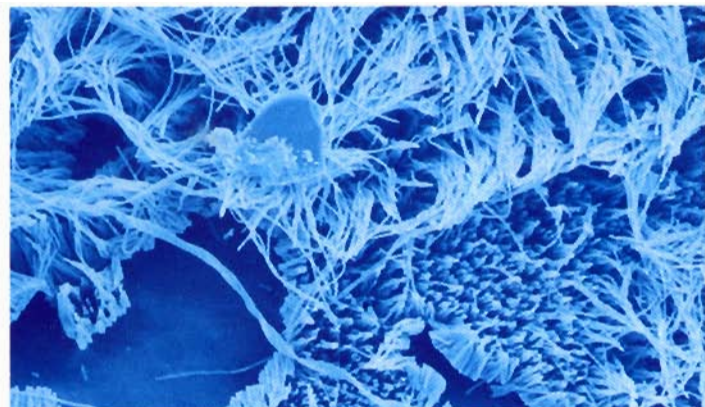
Variazioni al protocollo operativo comportano minore efficacia del sistema.

Per esempio riducendo il tempo di trattamento con le soluzioni acide si ottiene una bagnabilità del cemento sulle pareti radicolari solo parziale, per la non completa rimozione del fango dentinale.

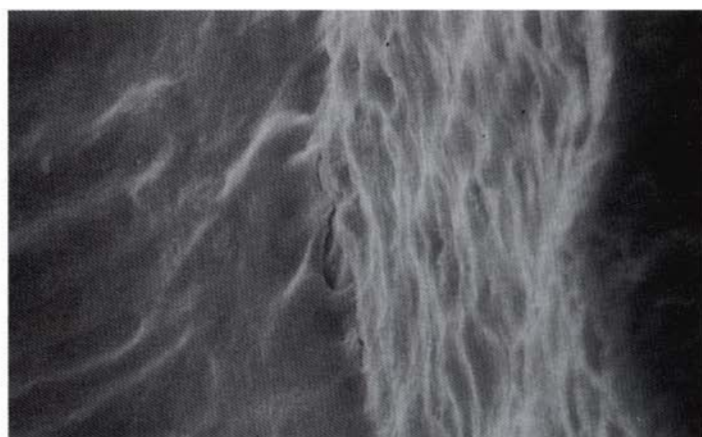
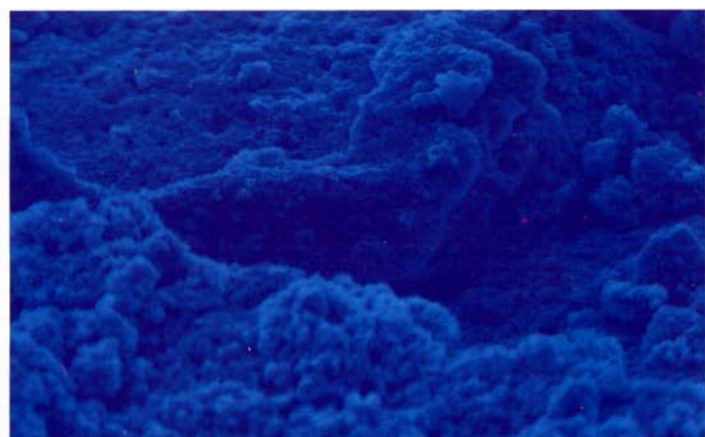
Per quanto riguarda il cemento, sono stati testati diversi tipi di resina. I migliori risultati riguardo alla penetrabilità nei tubuli dentali canalari del cemento si sono comunque avuti con la resina fluida (Boston

Post Cement) la quale ha presentato una notevole omogeneità ed una elevata capacità di penetrare nelle strutture tubulari (Figg. 11-12). Altri cementi testati hanno mostrato una mancata capacità di compenetrare la dentina canalare, ma, come si vedrà nella parte sperimentale, è possibile che essi creino un legame chimico con le pareti radicolari tale da determinare una notevole resistenza alla trazione (Figg. 13-14).

È però da sottolineare come i cementi fluidi che penetrano nei tubuli (Boston Post Cement, Scotchbond 2, Gluma, Superbond etc.) possano rinforzare la struttura radicolare nel suo interno compenetrandola a differenza di quelli microriempiti (Panavia Ex, CR Inlay etc.) i quali possono solo esercitare, come le resine fluide sopracitate, un'azione di cuscinetto, di ammortizzatore dei cari-



**Figg. 11-12** - Il Boston Post Cement, resina fluida non riempita, penetra in profondità nei tubuli dentali aperti. Ciò è visualizzabile (Fig. 11) al S.E.M. mediante replica e (Fig. 12) in sezione.



**Figg. 13-14** - Il CR Inlay, resina microriempita, non ha la capacità di penetrare nell'interno degli orifizi tubulari aperti. Ciò è riscontrabile (Fig. 13) al S.E.M. sia mediante replica sia (Fig. 14) in sezione.



chi, ma non rinforzare la struttura radicolare.

### PARTE SPERIMENTALE

La parte sperimentale di questo lavoro si compone di 3 diverse sezioni volte a valutare la qualità della cementazione di perni moncone passivi cementati con ossifosfato di Zn:

- 1 - Prove di microinfiltrazione di perni passivi
- 2 - Test di trazione
- 3 - Test di sollecitazione tangenziale

Sono stati scelti 3 tipi di cementi:

- un cemento (Boston Post Cement) con la caratteristica di compenetrare nei tubuli dentinali in quanto è resina fluida non riempita
- un altro cemento resina microriempita e quindi non in grado, in base alla sua granulometria, di penetrare, negli orifizi tubulari
- un cemento all'ossifosfato di Zn tradizionale.

### PROVE DI MICROINFILTRAZIONE

#### Materiali e Metodi

La microinfiltrazione è ritenuta essere il segnale visibile di un'imprecisione marginale. La precisione marginale è il risultato dell'adattamento tra parete dentale, perno e cemento interposto.

Il cemento dovrebbe essere in grado di sigillare il sistema nel modo più ermetico possibile.

Allo scopo di valutare la microinfiltrazione marginale postcementazione di perni moncone passivi, sono stati esaminati due cementi a base resinosa ed un cemento a base di ossifosfato di Zn.

30 denti monoradicolarati estratti per motivi parodontali e/o ortodontici, conservati in soluzione fisiologica, sono stati trattati endodonticamente secondo la tecnica della condensazione laterale della guttaperca.

Successivamente si è provveduto ad eseguire otturazioni retrograde in amalgama d'argento per prevenire ulteriormente la microinfiltrazione attraverso l'apice radicolare. Si è poi provveduto alla preparazione ed alla realizzazione di perni moncone passivi. I 30 campioni sono stati poi suddivisi in tre gruppi di 10 denti ciascuno in modo casuale. Prima della cementazione i campioni del gruppo 1 e 2 sono stati trattati secondo la metodica descritta da Goldman e coll. (50, 51).

**Gruppo 1:** 10 campioni sono stati cementa-

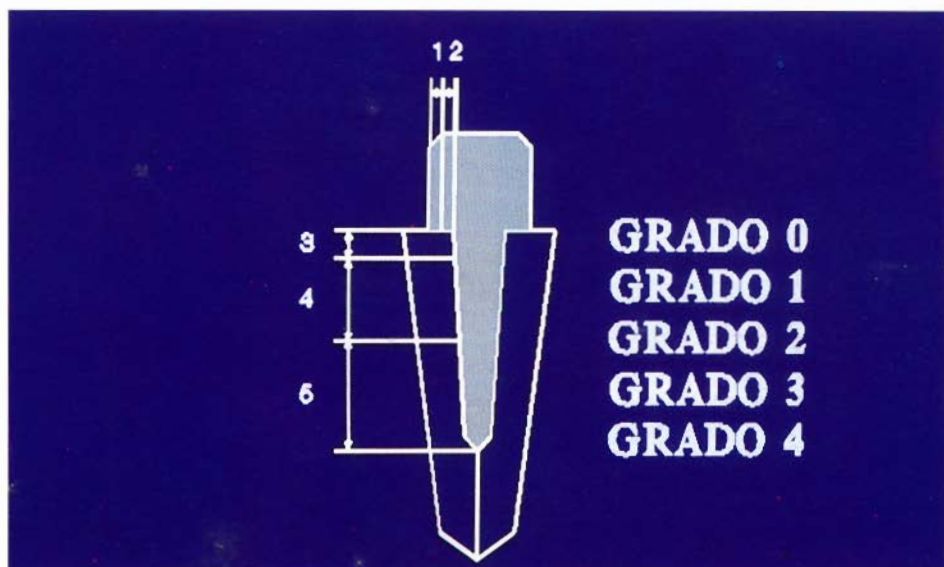


Fig. 15 - Schema sul grado di microinfiltrazione eseguito per l'analisi delle sezioni dei campioni.

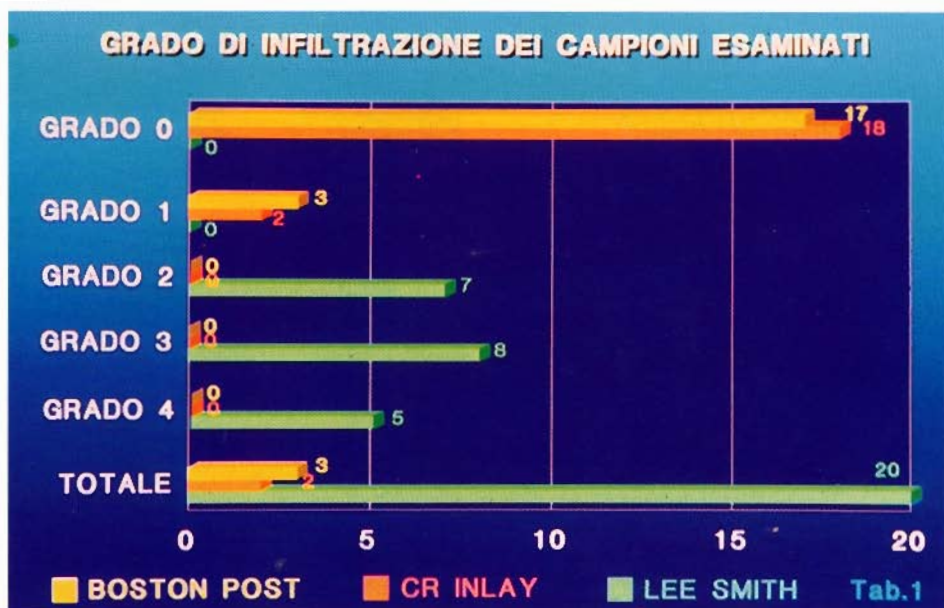


Fig. 16-17 - Grafico (Fig. 16) che riporta i valori di microinfiltrazione ottenuti con i 3 diversi tipi di cemento, e analisi statistica dei risultati (Fig. 17), che evidenzia la non significatività tra i due cementi resinosi ed invece l'elevata significatività statistica tra i due cementi resinosi e quello all'ossifosfato di Zn.

ti con Boston Post Cement (Roydent) seguendo le istruzioni del produttore.

**Gruppo 2:** 10 campioni sono stati cementati con CR Inlay Clearfill.

**Gruppo 3:** gli ultimi 10 campioni sono stati cementati con cemento all'ossifosfato di Zinco (Lee Smith, Teledyne). Dopo le procedure di cementazione i campioni sono stati sottoposti a 300 termocicli tra 5 e 55 gradi in un bagno contenente soluzione al 5% di fucsina basica.

Quindi si è proceduto all'inclusione dei campioni in resina epossidica e al sezionamento mediante microtomo a lama rotante

lungo l'asse maggiore del dente.

Ambedue le sezioni dei campioni sono state osservate allo stereomicroscopio e fotografate.

Per valutare il grado di microinfiltrazione sono stati utilizzati i criteri esposti in Fig. 15. Al fine di valutare l'attendibilità statistica dei risultati ottenuti sono state eseguite analisi di tipo matematico secondo il modello Kruskal-Wallis.

### Risultati

I risultati sono riportati in Figg. 16 e 17.

**Gruppo 1:** solamente 3 campioni presenta-



vano microinfiltrazione di grado 1. Gli altri campioni non presentavano microinfiltrazione (Fig. 18).

**Gruppo 2:** solamente 2 campioni mostravano microinfiltrazione di grado 1 (Fig. 19).

**Gruppo 3:** tutti i campioni mostravano microinfiltrazione che oscillava tra il grado 2 e il grado 4 (Fig. 20). Dall'esame statistico dei risultati (Fig. 16) è emerso un grado di microinfiltrazione significativamente minore nei cementi resinosi rispetto al cemento all'ossifosfato, mentre la differenza tra i due cementi a base resinosa è statisticamente trascurabile.

In conclusione il grado di microinfiltrazione marginale ottenuto con i 2 cementi resinosi è risultato di gran lunga inferiore a quello riscontrato dopo cementazione con ossifosfato di Zn.

## TEST DI TRAZIONE

### Materiali e Metodi

Sono stati scelti 72 denti tra incisivi centrali superiori e canini superiori, estratti la maggior parte per problemi parodontali, esenti da otturazioni o carie che potessero intaccare la radice o il terzo cervicale della corona. I cementi testati sono: l'ossifosfato di zinco (Harvard-Cement), 2 cementi resinosi: Boston Post Cement (Roydent, USA) e il CR Inlay-cement (Clearfil, Kuraray, Morita, Japan).

L'Harvard-cement testato era del tipo a presa rapida. Il suo tempo di lavorazione massima è di 1-2 minuti ed il tempo di indurimento è di 3-5 minuti.

Il Post Boston Cement è una resina a base di Bis-GMA, molto fluida, specificatamente ideata per la cementazione di perni passivi.

Il CR Inlay-cement è una resina simile al Panavia EX, utilizzato per la cementazione di ricostruzioni in metallo e porcellana. È una resina composita, con buone caratteristiche meccaniche, resistenza all'acqua e bassa viscosità. Si compone di una polvere (microparticelle inorganiche radiopache) e di un liquido (metacrilato mescolato con il monomero adesivo).

I denti sono stati così preparati:

- Sezione della corona a livello del terzo cervicale con fresa diamantata, cilindrica, montata su turbina.

- Alesatura e preparazione tronco-conica del



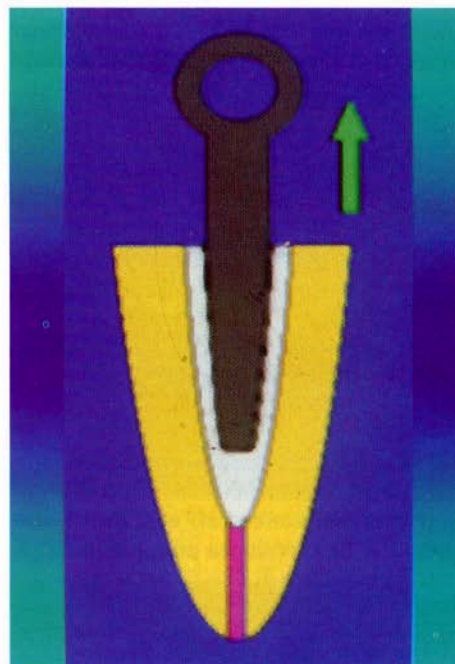
**Fig. 18** - Campione allo stereomicroscopio di perno moncone passivo cementato con Boston Post Cement. Grado di microinfiltrazione = 1.



**Fig. 19** - Campione allo stereomicroscopio di perno moncone passivo cementato con CR Inlay. Assenza di microinfiltrazione.



**Fig. 20** - Campione allo stereomicroscopio di perno moncone tradizionale cementato con ossifosfato di Zn. Grado di microinfiltrazione = 4.



**Fig. 21** - Schema della realizzazione del perno moncone passivo sperimentale per il test di trazione.

canale fino a 1-1,5 mm dell'apice anatomico, utilizzando come ultimo strumento un reamer numero 25.

- Termocondensazione verticale della gutta-perca e con cemento Argoseal (OGNA).

Si è proceduto poi alla rimozione della gutta-perca con l'uso di strumenti rotanti a bassa velocità (Peeso). Infine è stata eseguita

la preparazione del canale per l'alloggiamento del perno con una fresa tronco-conica, calibrata (Maillefer), fino ad una profondità di circa 10 mm.

I perni utilizzati, sono stati ricavati dalla fusione di corrispondenti perni calcinabili prefabbricati, tra loro identici, lunghi 13 mm in modo che sporgessero dal canale di 3 mm





(Fig. 21). La fresa impiegata per la preparazione del canale apparteneva allo stesso kit dei perni, quindi, dopo questa prima fase, i perni alloggiavano in maniera perfetta nella radice. Quindi i denti campione sono stati suddivisi casualmente in 6 gruppi (Figg. 22-23).

**Gruppo A:** 12 perni cementati con Boston Post Cement.

**Gruppo B:** 12 perni sono stati zigrinati nella loro porzione radicolare e quindi cementati con Boston Post Cement.

**Gruppo C:** 12 perni cementati con CR Inlay-cement.

**Gruppo D:** 12 denti campione sono stati zigrinati (tacche eseguite sulla loro porzione radicolare con fresa al tungsteno montata su turbina) e quindi cementati con CR Inlay.

**Gruppo E:** 12 campioni cementati con Harvard Cement.

**Gruppo F:** 12 denti con perni cementati con ossifosfato di Zn (Harvard) dopo zigrinatura. I cementi sono stati utilizzati seguendo attentamente le istruzioni del produttore.

Per rendere passivi i perni dei gruppi A-D, sono stati ampliati i canali con una fresa di acciaio calibrata (Maillefer) con la stessa forma della fresa utilizzata per la prima preparazione, ma di sezione maggiore. In questo modo si è riusciti a creare uno spazio uniforme di circa 300 micron tra superficie metallica e parete canalare.

P precedentemente, per dare uno stop al perno in modo che una volta posizionato non si muovesse all'interno del canale ma rimanesse centralizzato, si è eseguita una svasatura dell'imbocco del canale di circa 1 mm con una fresa a rosetta montata a bassa velocità. Quindi, prima della fusione è stato aggiunto ai perni un collare di cera modellato sulla svasatura eseguita con la fresa a rosetta ed è stato applicato all'estremità coronale un anello, sempre di cera, per le prove di trazione.

I perni sono stati fusi in lega palladiata con punto di fusione a 1080 gradi; le sue caratteristiche meccaniche hanno un limite di trazione di 940 N/mm quadrati ed un limite elastico di 740 N/mm quadrati. Dopo la fusione i perni hanno subito il processo di sabbiatura con biossido di alluminio (particelle di 125 micron).

Fig. 22-23 - I 6 gruppi di campioni di 12 perni ciascuno.

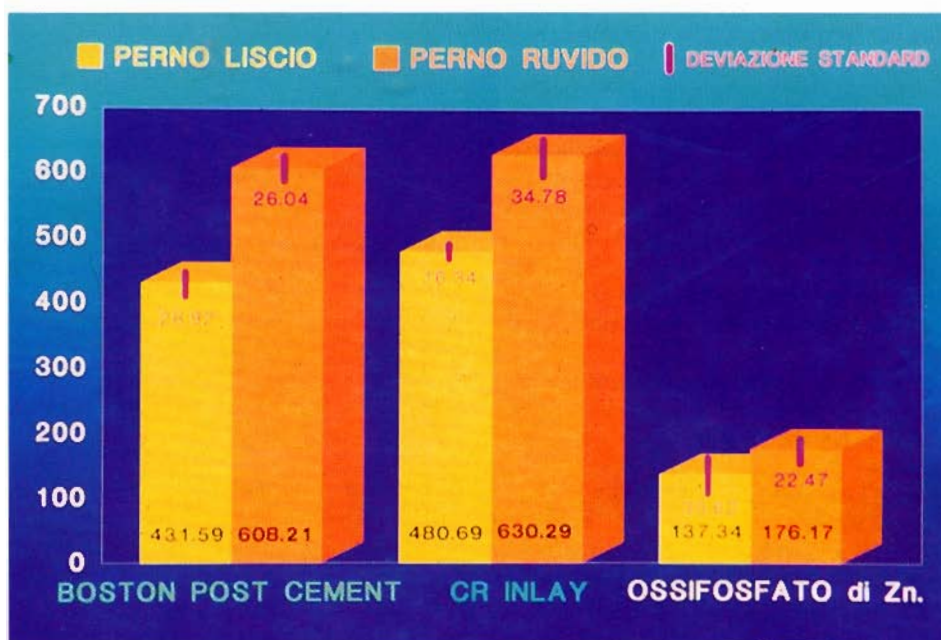


Fig. 24 - Grafico che riassume le medie dei valori ottenuti ai test di trazione e le deviazioni standard. Significativa è la differenza tra i 2 cementi resinosi e l'ossifosfato di Zn.

La cementazione è stata preceduta dal trattamento della dentina canalare secondo Goldman e coll. (50, 51).

Durante la cementazione il perno è stato inserito mantenendo una leggera pressione fino al completo indurimento del cemento. Grazie al "collare" cervicale si è potuto collocare il perno senza che le sue pareti toccassero la superficie dentale.

L'inizio della polimerizzazione (nel caso di cementazione con CR Inlay) è stato velocizzato con l'esposizione del cemento debordante alla luce alogena per 30" dopo l'inserimento del perno. Questa operazione ha permesso di bloccare il perno nella corretta posizione, all'interno della radice, fino a che il resto della resina ha completato la sua polimerizzazione.

La cementazione dei perni del Gruppo E ed F è avvenuta senza alcun precedente trattamento dentinale, usando Harvard cement e seguendo le istruzioni della casa. I perni di questo gruppo non sono stati resi passivi. Durante tutte le fasi del trattamento i denti sono stati mantenuti in soluzione fisiologica

per evitare la disidratazione. I 72 denti così divisi e trattati sono stati inclusi in resina epossidica all'interno di capsule in plastica adatte all'uso.

Quindi i denti così preparati sono stati sottoposti a prove di trazione mediante una macchina specifica (Instron Machine). I valori riscontrati sono stati analizzati statisticamente con il test ANOVA, e il test di Duncan.

### Risultati

I risultati dei test di trazione sono riportati in Fig. 24 e Tab. 1/4.

Fig. 24: rappresenta le medie e Standard Deviation delle prove di resistenza alla trazione dei perni moncone passivi e la loro rappresentazione grafica.

Tab. 1: mostra i valori medi per ogni gruppo di campioni zigrinati o non.

Tab. 2: riporta tutti i valori statistici ottenuti riguardo la zigrinatura.

Tab. 3: evidenzia il fattore cemento secondo l'ANOVA.

Tab. 4: per mezzo del test di Duncan, appli-



cato su diversi cementi, evidenzia le medie statistiche ottenute per ogni cemento utilizzato, la sovrapposibilità statistica tra il Boston Post ed il CR Inlay e la notevole differenza statistica fra l'ossifosfato di Zn e gli altri materiali testati.

Dalle tabelle e dalla Fig. 24 è possibile rilevare come il perno moncone zigrinato cementato con CR Inlay presenti i migliori risultati, mentre quello con ossifosfato di Zn sia il peggiore.

La zigrinatura del perno ha dato risultati migliori del perno liscio con le altre condizioni uguali.

Tutti i Gruppi si sono mostrati sensibilmente migliori rispetto ai campioni del Gruppo E ed F (ossifosfato di Zn).

## TEST ALLE SOLLECITAZIONI TANGENZIALI

### Materiali e metodi

Sono stati utilizzati 30 monoradicoli estratti per motivi parodontali esenti da otturazioni o carie.

La porzione coronale è stata asportata a livello del terzo cervicale e quindi quella radicolare è stata trattata endodonticamente secondo la tecnica di condensazione verticale. Successivamente la guttaperca è stata rimossa con strumenti rotanti (Peeso) e quindi il canale è stato preparato con una fresa tronco-conica calibrata (Maillefer) fino alla lunghezza di 10 mm.

Il perno è stato realizzato mediante l'uso di un perno calcinabile prefabbricato appartenente allo stesso kit delle frese (Maillefer). I perni in resina sono stati fusi in lega palladiata (Alpha, Franco Suisse). I perni in resina sono stati poi sabbiati (con particelle di 125µm di biossido di Silice).

Casualmente i perni sono stati divisi in 3 gruppi (Fig. 25).

**Gruppo 1:** 10 perni sono stati cementati con ossifosfato di Zn (Harvard-Cement).

**Gruppo 2:** 10 perni sono stati cementati con Boston Post Cement.

**Gruppo 3:** 10 perni sono stati cementati con CR Inlay.

Nel gruppo 2 e 3 i perni sono stati cementati dopo aver ampliato i canali radicolari corrispondenti con la fresa di calibro maggiore, ma di stessa forma di quella utilizzata per la preparazione, così da creare uno spa-

Tab. 1 -

Cement Boston Post	Cement Boston Post+ irruvid. perno	Cement CR Inlay	Cement CR Inlay+ irruvid. perno	Cement ossifosfato Zn	Cement ossifosfato+ irruvid. perno
455.26	588.60	475.78	662.17	176.58	171.67
470.40	573.88	480.69	647.46	171.67	191.29
382.59	578.79	485.59	613.12	176.58	210.91
402.21	573.88	470.88	657.27	156.96	181.48
441.45	632.74	510.12	632.74	171.67	186.39
446.35	622.93	490.50	657.27	137.34	215.82
465.97	637.65	475.78	647.46	88.29	176.58
421.83	593.50	465.97	671.98	117.72	156.96
461.07	637.65	510.12	588.60	112.81	161.86
412.02	632.74	470.88	637.65	93.19	166.77
397.30	598.41	475.78	568.98	88.29	142.24
426.73	627.73	456.16	578.79	156.96	152.05
431.59	608.21	480.69	630.29	137.34	176.16*
28.92	26.04	16.34	34.78	35.62	22.47#

Valori in Netwon: \* medie; # S. D.

Tab. 2 - ANOVA (sulla zigrinatura) (valori assoluti)

Modalità	Media Aritmetica	Varianza	Dev. Standard
Non Zig.	349.87	24389.74	156.17
Zig.	469.88	45382.15	213.03
Tot	409.88	38045.47	195.05

ANOVA (sulla zigrinatura)

Variabilità	Devianza	42.	Varianza	Valore F	Pr>F
Non Zig/Zig	259211.53	1	259211.53	112.9332	0.000001
Errore	80334.28	35	2295.27		
Tot	2701228.25	71	38045.47		

Tab. 3 - ANOVA (sui cementi)

Variabilità	Devianza	GL	Varianza	Valore F	Pr>F
Cementi	2324012.63	2	1162006.25	573.4727	0.000001
Errore	93208.07	46	2026.26		
Tot	2700853.25	71	38040.19		

Tab. 4 - Test di Duncan (su diversi cementi)

Gruppi	Ossif. Zn.	Boston	CR Inlay
Medie	156.75	517.39	555.49

Gradi di libertà= 69

Livello di significatività= $P<0.001$

zio di circa 300 µm.

Quindi la dentina canalare è stata trattata secondo la metodica di Goldman e coll. (50-51).

La cementazione è stata effettuata seguendo attentamente le istruzioni dei produttori.

A cementazione avvenuta i campioni sono stati inclusi in resina all'interno di cilindretti di rame del diametro di 16 mm ed altezza di 23-25 mm. I denti sono stati sistemati in modo da sporgere con la porzione coronale dalla resina stessa di 2 mm.





Fig. 25 - I campioni per il test di sollecitazione tangenziale.

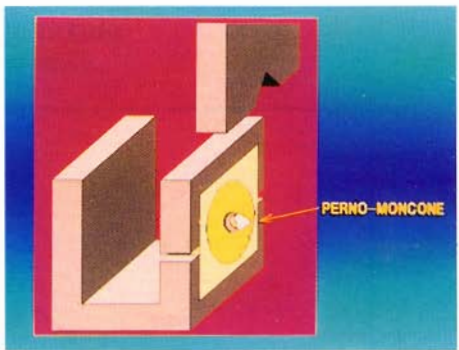


Fig. 26 - Il posizionamento del campione nella Instron Machine.

Durante tutte le fasi del trattamento i denti sono stati mantenuti in soluzione di timolo allo 0,5% per evitare la disidratazione. Le prove meccaniche sono state eseguite mediante l'applicazione di un carico laterale progressivo fino a provocare la frattura della radice, utilizzando una macchina universale per prove di materiale da 10 KN. I campioni sono stati posizionati come in Fig. 26. I valori ottenuti sono stati analizzati statisticamente secondo il test ANOVA e il t di Student.

Risultati

I valori di frattura della radice sono stati riportati in Fig. 27, Tab. 5,6 e Fig. 28. I risultati ottenuti sono stati analizzati statisticamente mediante il test ANOVA e il test t di Student per valutare l'efficacia dei 3 tipi di cemento nell'incrementare la ritenzione dei perni moncone.

Dal test ANOVA (Tab.6) risulta come il grado di resistenza alla dislocazione dei perni non sia influenzato in modo statisticamente significativo dal tipo di cemento utilizzato. Ciò può essere dovuto al contenuto numero dei campioni, al fatto che le radici utilizzate presentavano spessori dentinali non sovrapponibili, e ciò può aver determinato una diversa capacità di resistere alle forze laterali e, in particolare, all'aver bloccato completamente le radici dei denti campioni in una base di resina: ciò può aver portato a misurare il limite di frattura, oltre che radicolare, anche della struttura resinosa di supporto.

Il test t di Student evidenzia come non ci siano differenze statisticamente significative tra il comportamento dei singoli cementi.

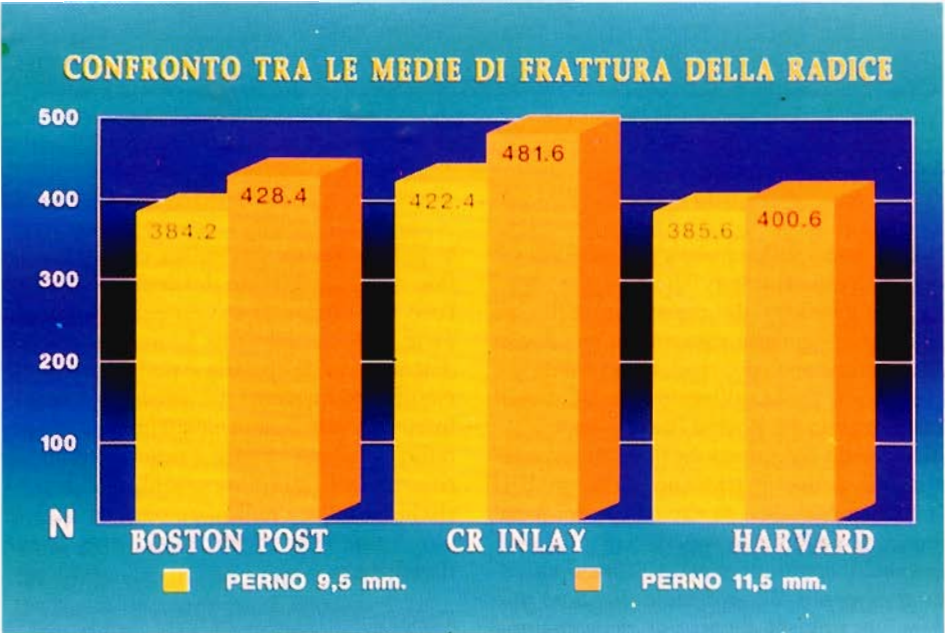


Fig. 27 - Grafico che riassume le medie dei valori ottenuti ai test di sollecitazione tangenziale e le loro deviazioni standard.

Tab. 5

Perni moncone di mm 11,5		Dati osservati				
Boston Post System		451 N	450 N	342 N	549 N	350 N
Media	428,4 N					
Devianza	85,3 N					
CR Inlay-Adhesive		472 N	479 N	439 N	517 N	501 N
Media	481,6 N					
Devianza	29,8 N					
Harvard-Cement		351 N	422 N	477 N	408 N	345 N
Media	400,6 N					
Devianza	54,6 N					

Tab. 6 - Risultati del test ANOVA

Fonte di Variabilità	Gradi libertà (degree of freedom)	Summer Square	Mean Square	F. di Snedecor	P
Tipo di cemento	2	19106,47	9553,23	1,2564	>> 0.1
Tipo di perno	1	11682,13	11682,13	1,5364	>> 0.1
Interazione tra i 2	2	2497,2594	1248,63	0,1642	>> 0.1
Residuo (errore)	24	182489,61	7603,73		
Totale	29	215775,47			

**DISCUSSIONE**

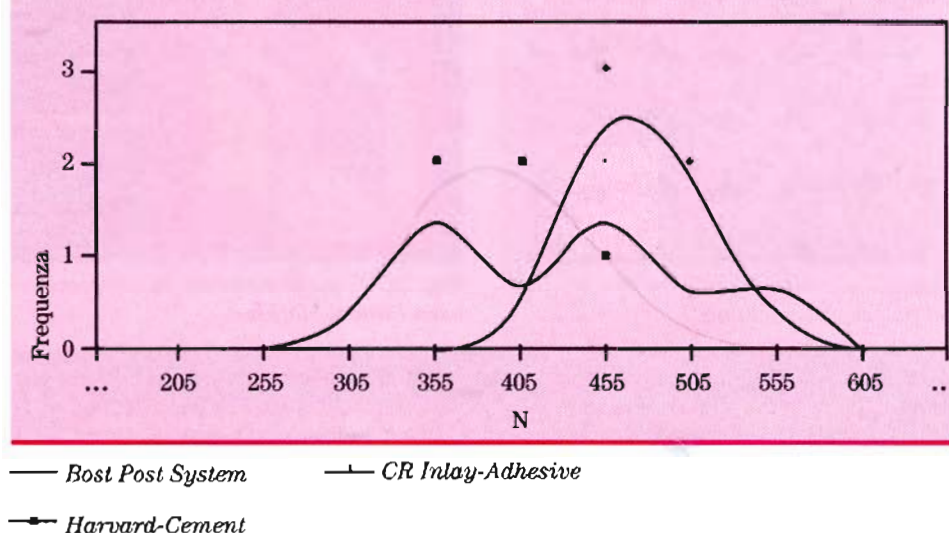
I test di microinfiltrazione hanno evidenziato come la cementazione effettuata con cementi resinosi sia nettamente superiore a quella effettuata mediante ossifosfato di Zn. Ciò può essere dovuto allo scarso indice di solubilità del cemento resina rispetto a quello più elevato dell'ossifosfato di Zn ed alla migliore adesione del primo tipo di cemento, rispetto al secondo, alla dentina.



Fig. 28

## DISTRIBUZIONE DEI VALORI

Perni moncone di mm 11,5



Non vi erano differenze significative tra i 2 cementi resinosi testati.

La cementazione dei perni con materiali resinosi per quanto riguarda la resistenza alla dislocazione, si è rivelata più valida nel caso in cui fosse utilizzato il cemento CR Inlay, seguito dal Boston Post Cement.

Associando poi questi dati con quelli ottenuti alle prove di trazione, dalle quali si sono ricavati valori di ritenzione dei perni moncone nettamente superiori con cementi resinosi (soprattutto con il CR Inlay) rispetto al cemento all'ossifosfato di Zn, si può desumere che la tecnica di ricostruzione dei perni moncone passivi mediante l'utilizzo di cementi resinosi risulta essere vantaggiosa rispetto alla tecnica tradizionale.

È inoltre da evidenziare come però il Boston Post Cement, essendo una resina fluida non riempita, abbia la possibilità di penetrare nei tubuli dentinali in profondità, rinforzando così anche la struttura radicolare stessa, mentre il CR Inlay, essendo un composito microriempito non penetra nei tubuli, ma solo svolge, con il suo spessore, una funzione di ammortizzatore dei carichi.

Inoltre il punto debole del sistema dentina-cemento resina-perno resta probabilmente l'interfaccia perno-cemento.

Allo scopo di ottimizzare questo sistema di cementazione sono in corso studi su diversi tipi di cemento resinoso, sul loro legame con superfici di perni in lega aurea e non trattati adeguatamente (sabbatura, mordenzatura, elettrostragnazione, silanizzazione etc.) nella loro porzione radicolare. Infine sono in corso studi preliminari su perni realizzati in materiali diversi (p.e. resine) da quelli tradizionali (leghe auree e non) così da avere un sistema composto il più possibile da elementi (perno-cemento-dentina radicolare) con caratteristiche fisiche le più simili possibili.

Va comunque rilevato come il protocollo operativo della cementazione di perni mediante resine richieda attenzione soprattutto

nel pretrattare la dentina canalare nella fase di manipolazione del cemento. Inoltre l'uso del Boston Post Cement richiede da parte dell'operatore una buona manualità e destrezza nel miscelarlo e portarlo correttamente e rapidamente nel canale protesico. Infine va evidenziato come il protocollo operativo del perno moncone passivo permetta, riducendo le sue dimensioni, di ridurre i rischi di frattura radicolare oltre ad aumentare, come visto sperimentalmente, la sua ritenività.

## CONCLUSIONI

Alcune valutazioni cliniche e delle procedure sperimentali hanno evidenziato come il perno moncone passivo si ponga quale tecnica estremamente valida per la ricostruzione dei denti devitalizzati.

In particolare test di laboratorio comparativi di microinfiltrazione marginale, di trazione e di carico tangenziale tra perno tradizionale e perno passivo hanno evidenziato la superiorità di quest'ultimo.

Ulteriori dati su diversi materiali (cementi e materiali per realizzare il perno) e osservazioni clinico-longitudinali potranno fornire ulteriori e definitive informazioni su questa tecnica per la ricostruzione di denti devitalizzati.

## BIBLIOGRAFIA

- 1 - Assif D, Bleicher S. Retention of serrated endodontic post with a composite luting agent: effect of cement thickness. *J Prosthet Dent* 1986; 56: 689-691
- 2 - Assif D, Ferber A. Retention of dowels using a composite resin as a cementing medium. *J Prosthet Dent* 1982; 48: 292-296
- 3 - Beltrame A, Bernkopf E. Allestimento del perno moncone fuso, con il metodo diretto, utilizzando resine autopolimerizzanti. *G Stom Ortogn* 1984; 3: 47-50
- 4 - Beltrame A, Bernkopf E. Allestimento mediante tecnica diretta del perno moncone fuso, facendo ricorso ad una resina autopolimerizzante. *G Stom Ortogn* 1984; 3: 51-53
- 5 - Camp LR, Todd MJ. The effect of dowel preparation on the apical seal of three common obturation techniques. *J Prosthet Dent* 1983; 50: 664-666
- 6 - Capozzi L, Quaranta M. Le ricostruzioni corono radicolari fuse. *Minerva Stomatol* 1983; 32: 357-365
- 7 - Caputo AA, Standlee JP. Pins and Post-Why, When and How. *Dent Clin North Am* 1976; 77: 299-311
- 8 - Carbonara F, Ferrari M, Doccini D, Gesi A. Indicazioni e alternative al perno-moncone. *Att Dent* 1991; 17: 6-17
- 9 - Chapman KW, Worley JL, Vonfraunhofer JA. Retention of prefabricated posts by cements and resin. *J Prosthet Dent* 1985; 54: 649-652
- 10 - Chiarabaglio M, Dana F, Nuvina M, Bruscin C. Studio al microscopio elettronico a scansione di una metodica di cementazione di perni endocanalari. *Pratica Odont* 1989; 8: 40-46
- 11 - Colley IT, Hampson EL, Lehman ML. Retention of post crowns: an Assessment of the relative efficiency of post of difficult shapes and sizes. *Br Dent J* 1968; 124: 63-69
- 12 - Duillo S, Boni C, Mantero M. La ricostruzione del dente trattato endodonticamente. *Dent Mod* 1986; 8: 1563-1578
- 13 - Goerig AC, Mueninghoff LA. Management of the endodontically treated tooth Part IIa: techniques. *J Prosthet Dent* 1983; 49: 491-497
- 14 - Guzy GE, Nichols JI. *In vitro* comparison of intact endodontically treated



- teeth with and without endo-post reinforcement. *J Prosthet Dent* 1979; 42: 39-41
- 15 - Haddix JE, Mattison GD, Shulman CA, Pink FE. Post preparation techniques and their effect on the apical seal. *J Prosthet Dent* 1990; 64: 515-519
- 16 - Hanson EC, Caputo AA. Cementing mediums and retentive characteristics of dowels. *J Prosthet Dent* 1974; 32: 551-557
- 17 - Hoag EP, Dwyert G. A comparative evaluation of three post and core techniques. *J Prosthet Dent* 1982; 47: 177-181
- 18 - Johnson JK, Schwartz NL, Blackwell T. Evaluation and restoration of endodontically treated posterior teeth. *J Am Dent Assoc* 1976; 93: 597-605
- 19 - Keith D, De Sort. The prosthodontic use of endodontically treated teeth: theory and biomechanics of post preparation. *J Prosthet Dent* 1983; 49: 203
- 20 - Kurer AG, Combe EC, Grant AA. Factor influencing the retention of dowels. *J Prosthet Dent* 1977; 38: 515-525
- 21 - Leary JM, Aquilino SA, Suare CW. An evaluation of post length within the elastic limits of dentin. *J Prosthet Dent* 1985; 53: 341-343
- 22 - Martignoni M, Baggi L, Cocchia D, Martignoni M. Il perno-moncone passivo. *Att Dent* 1990; 38: 8-16
- 23 - Pagano E. La ricostruzione dei monconi con perni fusi. *Dent Mod* 1986; 4: 625-629
- 24 - Shillingburg HT, Hobo S, Whitsett LD. *Basi fondamentali di protesi fissa*, 2a ediz. Scienza e Tecnica Dentistica Ed. Internazionali S.n.C., 1985
- 25 - Shillingburg HT, Kessler J, Fisher DW, Dewhirst RB. Restoration of endodontically treated posterior teeth. *J Prosthet Dent* 1970; 24: 401
- 26 - Shillingburg HT, Kessler JC. *Restoration of endodontically treated tooth*. Quintessence Publishing Co Inc, 1982
- 27 - Standlee JP, Caputo AA, Hanson EC. Retention of endodontic dowels: effect of cement, dowel, length, diameter and design. *J Prosthet Dent* 1978; 39: 401-405
- 28 - Tjan AHL, Greive JA. Effect of various cementation methods on the retention of prefabricated posts. *J Prosthet Dent* 1987; 58: 309-313
- 29 - Tjan AH, Whang SB. Resistance to root fracture of dowel channels with various thicknesses of buccal dentin walls. *J Prosthet Dent* 1985; 53: 496-500
- 30 - Wood WW. Retention of post in teeth with non vital pulps. *J Prosthet Dent* 1983; 49: 504-506
- 31 - Desort KD. The prosthodontic use of endodontically treated teeth: theory and biomechanics of post preparation. *J Prosthet Dent* 1983; 49: 203-206
- 32 - Gutmann JL. Preparation of endodontically treated teeth to receive a post-core restoration. *J Prosthet Dent* 1977; 38: 413-419
- 33 - Hudis SI, Goldstein GR. Restoration of endodontically treated teeth: a review of the literature. *J Prosthet Dent* 1986; 55: 33-37
- 34 - Johnson JK, Sakumura JS. Dowel form and tensile force. *J Prosthet Dent* 1978; 40: 645-649
- 35 - Mattison GD. Photoelastic stress analysis of cast-gold endodontic posts. *J Prosthet Dent* 1982; 48: 407-411
- 36 - Mattison GD, Vonfraunhofer AA. Angulation loading effects on cast-gold endodontic posts: a photoelastic stress analysis. *J Prosthet Dent* 1983; 49: 636-638
- 37 - Millstein PL, Yu A, Hsu CS, Nathanson D. Effect of cementing on retention of a prefabricated screw post. *J Prosthet Dent* 1987; 40: 453
- 38 - Radke RA, Barkhordar RA, Podesta RE. Retention of cast endodontic posts: comparison of cementing agents. *J Prosthet Dent* 1988; 59: 318-320
- 39 - Sapone J, Lorencki SF. An endodontic prosthodontic approach to internal tooth reinforcement. *J Prosthet Dent* 1981; 45: 163-174
- 40 - Treves B, Ravelli A, Germano G, Pezzoli M, Favero A. Possibilità di frattura radicolare in rapporto alla forma del perno endocanalare. *Minerva Stomatol* 1989; 38: 477-480
- 41 - Deutsch AS, Musikant BL, Cavallari J, Lepley B. Prefabricated dowels: a literature review. *J Prosthet Dent* 1983; 49: 498-503
- 42 - Deutsch AS, Musikant BL, Cavallari J, Silverstein L, Lepley J, Ohlen K, Lasser M. Root fracture during insertion of prefabricated posts related to root size. *J Prosthet Dent* 1985; 53: 786-789
- 43 - Pettini PL, Salamanna S, Galantucci L, Simeone G, Crincoli V. Valutazione comparativa delle capacità ritentive di alcuni perni endocanalari. *Minerva Stomatol* 1989; 38: 1313-1317
- 44 - Rovatti L, Dallari A. Il sistema Unity. *Att Dent* 1990; 34: 2-15
- 45 - Standlee JP, Caputo AA, Collard EW, Pollack MH. Analysis of stress distribution by endodontic posts. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 33: 952-959
- 46 - Goracci G, Cantatore G. Ricostruzioni in amalgama ad estensione coronaradiculare. *Dent Cadmos* 1990; 12: 11-31
- 47 - Assif D, Aviv I, Himmel R. La ritenzione dei perni con composito adesivo: effetto dello strato di cemento. *Quint Inter* 1988; 10: 897-900
- 48 - Barlattani A, Gargari M, Condo S. Perno-moncone tradizionali ed alternativi: Prove di carico. *Dent Cadmos* 1991; 14: 11-32
- 49 - Dallari A, Rovatti L. La cementazione dei perni endocanalari. Rassegna della letteratura. *Dent Mod* 1991; 8: 1429-1434
- 50 - Goldman M, De Vitre R, Pier M. Effect of the dentin smeared layer on tensile strength of cemented posts. *J Prosthet Dent* 1984; 52: 485-488
- 51 - Goldman M, De Vitre R, White R, Nathanson D. An SEM study of posts cemented with au unfilled resin. *J Prosthet Dent* 1984; 63: 1003-1005
- 52 - Dills WE, Welk DA, Laswell HR, George L. Crazing of tooth structure associated with placement of pins for amalgam restorations. *J Am Dent Assoc* 1970; 81: 387-390
- 53 - Pluda G, Paglia L. Indicazioni e limiti nell'uso del perno-moncone nei denti monoradicolarati. *Dent Cadmos* 1985; 53: 45-51
- 54 - Kitzis D, Pascoe DF. Cast-gold core and post construction for multirrooted teeth. *J Prosthet Dent* 1982; 48: 156-158