

Maurizio Ripari  
\* Claudia Maggiore  
Livio Gallottini  
Paola Uberti

Università degli Studi di Roma "La Sapienza"  
Facoltà di Medicina e Chirurgia  
Corso di Laurea in Odontoiatria e Protesi Dentaria  
Presidente: Prof. Giovanni Dolci  
Cattedra di Clinica Odontostomatologica  
Titolari: Proff. Giovanni Dolci, Maurizio Ripari  
\* Università degli Studi di L'Aquila  
Facoltà di Medicina e Chirurgia  
Corso di Laurea in Odontoiatria e Protesi Dentaria  
Presidente: Prof. F. Marci  
Cattedra di Chirurgia Speciale Odontostomatologica  
Titolari: Prof. Claudia Maggiore

Corrispondenza:  
Dr. Livio Gallottini  
Via G. Usellini, 550 - 00125 Roma  
Tel. 06.52279482

# Studio "in vitro" sulla capacità di ritenzione di un sistema di perni in fibra di carbonio di ultima generazione

An *in vitro* study of the retentive capacity in carbon fiber post of last generation

## RIASSUNTO

L'uso di una tecnica di rotazione continua meccanica sottopone gli strumenti in nicheltitanio a degli stress maggiori di quelli normalmente subiti dagli strumenti manuali in acciaio. La rotazione continua, comportando la ripetizione ciclica di stress, determina un progressivo danneggiamento degli strumenti, che può condurre alla rottura improvvisa senza segni visibili di deformazione permanente; questo meccanismo è detto frattura per fatica.

Lo scopo di questo lavoro è stato quello di valutare sperimentalmente la forza di ritenzione di perni endocanalari prefabbricati, realizzati in composito rinforzato da fibre di carbonio: i Tech 2000.

In questo studio 20 denti estratti e ricostruiti con il sistema Tech 2000 sono stati casualmente ripartiti in due gruppi. Sono stati presi in considerazione gli effetti delle variazioni di temperatura sulla capacità di ritenzione di questi perni.

Il PRIMO GRUPPO è stato sottoposto a test di termociclaggio, per simulare *in vitro* il normale processo d'invecchiamento dentale, il SECONDO (gruppo controllo) è stato mantenuto alla temperatura costante di 37°C in soluzione fisiologica. Successivamente i campioni di entrambi i gruppi sono stati sottoposti alla prova di trazione. Non sono state riscontrate significative differenze sulla forza di ritenzione nei due gruppi. Nonostante i perni in fibra di carbonio possano avere le qualità per sostituire i perni in metallo in molti casi clinici, altri studi sono necessari per assicurarne una soddisfacente durata nel tempo.

**Parole chiave:**

**Dente trattato endodonticamente.**

**Perno di fibra di carbonio.**

**Ricostruzione priva di metallo.**

**Tech 2000.**

## ABSTRACT

The aim of this paper was to evaluate *in vitro* the retentive strength of prefabricated root canal posts made of carbon fiber reinforced composite: Tech 2000. This new system of coronal-radicular restoration of endodontically treated teeth, offers an alternative to metal posts.

In this study twenty extracted teeth, restored with the Tech 2000 system, were randomly assigned to two groups.

We considered temperature fluctuations effects on the retentive capacity of the Tech 2000 system. The restored teeth in Group I were thermocycled in order to simulate, *in vitro*, the intraoral situation, the restored teeth in Group 2 (control group) were stored in physiological solution at 37°C. After specimens were subjected to a tensile test.

There were no statistically significant differences in the retentive strength in thermocycled specimens compared to non-thermocycled specimens. Although fiber carbon post may have the potential to replace metals in many clinical situations, additional research is needed to ensure a satisfying life-span.

**Key words:**

**Endodontically treated tooth.**

**Carbon fiber post.**

**Metal-free restoration. Tech 2000.**

## INTRODUZIONE

I denti sottoposti a trattamento endodontico risultano indeboliti per la perdita della loro architettura anatomica. Altre cause, quali processi distruttivi dovuti alla carie o a traumi concorrono a diminuire la resistenza di questi elementi alle forze che si sviluppano su di essi durante la masticazione (1).

Attualmente l'efficacia delle moderne tecni-

che endodontiche e principalmente ricostruttive ha permesso il recupero morfo-funzionale di elementi considerati fino a poco tempo fa irrecuperabili (2, 3).

Grazie ai progressi che si sono fatti nel campo della ricerca scientifica, l'industria mette oggi a disposizione materiali compositi e sistemi di cementazione adesiva di elevato grado qualitativo che vengono impiegati con successo nelle ricostruzioni corono-radicali di denti trattati endodonticamente con ampia o totale distruzione della corona (4, 5).

Dal perno in lega metallica, con proprietà fisiche e modulo di elasticità molto differenti da quelle dei tessuti dentali, che determinano un'anomala distribuzione delle tensioni occlusali lungo le pareti del canale, si è passati al perno in fibra di carbonio, cementato e ricostruito in composito, che permette di realizzare una distribuzione ottimale dei picchi di sforzo sulla struttura dentale residua ed una riduzione dei rischi di frattura (6, 7, 8). Infatti, con l'uso di un tale tipo di perno e l'ausilio di un sistema di cementazione adesivo e di un materiale composito per la ricostruzione del moncone è ipotizzabile il raggiungimento di una ricostruzione con proprietà migliori di quelle che si possono ottenere assemblando materiali non omogenei tra loro (9).

## MATERIALI E METODI

È stato preso in esame per questo studio un nuovo sistema di ricostruzione corono-radicolare, che impiega perni in fibra di carbonio, i Tech 2000 (realizzati da ISASAN srl, Caronno Pertusella, Varese, Italia, in collaborazione con KURARAY Co., Ltd, Osaka, Giappone), i quali vengono cementati con materiale resinoso, il Panavia 21 (KURARAY Co, Ltd, Osaka, Giappone) e sui quali viene ricostruito il moncone in composito, utilizzando il Clearfile Photo Core (KURARAY

Ripari M, Maggiore C, Gallottini L, Uberti P.

Studio *in vitro* sulla capacità di ritenzione di un sistema di perni in fibra di carbonio di ultima generazione. *G It Endo* 2000; 1: 19-22

Co, Ltd, Osaka, Giappone) che permette di ricreare l'elasticità originaria della dentina. Tale perno, fornito sul mercato in cinque diverse misure (diametro 0,8-10-12-14-16 mm) insieme alle corrispondenti frese per l'ale-saggio del canale, ha la caratteristica di essere costituito da una matrice di resina epossidica speciale ad alta tecnologia, in cui sono inglobati i fasci di fibre di carbonio, denominata dppMOR, ottenuta dalla polimerizzazione di difenilpropano e metilossirano, che presenta un alto grado di legame ai prodotti contenenti 10-metacrossidecil-deidrogenofosfato, noto come MDP, monomero base del Panavia 21, il sistema di cementazione adesiva consigliato dalla ditta realizzatrice del perno.

Uno di questi perni è stato osservato allo stereomicroscopio operatorio DOM 1 (Micheli), per studiarne le caratteristiche superficiali e morfologiche, utilizzando ingrandimenti 10x e 40x.

È stata quindi valutata la capacità di ritenzione delle ricostruzioni corono-radicali effettuate con tali perni, analizzando la resistenza al distacco del complesso perno-cemento-dentina soggetto ad uno sforzo di taglio a trazione assiale per mezzo del dinamometro elettronico M30K della LLOYD Instruments. I campioni prima di essere sottoposti a tale test, sono stati suddivisi in due gruppi, per confrontare l'efficacia ritenitiva di un gruppo sottoposto a sollecitazioni termiche rispetto ad un gruppo di controllo che non è stato stressato termicamente.

Il termociclaggio che simula, *in vitro* in tempo relativamente breve, il naturale processo d'invecchiamento al quale, *in vivo*, è soggetto il complesso dente-perno-restauro, è uno dei parametri che possono influire sulla capacità di adesione del perno e del composito ad esso associato alla struttura dentinale (10, 11, 12, 13, 14, 15).

Per l'esecuzione della prova sperimentale sono stati presi in considerazione 20 elementi monoradicolarati estratti.

Ogni dente è stato trattato endodonticamente, mediante strumentazione del canale fino a 0,5 mm dall'apice con k-files, ed otturato con guttaperca, utilizzando un cemento a base di ossido di zinco ed eugenolo.

Ogni elemento è stato privato della porzione coronale lungo un piano di sezione perpen-

dicolare all'asse lungo del dente, approssimativamente a 0,5 - 1 mm dalla giunzione smalto-dentina, per mezzo di un disco separatore al carburo di tungsteno.

Quindi, mediante frese di Gates n°2 - 3 si è proceduto alla rimozione della guttaperca endodontica ad una profondità standard di 8 mm ed è stata, poi effettuata, per mezzo della fresa calibrata del kit (corrispondente alla misura del perno scelto), la preparazione del canale per l'alloggiamento del perno.

Poiché in questa ricerca sono stati presi in esame denti con simile anatomia radicolare, le ricostruzioni sono state effettuate scegliendo un diametro standard del perno in fibra di carbonio pari a 1,2 mm, che è stato ritenuto quello che più si adattava alle dimensioni ed alla morfologia canalare.

Una volta inserito e provato il perno nel canale, questo è stato sezionato a livello dell'estremità coronale lasciando sporgere qualche mm dall'accesso endodontico per consentire la ricostruzione del moncone.

Si è proceduto poi ad effettuare il pretrattamento chimico del canale, mediante acido ortofosforico al 40% (K-etchant, Kuraray) applicato per 20 secondi e rimosso con abbondante acqua ed aria. Successivamente i perni sono stati cementati con Panavia 21, seguendo le specifiche della casa produttrice. I campioni sono stati poi ricostruiti nella loro porzione coronale con materiale composito fotopolimerizzabile, il Clearfile Photo Core. Infine si è effettuata la rifinitura del moncone.

#### TRATTAMENTO DEI CAMPIONI PER LE PROVE MECCANICHE

I 20 campioni così preparati, sono stati suddivisi, in modo casuale in due gruppi, ognuno dei quali è costituito da 10 elementi.

IL PRIMO GRUPPO è composto da 10 elementi che sono stati sottoposti a 500 cicli termici, con variazioni di temperatura da 0°C a 58°C in soluzione acquosa, per cercare di ricreare *in vitro* le situazioni presenti nel cavo orale. Il tempo di stasi in ciascun bagno è stato di 60 secondi.

IL SECONDO GRUPPO è composto da 10 elementi che sono stati mantenuti a temperatura costante di 37°C in soluzione fisiologica. La micropinza a molla (Fig. 1), che effettua



Fig. 1 - Micropinza a molla per l'afferraggio del campione.

la presa del campione, a livello di due scanalature effettuate sulle sue superfici prossimali, è stata realizzata presso l'officina del Laboratorio d'Ingegneria Biomedica dell'Istituto Superiore di Sanità, per permettere l'esecuzione delle prove di sforzo di taglio a trazione con il dinamometro elettronico.

Attraverso questa adeguata attrezzatura i campioni sono stati sottoposti a test di resistenza alla trazione assiale.

Per effettuare questo test è stata impiegata una cella di carico di 500 Newton ed è stato programmato l'allontanamento del sistema degli afferraggi ad una velocità costante di 1 mm/min.

La forza di trazione è stata applicata fino a quando si è ottenuto il distacco del complesso perno-restauro dal dente, corrispondente ad un picco di carico segnalato dalla macchina ed alla osservazione visiva di avvenuto distacco.



## RISULTATI

### ANALISI ALLO STEREOMICROSCOPIO

Le osservazioni effettuate allo stereomicroscopio su un perno in fibra di carbonio, Tech 2000, di 1,2 mm di diametro, hanno rilevato ad ingrandimenti 10x e 40x una superficie, in generale, compatta e regolare intervallata da lievi protuberanze ed avvallamenti. Le fissurazioni presenti sulla superficie sono dovute probabilmente alla resina epossidica utilizzata per legare le fibre di carbonio, poiché durante la reazione di polimerizzazione subisce una normale contrazione da polimerizzazione. L'analisi della superficie del perno evidenzia, soprattutto a livello dell'estremità coronale del perno (Fig. 2), la presenza di fibre di carbonio, che costituiscono la struttura di rinforzo del perno, disposte longitudinalmente lungo l'asse maggiore del perno e parallele tra loro. È stata osservata, anche, la particolare morfologia del perno, che presenta sezione cilindrico-conica con punta arrotondata (Fig. 3).

### PROVE MECCANICHE

Effettuate le prove sperimentali, di resistenza alla forza di trazione assiale, su ciascun campione, sono stati registrati ed elaborati i risultati dei dieci valori ottenuti per ciascuno dei due gruppi testati, ottenendo i valori medi, espressi in MPa, con le relative deviazio-

PRESTAZIONI DENTE RESTAURO CON TECH 2000 (MPa)		
Campioni	Termociclati	Non termociclati
1	4,9	1,1
2	1,6	5,6
3	2,5	4,6
4	8,9	3,2
5	2,1	4,1
6	3,1	2,8
7	7,8	6,8
8	7,4	3,2
9	5,5	1,4
10	1,2	2,9
Numero Totale	Media ± Dev Stand	Media + Dev Stand
10	4,5 ± 2,8	3,6 ± 1,8

Tab. 1 - Risultati delle prove meccaniche.

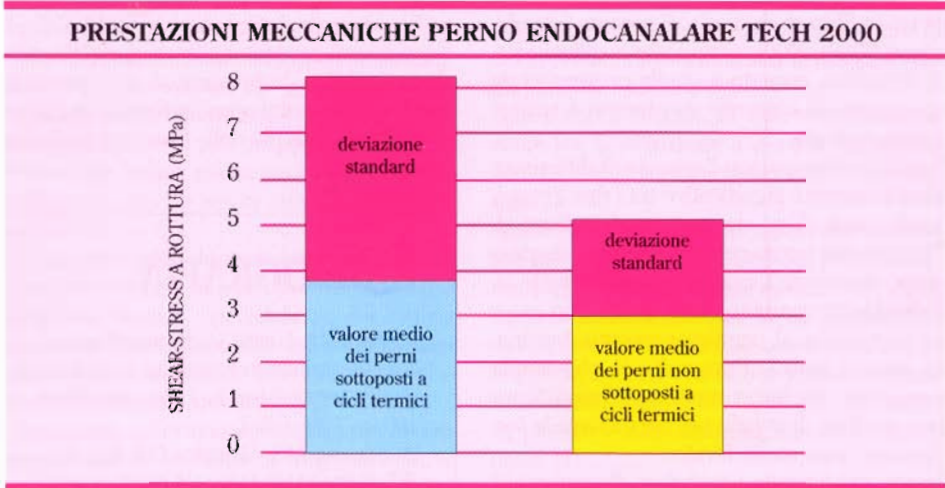


Fig. 4 - Istogramma dei risultati meccanici.

ni standard (Tab. 1 e Fig. 4). Poiché il MPa corrisponde a N/mm<sup>2</sup>, si ottengono dei valori di rottura per unità di superficie, in modo da poter correttamente confrontare i diversi campioni testati. L'analisi dei valori medi mostra che le sollecitazioni termiche *in vitro*, che simulano in tempo relativamente breve il processo d'invecchiamento al quale, *in vivo*, è normalmente soggetto il complesso dente-restauro, non influenzano in alcun modo la capacità di

ritenzione della ricostruzione corono-radicolare eseguita con perni in fibra di carbonio di nuova concezione. Le prestazioni a rottura ottenute dai due gruppi (gruppo sottoposto a termociclaggio e gruppo di controllo mantenuto a temperatura costante in soluzione fisiologica) sono confrontabili nell'ambito delle relative deviazioni standard. Tale comportamento deve essere ulteriormente indagato con l'ampliamento della sperimentazione sia *in vitro* che *in vivo*.

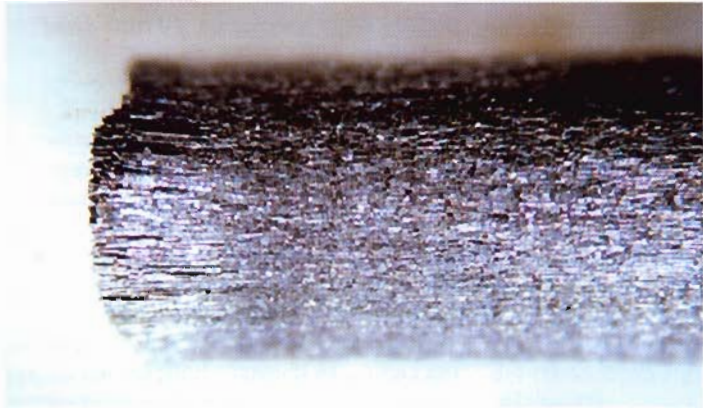


Fig. 2 - Ingrandimento 40 x allo stereomicroscopio del perno Tech 2000 (Ø 12), particolare dell'estremità coronale.



Fig. 3 - Ingrandimento 10 x allo stereomicroscopio del perno Tech 2000 (Ø 12), particolare della punta.

## DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Con il presente studio si è cercato di valutare, *in vitro*, l'efficacia di ritenzione delle ricostruzioni corono-radicali, effettuate con perni in fibra di carbonio di recente introduzione (Tech 2000), sottoposte a sollecitazioni termiche, rispetto a quella presentata da un gruppo di controllo mantenuto a temperatura costante.

I risultati evidenziano l'assenza di differenze statisticamente significative tra i due gruppi, anche se si rileva che la forza di legame all'interfaccia perno-cemento-dentina è superiore alla debole forza di legame presente all'interfaccia cemento-dentina che può essere imputabile al condizionamento dentinale, attuato con ED Primer A e B, che risulta possedere una bassa capacità nel modificare la superficie dentinale per permettere la formazione dello strato ibrido.

Infatti, osservando i campioni di entrambi i gruppi al termine della prova di trazione si è potuto constatare che, al momento del di-

stacco del restauro dal dente, il perno si presenta ricoperto di cemento (Fig. 5), in seguito al cedimento dell'interfaccia cemento-dentina. Sarebbe interessante sperimentare il Panavia 21 con l'uso di un pretrattamento dentinale più idoneo alla formazione dello strato ibrido (zona d'interdiffusione restauro-dente creata dalla penetrazione della resina liquida nella dentina mordenzata) (16). Sono quindi necessari altri studi di laboratorio per valutare le prestazioni delle ricostruzioni sostenute dai perni in fibra di carbonio realizzate seguendo delle procedure adesive alternative.

I risultati di questo lavoro sono in accordo con quelli ottenuti da altri autori in precedenti ricerche *in vivo* ed *in vitro* (9, 15, 17), in quanto confermano l'idoneità d'impiego di questi innovativi sistemi di ritenzione su denti con restauri complessi e ritenzione deficitaria.

In ultima analisi è possibile affermare che la validità di utilizzo e l'affidabilità dei perni endocanalari in composito rinforzati con fibre di carbonio lascia intravedere un loro più vasto impiego in un futuro prossimo.

## BIBLIOGRAFIA

1. Assif D, Gorfil C. Biomechanical considerations in restoring endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent* 1994; 71(6): 565-7.
2. Scurria MS, Shugars DA, Hayden WJ, Felton DA. General dentists' patterns of restoring endodontically treated teeth. *JADA* 1995; 126: 775-9.
3. Sivers JE, Johnson WT. Restoration of endodontically treated teeth. *Dent Clin North Am* 1992; 36 (3): 631-50.
4. Barone M. Fibre a tecnologia avanzata in odontoiatria restaurativa. *Dent Mod* 1997; 9: 9-29.
5. Barone M. Fibre a tecnologia avanzata in odontoiatria restaurativa. *Dent Mod* 1997; 10: 11-32.
6. Duret B, Reynaud M, Duret F. Un nouveau concept de reconstruction corono radicaire. *Le Compositipost I. Le Chirurgien-Dentiste de France* 1990; 540: 131-41.
7. Duret B, Reynaud M, Duret F. Un nouveau concept de reconstruction corono radicaire. *Le Compositipost II. Le Chirurgien-Dentiste de France* 1990; 542: 69-77.
8. Sidoli EG, King PA, Setchell DJ. An in vitro evaluation of a carbon fiber-based post and core system. *J Prosthet Dent* 1997; 78: 5-9.
9. Rovatti L, Dallari A. *I Pervi Endo-*
10. Going ER. Microleakage around dental restoration: a summarizing review. *JADA* 1972; 84: 1349-57.
11. Roghanizad N, Jones JJ. Evaluation of coronal microleakage after endodontic treatment. *J Endodon*, 1996, 22: 471-3.
12. Rossomando KJ, Wendt SL. Thermocycling and dwell times in microleakage evaluation for bonded restoration. *Dent Mater* 1995; 11: 47-51.
13. Staninec M, Marshall G W, Kawakami M, Lowe A. Bond strenght, interfacial characterization, and fracture surface analysis for a new stress-breaking bonding agent. *J Prosthet Dent* 1995; 74: 469-75.
14. Tanaka T, Kamada K, Matsumura H, Atsuta M. A comparison of water temperatures for thermocycling of metal-bonded resin specimens. *J Prosthet Dent* 1995; 74: 345-9.
15. Torbjoner A, Karlsson S, Syverud M. Carbon fiber reinforced root canal post. *Oral Sciences* 1996; 104: 605-11.
16. Anderlini G. Moderni orientamenti per la restaurazione dentale. Vol. 3. Bologna: Edizione Martina, 1995; 681.
17. Mason PN. Contributo sperimentale alla ricerca sul legame Compositipost-endodonto. *Atti Simposio Internazionale «Odontoiatria Adesiva oggi»*, S. Margherita Ligure, 14-15 marzo 1997; 18-24

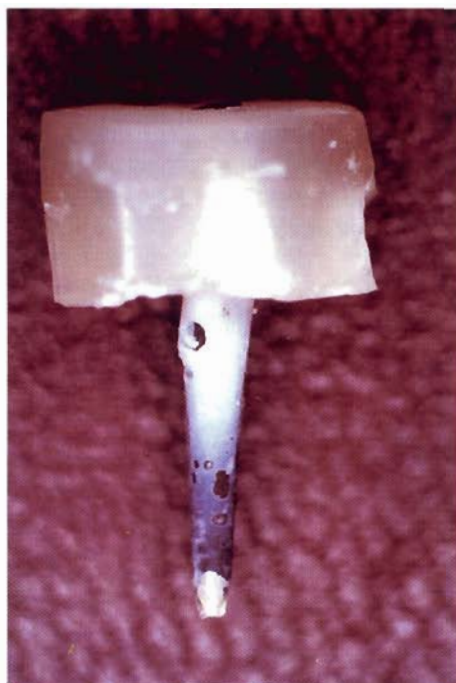


Fig. 5 - Decementazione del perno moncone dopo applicazione dello sforzo di taglio a trazione.