



***L'impiego di un unico materiale composito duale
per la cementazione del perno ed il core build up:
analisi di tre prodotti del commercio.***

M. Andreasi Bassi, G. Gambarini, F. Di Carlo, M. Quaranta

Università degli Studi di Roma "La Sapienza"



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

**DENTAL
CADMOS**

"Dental Cadmos" - Maggio 2002



**L'impiego di un unico materiale
composito duale
per la cementazione del perno
ed il core build-up:
analisi di tre prodotti del commercio.**

M. Andreasi Bassi, G. Gambarini*, F. Di Carlo, M. Quaranta
Università degli Studi di Roma "La Sapienza"
Cattedra di Odontoiatria Protesica C.L.O.P.D. Tit. Prof. M. Quaranta
(*) Cattedra di Materiali Dentali C.L.D.I. Tit. Prof. G. Gambarini

in pubblicazione su DENTAL-CADMOS

- copia per uso interno -



L'IMPIEGO DI UN UNICO MATERIALE COMPOSITO DUALE PER LA CEMENTAZIONE DEL PERNO ED IL CORE BUILD-UP: ANALISI DI TRE PRODOTTI DEL COMMERCIO.

M. ANDREASI BASSI, G. GAMBARINI*, F. DI CARLO, M. QUARANTA

Università degli Studi di Roma "La Sapienza"

Cattedra di Odontoiatria Protesica C.L.O.P.D. Tit. Prof. M. Quaranta

(*) Cattedra di Materiali Dentali C.L.D.I. Tit. Prof. G. Gambarini

Abstract

I in the present study the authors propose the use of an unique composite material for luting the translucent fiber post and for the core build-up. They analyzed the effectiveness of three dual composite cements of new generation that makes uses of auto-mixing tips. The results would show that the depth of the photo-curing because of the variability of the clinical conditions is hardly predictable and goes however exclusively finalized to the precocious stabilization of the post, in the root canal and to the hardening of the upper portion of the restoration, while the auto-curing has the list to complete the curing of the cement in the deepest portions of the dowel space.

Key words

Dual cements

Core build-up

Translucent posts

INTRODUZIONE

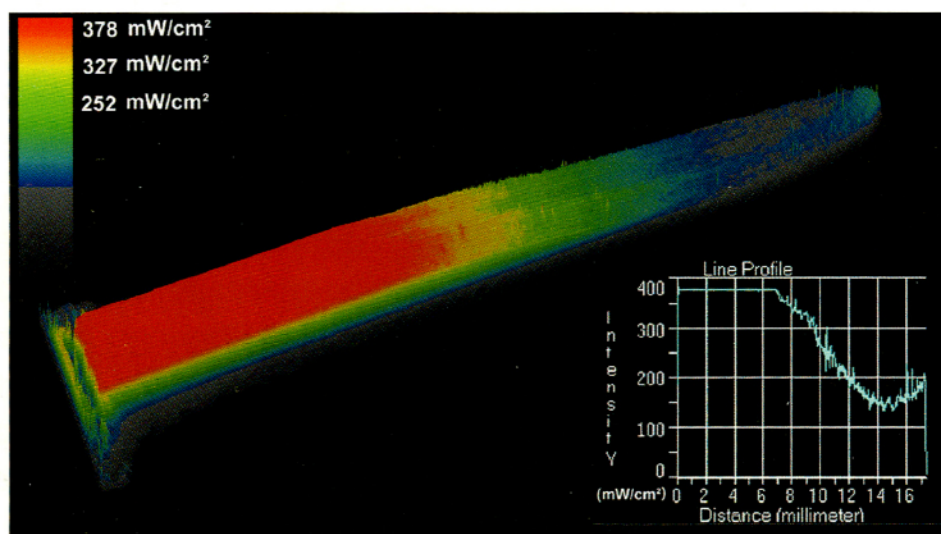
La moderna Odontoiatria restaurativa post-endodontica fa uso di perni in fibra di carbonio o di vetro caratterizzati da proprietà fisico-meccaniche anisotrope cioè non costanti nelle tre dimensioni dello spazio (4, 29, 30). L'impiego di materiali ad alto profilo tecnologico con proprietà meccaniche simili a quelle della dentina ha decretato il progressivo abbandono dei perni metallici sia pre-formati che anatomici che, a causa della loro eccessiva rigidità, rendono il successo clinico longitudinale, del complesso radice-perno-restauro, difficilmente predicibile (4, 30). È infatti noto che in un sistema costituito da più materiali adesi tra loro, con differente modulo di elasticità, soggetto a sollecitazioni meccaniche, lo stress tende a concentrarsi a livello delle interfacce (4). Questo può provocare nel tempo il cedimento del legame adesivo o se questo è molto forte la perdita di coerenza del materiale a più basso modulo di elasticità (radice). Al contrario se i materiali costituenti il sistema hanno un modulo di elasticità uguale o simile subiranno una analoga deformazione, per effetto della sollecitazione meccanica su di esso applicata, tutto questo non solleciterà l'interfaccia di adesione e farà sì che il complesso radice-perno-restauro si comporti come un monoblocco ottimizzando la trasmissione dei carichi masticatori dal dente verso il parodonto (4, 29, 30).

Di recente si sta affermando nella pratica clinica l'impiego di un unico materiale composito sia per la fissazione del perno prefabbricato in fibra che per la realizzazione

del moncone (core build-up) (21, 30) questo per due indubbi vantaggi: maggiore ergonomia e risparmio di tempo; riduzione del numero delle interfacce nel sistema radice-perno-restauro con conseguente miglioramento della sua resistenza alle sollecitazioni masticatorie sia statiche che dinamiche.

I cementi compositi

La caratteristica che accomuna i perni prefabbricati in fibra è rappresentata dall'utilizzo di cementi compositi per la loro fissazione alle strutture dentali residue. I cementi compositi (CC), in maniera analoga ai materiali compositi da restauro, sono delle resine su base epossido-acrilica addizionate con un riempitivo inerte (filler) che ne migliora le proprietà meccaniche e ne riduce la contrazione da polimerizzazione. I CC possono essere distinti in base al loro meccanismo di presa in: autopolimerizzabili, fotopolimerizzabili e duali questi ultimi dispongono di entrambe i meccanismi di catalisi (15). I CC autopolimerizzabili sono normalmente impiegati per la cementazione dei perni prefabbricati in fibra di carbonio e in biossido di silicio opachi mentre la nuova generazione di perni estetici in fibra di vetro rende possibile, grazie alla loro traslucenza l'impiego anche dei CC duali. Nonostante la buona capacità di trasmissione della luce, da parte di questi perni, non è consigliabile, al momento, l'utilizzo dei CC esclusivamente fotopolimerizzabili per il rischio di una insufficiente polimerizzazione del composito nelle porzioni più profonde del *dowel space* (fig.1) (4, 5, 24).



Le resine composite ibride quando altamente caricate presentano un modulo di elasticità (13-29 GPa) vicino a quello della dentina (18,5 GPa) (8), anche se questa è un materiale anisotropo mentre le resine composite sono isotrope (amorfe). I CC per possedere buone doti di fluidità devono necessariamente presentare un ridotto carico inorganico rispetto alle resine composite utilizzate per il core build-up questo fa sì che il loro modulo di elasticità si differenzi (3, 8); quindi la presenza di un'interfaccia tra questi due materiali può contribuire ad indebolire il sistema dente-perno-restauro sarebbe quindi più indicata la scelta di un unico materiale composito per la cementazione ed il core build-up.

Grado di conversione del monomero in polimero

L'impiego di CC duali con i perni in fibra traslucida desta tuttora delle perplessità negli operatori in quanto non esistono al momento dati certi sulla efficacia della trans- illuminazione dei CC duali (4, 5, 24). Non è quindi noto, in queste particolari condizioni, il peso relativo della fotopolimerizzazione sulla autopolimerizzazione.

Le proprietà fisico-chimiche delle resine composite dipendono infatti in larga misura dalle loro caratteristiche composizionali della matrice e del filler ma anche dal loro grado di polimerizzazione (anche detto di conversione) (3, 27, 28). Verranno ora descritti i fattori in grado di influenzare il grado di polimerizzazione nei due meccanismi di catalisi.

Nei CC autopolimerizzabili il grado di conversione del monomero in polimero dipende principalmente dalla concentrazione di (3):

- 1) iniziatore;
- 2) acceleratore;
- 3) inibitore;
- 4) ossigeno atmosferico;
- 5) temperatura ambiente.

L'iniziatore e l'acceleratore

L'iniziatore, anche detto catalizzatore, è rappresentato da un perossido (es.: perossido di benzoile) ed è contenuto in uno dei due componenti del cemento (due paste oppure liquido e pasta) mentre l'acceleratore (es.: ammina terziaria aromatica) nell'altro. Al momento della miscelazione dei due componenti si ha, per reazione tra questi due composti, la produzione di radicali liberi che reagiranno con i doppi legami dei monomeri innescando la reazione di polimerizzazione della matrice resinosa (3).

L'ossigeno

La reattività dei radicali che si formano con l'ossigeno atmosferico è maggiore della reattività per il monomero, questo influenza parzialmente il tempo di lavoro del materiale oltre a determinare uno strato, sulla superficie del materiale, non completamente polimerizzato dello spessore di 1-100 μm . Questo problema può essere risolto creando un ambiente anaerobio a stretto contatto con il cemento mediante una matrice oppure con un gel a base di glicerina (3, 26, 33).

L'inibitore

E' in genere rappresentato da dei chinoni oppure dei fenol-derivati, che reagiscono con i radicali liberi inattivandoli creando quindi un tempo di latenza prima della polimerizzazione che migliora la lavorabilità del materiale (3).

La temperatura

E' un catalizzatore fisico di tutte le reazioni chimiche ed il grado di conversione del monomero in polimero è direttamente proporzionale a questo parametro fino ad un valore limite denominato di *transizione vetrosa* oltre il quale l'eccessiva mobilità termica del reticolo polimerico influenza negativamente la formazione dei doppi legami provocando un rammollimento della matrice resinosa. La *temperatura di transizione vetrosa* per i polimeri a base di Bis-GMA è ad esempio 125°C (34), è

chiaro che questo parametro assume maggiore importanza nel caso della polimerizzazione extraorale degli intarsi in resina composita (3, 15). Si comprende che l'influenza della temperatura giuochi un ruolo variabile a seconda delle condizioni cliniche, della temperatura dei due componenti al momento della miscelazione e del periodo di permanenza fuori dal cavo orale del paziente del prodotto una volta miscelato.

Nei CC fotopolimerizzabili i fattori che condizionano il grado di conversione sono (3):

- 1) efficienza e concentrazione dell'iniziatore;
- 2) lunghezza d'onda della luce;
- 3) intensità della luce;
- 4) tempo di fotoesposizione;
- 5) il filler;
- 6) spessore del materiale;
- 7) tinta;
- 8) viscosità della matrice.

L'efficienza e la concentrazione dell'iniziatore

L'energia necessaria per la produzione di radicali liberi viene fornita da radiazioni elettromagnetiche che agiscono sull'iniziatore (canforochinone o altri) dissociandolo. È chiaro che il grado di conversione della resina composita dipenderà dalla concentrazione dell'iniziatore e dalla sua efficienza nella produzione di radicali liberi (3).

La lunghezza d'onda della luce

I fotoiniziatori in genere si dissociano a precisi valori di lunghezza d'onda, e quindi di energia della radiazione elettromagnetica, compresi nell'intervallo che va da 400 e 500 nm. La maggior parte delle lampade alogene da polimerizzazione utilizza una banda che è appunto compresa nel suddetto intervallo, questo rende le lampade convenzionali molto versatili perché in grado di dissociare qualsiasi tipo di fotoiniziatore, però poco efficienti perché tutti i fotoni emessi con energia maggiore o minore a quella necessaria per la dissociazione dell'iniziatore andranno perduti. Sono oggi disponibili anche lampade per compositi al plasma al Led ed al Laser queste lampade pur emettendo luce ad alta intensità dispongono di uno spettro di emissione più ristretto: da 450 a 500 nm per le lampade al plasma; da 450 a 480 nm per le lampade Led ed addirittura luce monocromatica per le lampade Laser, tale da renderle idonee per la dissociazione solo di alcuni fotoiniziatori (10, 18). Un discorso a parte merita la produzione di radiazioni infrarosse da parte delle lampade ad incandescenza. Tali radiazioni, che potrebbero contribuire ad incrementare il grado di conversione delle resine composite, vanno comunque filtrate per impedire il surriscaldamento del materiale da otturazione e delle strutture dentarie adiacenti (11).

L'intensità della luce

Questo parametro è misurato in mW/cm^2 ed esprime il numero di fotoni che nell'unità di tempo investono una superficie unitaria. Secondo la legge della dispersione

quadratica: $I = F \cdot 1/d^2$; l'intensità luminosa (I) varia in ragione inversa al quadrato della distanza (d) della sorgente (F è il flusso luminoso). Questo sta a significare che se la distanza raddoppia l'intensità luminosa diventa 4 volte inferiore questa legge può anche essere rappresentata nel seguente modo $I_1/I_2 = A_2/A_1$ dove I_1 è l'intensità registrata a livello dell'area di emissione della sorgente (A_1) e I_2 è l'intensità registrata a livello dell'area di proiezione della luce (A_2) (6, 14, 22). Studi recenti dimostrerebbero che la legge della dispersione quadratica è applicabile anche alle lampade alogene per compositi e che l'intensità luminosa delle lampade decresce dal 15 al 24 % ogni 2 mm di distanza dal puntale della fibra ottica, mentre l'area di proiezione della sorgente aumenta con lo stesso rapporto percentuale (6) (fig. 2, 3)

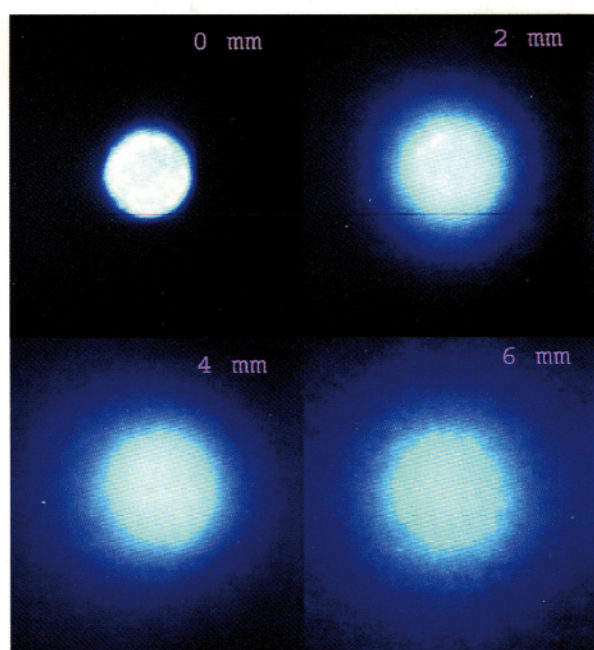


Figura 2

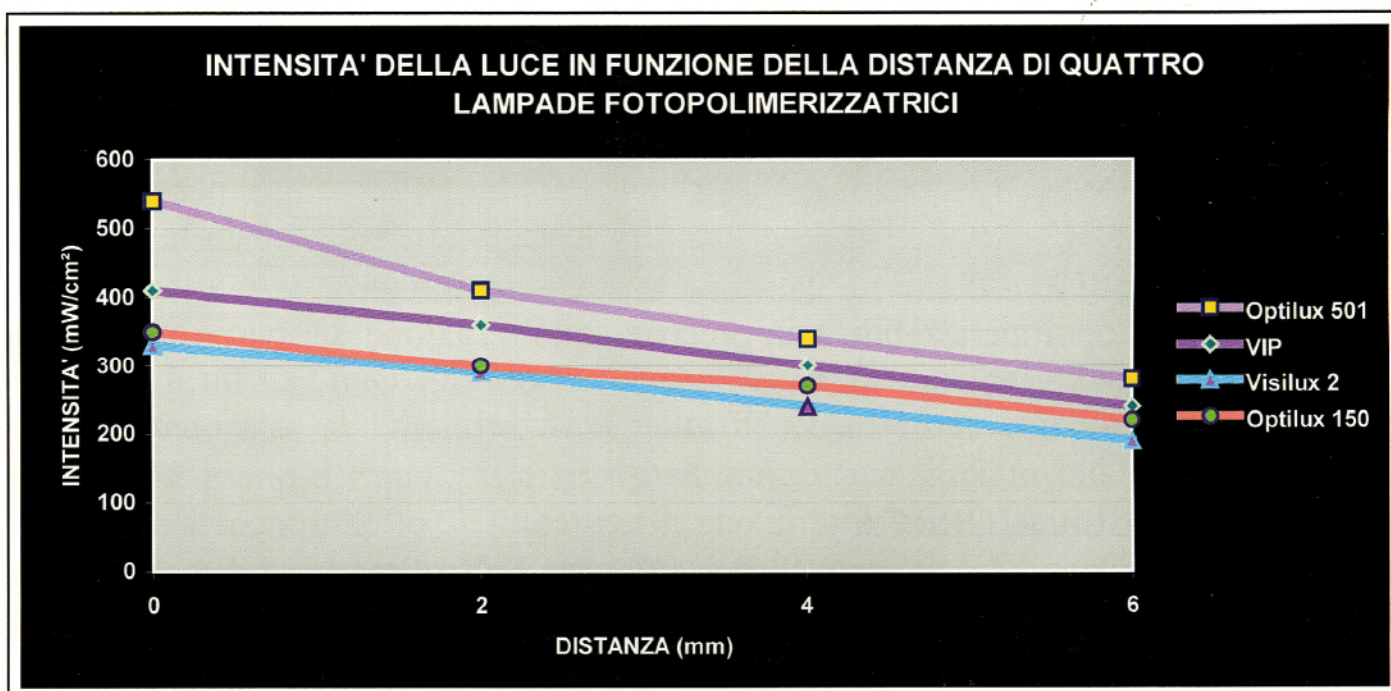


Figura 3

Il tempo di fotoesposizione

E', insieme all'intensità della luce, il parametro che condiziona *l'energia complessiva di esposizione* del composito che è espressa in mJ/cm^2 ($1 \text{ mJ}/\text{cm}^2 = 1 \text{ mW}/\text{cm}^2 \times 1 \text{ s}$); chiaramente maggiore è il tempo di esposizione maggiore sarà il numero di fotoni che investono il materiale maggiore sarà la sua conversione (17, 25).

Il filler

La composizione, la concentrazione, la distribuzione, la taglia ed l'indice di rifrazione delle particelle di riempitivo sono tutti parametri in grado di influenzare notevolmente la penetrazione della luce attraverso il composito, a causa di fenomeni di riflessione-rifrazione interni e/o assorbimento della radiazione luminosa. Il fenomeno dell'assorbimento, anche detto dispersione o *scattering*, risulta particolarmente evidente qualora la taglia delle particelle sia la metà della lunghezza d'onda della luce attivante (10, 27).

Lo spessore del materiale

I compositi sono materiali opachi e quindi la radiazione luminosa che li attraversa subisce una inevitabile attenuazione, riducendo il grado di conversione del materiale negli strati più profondi (27).

la tinta

Anche questo parametro condiziona il grado di conversione del composito infatti per uno stesso materiale, a parità di energia complessiva di esposizione, le tinte più scure presentano un minor grado di conversione rispetto a quelle più chiare (16).

La viscosità della matrice

Tanto meno il monomero è viscoso (es. TEGMA) tanto minore sarà la resistenza da questo offerta alla diffusione dei radicali liberi. Quindi ad un alto contenuto di monomero viscoso (Bis-GMA) corrisponderà un elevato contenuto di gruppi metacrilici che non hanno reagito (3, 33).

Si comprende come l'elevato numero di variabili capace di condizionare il grado di conversione delle resine composite fotoattivabili possa influenzare negativamente le proprietà finali del CC, qualora la polimerizzazione venga effettuata per esclusiva transpolimerizzazione, attraverso i perni traslucidi. È quindi più indicata la scelta di un CC duale in grado di offrire un grado di conversione più alto, oltre a permettere, rispetto ai CC autopolimerizzabili, una precoce stabilizzazione del perno nel canale (4, 32).

FINALITA' DELLA RICERCA

La recente introduzione sul mercato di due CC auto-fotopolimerizzabili sotto forma di cartucce sulle quali si innestano dei beccucci auto-miscelanti, analoghi a quelli impiegati per gli elastomeri siliconici, ci ha indotto ad analizzare le potenzialità e l'efficacia di questi materiali qualora vengano impiegati, con un solo passaggio, sia per la cementazione del perno traslucido che per la realizzazione del moncone protesico con tecnica quindi monofase-monocomponente (30). In questo modo sarà

possibile abbreviare i tempi operatori semplificando notevolmente la procedura operativa. I materiali analizzati sono il Dual Flò Core (fig.4)



ed il Luxacore Dual (fig.5).



Il primo è un CC micro-ibrido radiopaco fotocromatico, in grado cioè di virare di colore qualora lo si fotoattivi. Una volta miscelati i due componenti il colore del prodotto è giallo e rimane tale se il materiale viene lasciato indurire per esclusiva autocatalisi mentre se lo si fotoattiva il suo colore vira verso il bianco, il viraggio cromatico è un indicatore dell'avvenuta fotoconversione del materiale. Il Luxacore Dual è anch'esso un CC micro-ibrido radiopaco disponibile in due tinte A3 Vita e blu, la tinta A3 è da preferire sui denti che vanno ricoperti con corone integrali in composito o in ceramica, mentre il secondo rende più facile la distinzione tra composito e tessuto dentale a livello cervicale soprattutto in situazioni di limitata visibilità che si può palesare nel caso si operi su denti dei settori posteriori dove le

esigenze estetiche e le sollecitazioni meccaniche sono tali da rendere le corone in metallo-ceramica più indicate. Il Luxacore Automix Dual ha come precursore il CC Luxacore Automix un composito autopolimerizzabile già oggetto di una nostra precedente ricerca (15). In questo studio si valuterà, *in vitro*, l'efficacia della fotopolimerizzazione, ed il peso relativo che questa ha rispetto all'autopolimerizzazione, per i tre materiali in esame associandoli all'uso di un perno traslucido del commercio simulando la condizione in cui il CC venga impiegato simultaneamente per la cementazione del perno e per il core build-up.

MATERIALI E METODI

E' stata impiegata una lampada per compositi Hilux 200 (Novaxa), la cui intensità luminosa, misurata mediante un radiometro portatile (Curing Radiometer model 100, Demetron Corp.), era pari a 400 mW/cm². I perni traslucidi adottati erano i Surgipost-F (Miromed) con diametro da 1,6 mm. A detta del fabbricante, le fibre costituenti questo tipo di perno sono rappresentate da zirconio vetrificato immerso in una matrice di poliestere (22%), monostirene (11%) e monometilmetacrilato (7%).

Sono state condotte le seguenti prove utilizzando la sola componente fotoattivabile di ciascun cemento adottando vari tempi di fotoesposizione (40s, 80s, 120s):

- 1) valutazione della profondità di fotopolimerizzazione senza perno;
- 2) valutazione della profondità di polimerizzazione per esclusiva transilluminazione del materiale attraverso il perno;
- 3) valutazione della profondità di fotopolimerizzazione associando la fotoattivazione convenzionale sulla superficie libera del materiale con la transilluminazione del perno.

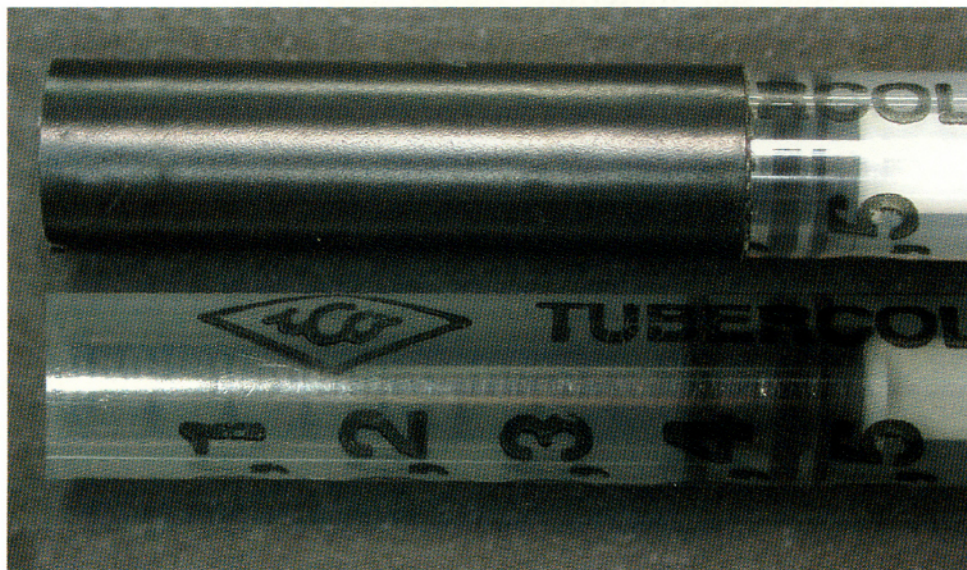
È stata poi condotta una valutazione della profondità di polimerizzazione dei tre CC una volta miscelati i loro due componenti sfruttando esclusivamente la loro autocatalisi.

Si è proceduto infine con un'analisi delle caratteristiche microscopiche del riempitivo dei tre materiali e della influenza della miscelazione manuale rispetto a quella ottenibile con i beccucci auto-miscelanti sulla formazione di bolle d'aria.

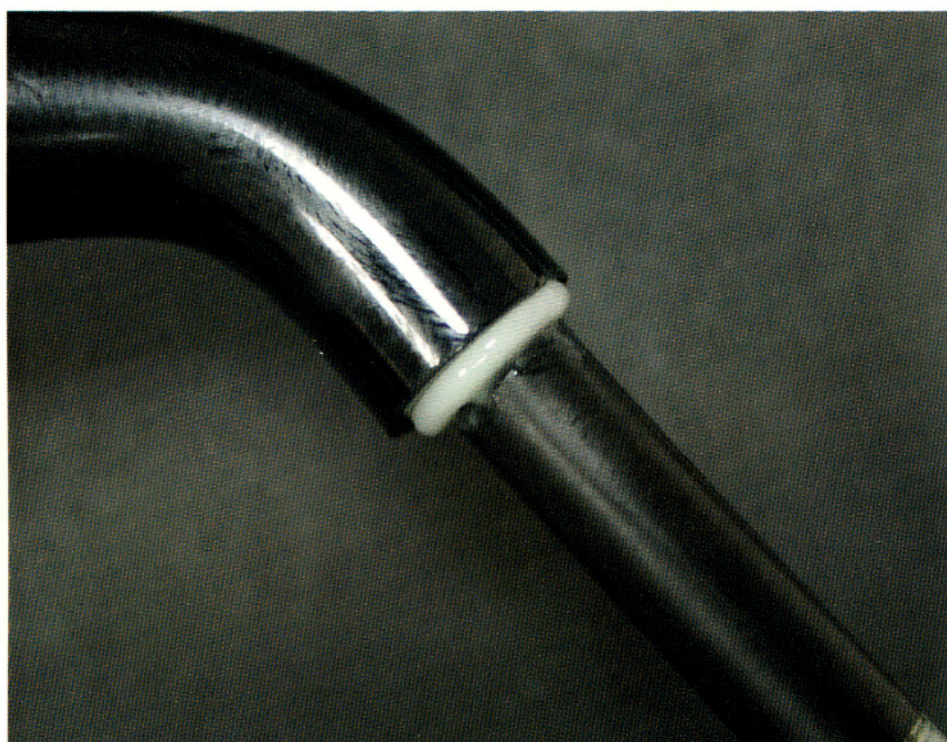
Preparazione dei campioni per la determinazione della profondità di fotopolimerizzazione delle paste base senza perno

I CC duali sono composti da due paste: base e catalizzatrice, la prima è fotopolimerizzabile mentre la seconda se miscelata con la prima innesca l'autocatalisi del materiale. Sono state utilizzate 27 siringhe per tuberculina da 1 ml, private del beccuccio su cui si innestava l'ago, anche la testa conica in silicone del pistone è stata spianata, è stato così possibile ottenere delle camere cilindriche in grado di accogliere il cemento composito, per tutte le prove il volume delle camere è stato fissato a 0,4 ml.

La superficie esterna delle siringhe è stata poi rivestita con del nastro isolante nero per impedire qualsiasi accesso alla luce se non dal foro di entrata (*fig. 6*).



Questa procedura di preparazione delle *camere oscure* è stata ripetuta anche nelle successive esperienze. Da ciascuna cartuccia di CC in esame, mediante pistola, sono state, in seguito, estruse le due paste evitando il loro contatto; la pasta catalizzatrice è stata scartata mentre la pasta base è stata utilizzata per il riempimento delle camere oscure, 9 per ciascun CC in esame, questa fase è stata condotta in condizioni di ridotta luminosità per ridurre al minimo la possibile irradiazione luminosa dei materiali proveniente dall'ambiente circostante. Si è passati poi alla polimerizzazione delle paste base applicando il puntale della lampada a diretto contatto con la superficie libera di ciascuna camera oscura (*fig. 7*), sono stati realizzati tre campioni di materiale per ciascun tempo di fotopolimerizzazione.



Al termine della fotoesposizione i campioni venivano rimossi dalle rispettive camere oscure per estrusione premendo sul pistone della siringa. La porzione solida dei campioni veniva privata del materiale fluido non polimerizzato prima di essere fotografata mediante una fotocamera digitale Coolpix 990 (Nikon) con rapporto 1/1. L'immagine veniva poi analizzata mediante software dedicato (Scion Image, Scion Corporation). L'elaborazione statistica dei dati è stata effettuata mediante l'analisi della varianza (ANOVA) e il test di Student-Newman-Keuls (S-N-K) (20).

Preparazione dei campioni per la valutazione della profondità di polimerizzazione delle paste base per esclusiva transilluminazione attraverso il perno

Sono state allestite 27 camere oscure che sono state poi caricate con le paste base dei tre CC (9 camere per ogni materiale), in condizioni di ridotta luminosità. Sul puntale della lampada è stato applicato uno stop in silicone nero, al centro del quale era stato in precedenza praticato un foro di 0,4 mm di diametro per consentire l'inserimento dei perni traslucenti (*fig. 8*).



In questo modo è stato possibile, inserendo i perni nelle rispettive camere oscure, fotoattivare le paste base per esclusiva transilluminazione (*fig. 9*).



Al termine della fotoattivazione i perni sono stati rimossi e privati del materiale non indurito. Sono stati realizzati, per ogni materiale, tre campioni per ciascun tempo di fotoesposizione adottato (40s, 80s, 120s). I campioni venivano fotografati ed analizzati con le stesse modalità descritte nella precedente esperienza.

Preparazione dei campioni per la valutazione della profondità di fotopolimerizzazione delle paste base associando la fotoattivazione convenzionale sulla superficie libera del materiale con la transilluminazione del perno

Sono state caricate 27 camere oscure con le paste base dei tre CC (9 camere per ogni materiale), in condizioni di ridotta luminosità. A questo punto è stato inserito un perno traslucido, per tutta la sua lunghezza, nella pasta base di ciascuna camera oscura dopodiché si è proceduto alla fotoattivazione del materiale poggiando il puntale della lampada sulla sua superficie libera. Sono stati realizzati, per ogni materiale, tre campioni per ciascun tempo di fotoesposizione adottato (40s, 80s, 120s). Ciascun campione è stato poi estruso agendo sul pistone della siringa e privato del materiale fluido non polimerizzato prima di essere fotografato ed analizzato con le modalità già descritte.

Preparazione dei campioni per la determinazione della profondità di polimerizzazione dei tre CC una volta miscelati i loro due componenti sfruttando esclusivamente la loro autocatalisi

9 camere oscure sono state caricate con i CC in esame (3 per ciascun CC), facendo uso delle apposite pistole e beccucci auto-miscelanti. I campioni sono stati mantenuti in condizioni di assoluta oscurità per 5 minuti dopodiché si è proceduto alla loro estrusione ed alla loro misura con le modalità già descritte.

Tecnica di preparazione dei campioni per la valutazione delle caratteristiche microscopiche del riempitivo dei tre materiali e della influenza della miscelazione manuale rispetto a quella ottenibile con i beccucci auto-miscelanti sulla formazione di bolle d'aria

Per analizzare sia le caratteristiche microscopiche del riempitivo dei cementi in esame che l'eventuale presenza di bolle, sono stati preparati dei vetrini per microscopia fotonica. Dei tre CC in esame sono stati analizzati: la sola pasta base; le due paste miscelate manualmente, le due paste miscelate con l'ausilio dei beccucci auto-miscelanti. Lo spessore dei preparati era di 100 μm , per ottenere questo spessore in tutti i preparati ci siamo avvalsi della seguente tecnica già adottata in una precedente esperienza (15): abbiamo inizialmente determinato lo spessore dei vetrini porta-oggetto (PO) e copri-oggetto (CO) mediante un calibro elettronico preciso al centesimo di millimetro (Digimatic 500-311, Mitutoyo); successivamente i materiali in questione sono stati applicati sui rispettivi vetrini P-O al di sopra dei quali sono stati, subito dopo, delicatamente depositati i vetrini C-O. L'insieme vetrino P-O, cemento, vetrino C-O è stato in seguito interposto tra le branche del calibro ed, a questo punto, agendo sul corsoio dello strumento è stato possibile portare il film di cemento allo spessore desiderato. Il materiale è stato poi fotoattivato per 40s. Una volta preparati i vetrini, (9 per ciascun materiale) si è proceduto alla loro analisi mediante un microscopio a luce polarizzata (Dialux, Leitz) a vari ingrandimenti. Le immagini sono state acquisite con la fotocamera digitale ed analizzate con il software dedicato già in precedenza descritti.

RISULTATI E DISCUSSIONE

Analisi della profondità di fotopolimerizzazione delle paste base senza perno

I risultati di seguito riportati (*tab. 1*) (*fig. 10*) dimostrerebbero che la profondità di polimerizzazione a parità di tempi di fotoesposizione scelti è minore nel Dual Flò Core (DFC) rispetto alle due tinte del Luxacore Dual. I test ANOVA e S-N-K dimostrano che c'è una differenza significativa, tra i tre gruppi di campioni di DFC ($p < 0,05$) e che quindi la profondità di polimerizzazione per la pasta base di questo materiale può essere incrementata aumentando il tempo di esposizione e quindi la sua energia complessiva di esposizione (ECE). Per quanto riguarda la pasta base del Luxacore Dual Blu (LXD B) c'è solo una significativa differenza tra i campioni con tempo di

esposizione a 40s e quelli a 120s mentre non esisterebbero significative differenze sia tra i campioni fotoattivati per 40s ed 80s così come per quelli fotoattivati ad 80s e 120s, questo sta a significare che, per i tre valori di ECE scelti ($400 \text{ mW/cm}^2 \times 40\text{s} = 16000 \text{ mJ/cm}^2$; $400 \text{ mW/cm}^2 \times 80\text{s} = 32000 \text{ mJ/cm}^2$; $400 \text{ mW/cm}^2 \times 120\text{s} = 48000 \text{ mJ/cm}^2$) quello intermedio non offre un concreto incremento della profondità di polimerizzazione. Mentre per la pasta base del Luxacore Dual A3 (LXD A3) non esisterebbe una significativa differenza tra i campioni con ECE pari a 32000 mJ/cm^2 e 48000 mJ/cm^2 , ad indicare che quest'ultimo valore non aumenta in modo rilevante la profondità di polimerizzazione. Anche il confronto tra i valori medi dei tre materiali dimostra la presenza di una significativa differenza tra loro eccetto per le profondità di polimerizzazione a 40s, 80s e 120s del LXD B rispetto ai valori ad 80s e 120s del LXD A3 (tab. 1) (fig. 10).

Tabella 1: valori medi e relative deviazioni standard della profondità di polimerizzazione delle paste base, fotoattivate con differenti tempi di esposizione;

Solo Pasta Base	Profondità di Polimerizzazione (mm)	Dev. St.
DFC 40s	4,6	0,34
DFC 80s	5,9	0,14
DFC120s	7	0,34
LXD B 40s	11	0,2
LXD B 80s	11,9	1
LXD B 120s	12,9	0,11
LXD A3 40s	9,1	0,97
LXD A3 80s	11,1	0,32
LXD A3 120s	12,2	0,8

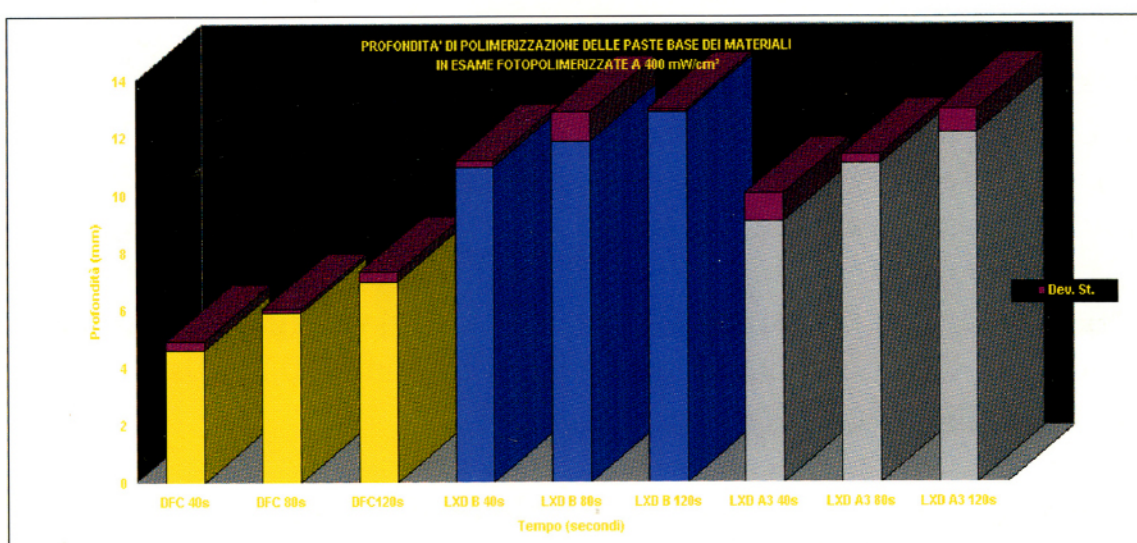


Figura 10

Il profilo della porzione distale dei campioni era sempre concavo (*fig. 11-13*) questo fenomeno può essere spiegato dalla trasparenza delle pareti in plastica della siringa che ha consentito

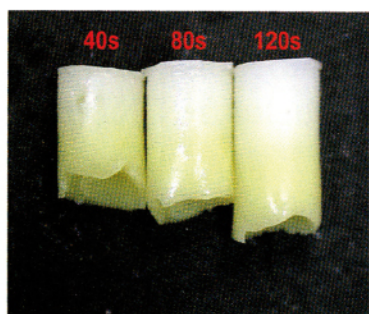


Figura 11

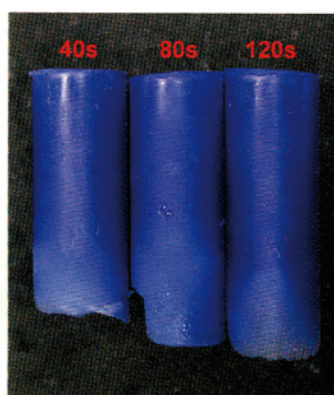


Figura 12

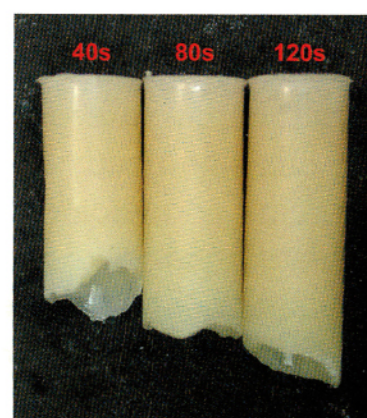


Figura 13

una certa trasmissione a distanza della luce. Tutte le misurazioni sono state effettuate prendendo come riferimento i limiti estremi di ciascun campione. Quindi è possibile che i risultati ottenuti siano sovrastimati rispetto alla reale profondità di polimerizzazione dei tre materiali in esame. Inoltre occorre ricordare che nel composito indurito è contenuta, in genere, solo il 50-60% di matrice resinosa polimerizzata in modo ottimale (7).

La minore profondità di polimerizzazione del DFC potrebbe essere imputabile ad una delle numerose variabili in precedenza descritte, si può però anche speculare sul fatto che il colore giallo del materiale inattivi parzialmente la luce blu della lampada esplicando un'azione filtrante. Questa ipotesi è supportata dal fatto che la porzione distale gialla dei campioni di DFC ha una consistenza gommosa a dimostrazione del fatto che a questo livello la polimerizzazione del materiale è stata come "rallentata". Questo reperto non è osservabile negli altri campioni di LXD la cui estremità distale ha la stessa consistenza di quella prossimale come se la polimerizzazione in questo caso rispondesse ad una regola del tipo "tutto o nulla". Inoltre nei campioni di DFC aumentando il tempo di esposizione aumenta il viraggio cromatico e quindi l'estensione della loro porzione bianca (40s = 2,6 mm $\pm$ 0,2; 80s = 2,7 mm $\pm$ 0,3; 120s = 3,4 mm $\pm$ 0,2) (*fig. 11*).

Analisi della profondità di polimerizzazione delle paste base per esclusiva transilluminazione attraverso il perno

In tutti i campioni indipendentemente dal materiale impiegato la massa polimerizzata ha una forma ad ogiva le cui dimensioni (larghezza e lunghezza) dipendono dal tempo di esposizione (*tab. 2*) (*fig. 14-17*). La forma ad ogiva riproduce la modalità di

diffusione della luce attraverso il perno, quindi la base dell'ogiva è rivolta verso il puntale della lampada perché a questo livello l'intensità luminosa è maggiore per poi decrescere verso la punta. Inoltre il tempo di esposizione sembrerebbe condizionare la forma dell'ogiva in quanto, per bassi valori di ECE, questa mantiene una forma conica, mentre, per valori di ECE più alti, la punta dell'ogiva si mantiene conica mentre la base assume un aspetto cilindrico (*fig. 16-17*).

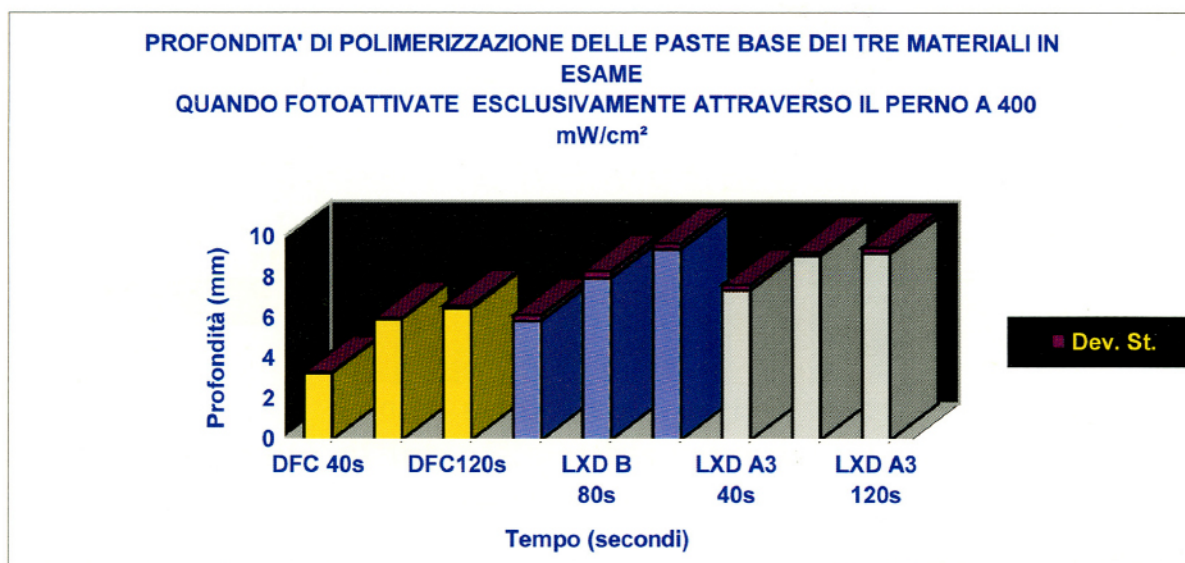


Figura 14

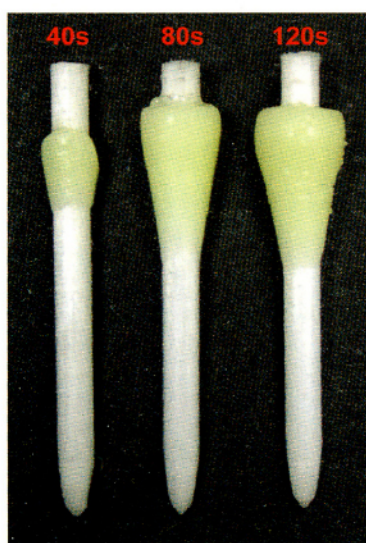


Figura 15

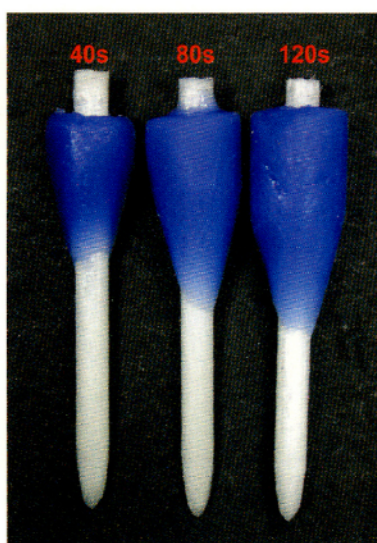


Figura 16

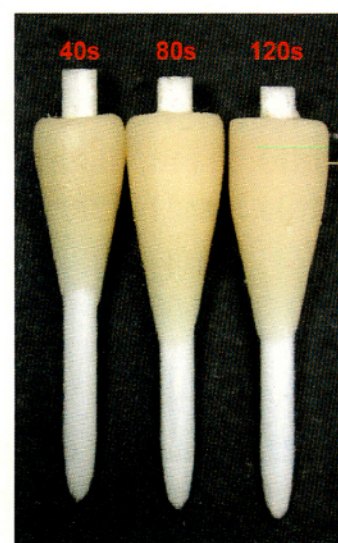


Figura 17

L'analisi statistica dei dati dimostrerebbe che c'è, nell'ambito di ciascun materiale, una significativa differenza, all'aumentare dell'ECE, della profondità di polimerizzazione eccetto per i campioni di LXD A3 transpolimerizzati ad 80s e 120s. La maggiore profondità di fotopolimerizzazione sarebbe esibita quindi dal materiale LXD B soprattutto quando transpolimerizzato per 120s (*tab. 2*).

Effettuando invece una comparazione statistica tra le performance dei vari materiali, solamente tra i campioni di DFC ad 80s e quelli di LXD B a 40s non c'è differenza (*tab. 2*).

Per quanto riguarda la polimerizzazione trasversale anche questa aumenta all'aumentare dell'ECE. L'analisi statistica evidenzia che non c'è differenza tra i campioni di LXD A3 transpolimerizzati ad 80s e 120s così come non c'è tra questi ed i campioni di LXD B transpolimerizzati a 40s (*tab. 3*) (*fig. 18*).

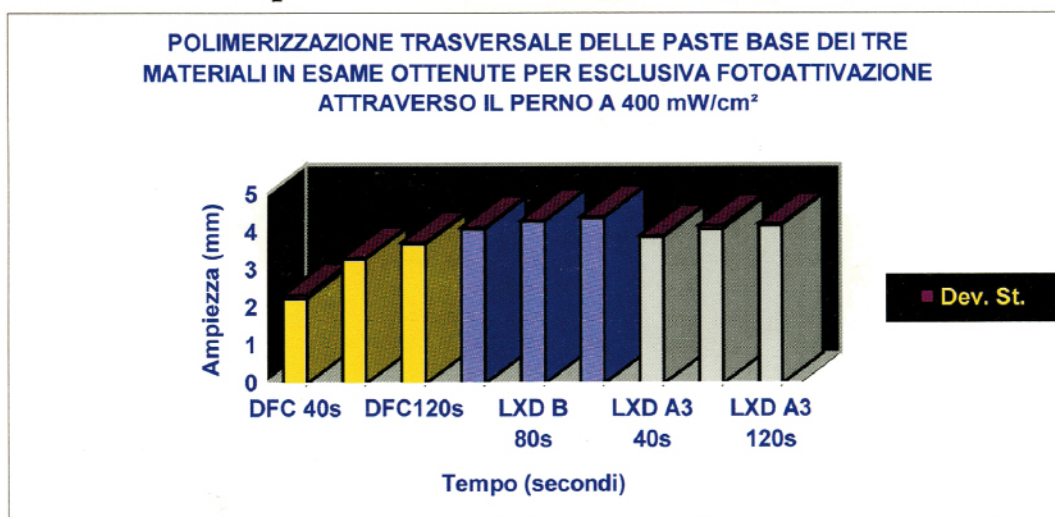


Figura 18

L'ogiva di materiale composito indurito ed adeso al perno nei campioni di DFC era, in tutti i casi di colore giallo (*fig. 15*). Questo fenomeno potrebbe essere imputabile al fatto che ciascun impulso luminoso che entra in una FO è soggetto a fenomeni di attenuazione, e dispersione che ne alterano le caratteristiche quali-quantitative (31). Soprattutto i fenomeni di dispersione possono aver ridotto l'intensità della luce rendendola insufficiente per il viraggio cromatico del materiale e/o modificato la sua lunghezza d'onda rendendola in grado di dissociare il fotoiniziatore ma non il pigmento responsabile del cambiamento di colore.

Tabella 2: valori medi e relative deviazioni standard della profondità di polimerizzazione delle paste base, fotoattivate con differenti tempi di esposizione, per esclusiva transilluminazione attraverso il perno;

Transpolimerizzazione con Pasta Base + Perno	Profondità di Polimerizzazione (mm)	Dev. St.
DFC 40s	3,3	0,04
DFC 80s	6	0,05
DFC120s	6,5	0,14
LXD B 40s	5,9	0,3
LXD B 80s	8	0,35
LXD B 120s	9,4	0,3
LXD A3 40s	7,4	0,26
LXD A3 80s	9,1	0,18
LXD A3 120s	9,2	0,3

Tabella 3: valori medi e relative deviazioni standard della polimerizzazione trasversale delle paste base, fotoattivate con differenti tempi di esposizione, per esclusiva transilluminazione attraverso il perno;

Transpolimerizzazione con Pasta Base + Perno	Polimerizzazione Trasversale (mm)	Dev. St.
DFC 40s	2,2	0,1
DFC 80s	3,3	0,035
DFC120s	3,7	0,04
LXD B 40s	4,1	0,05
LXD B 80s	4,3	0,03
LXD B 120s	4,4	0,032
LXD A3 40s	3,9	0,02
LXD A3 80s	4,1	0,1
LXD A3 120s	4,2	0,05

Analisi della profondità di fotopolimerizzazione delle paste base associando la fotoattivazione convenzionale sulla superficie libera del materiale con la transilluminazione del perno

L'analisi statistica dei dati dimostrerebbe che per i campioni di DFC non c'è differenza tra 80s e 120s di fotoesposizione così come tra 40s ed 80s (*tab. 4*) (*fig. 19-20*).

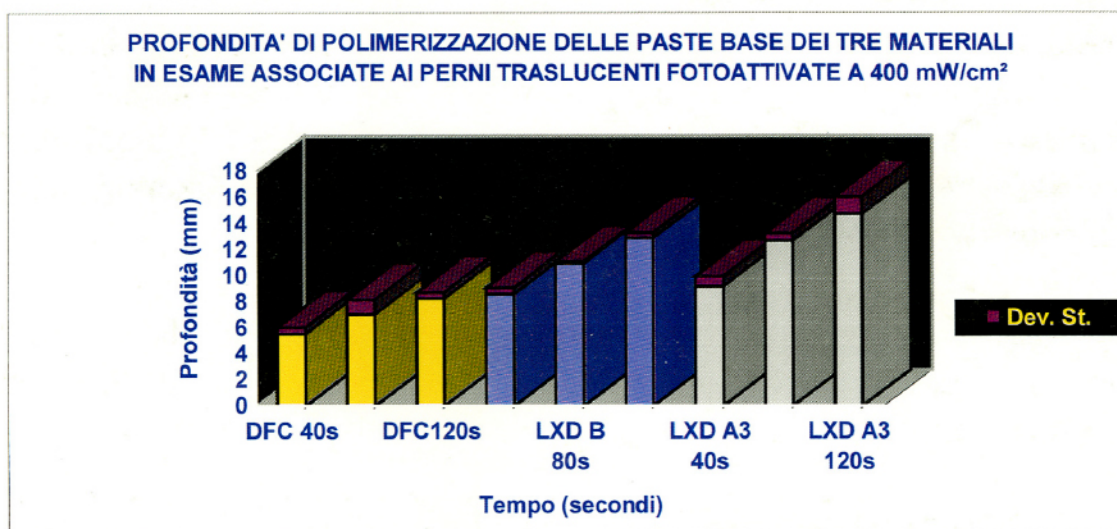


Figura 19

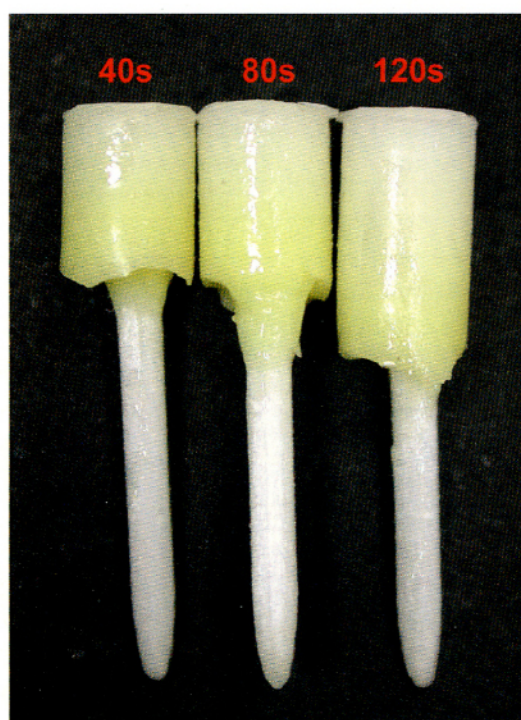


Figura 20

Quindi dei tre valori di ECE scelti quello intermedio (32000 mJ/cm^2) non offrirebbe un concreto aumento della profondità di fotopolimerizzazione. Mentre sia per i campioni di LXD B che quelli di LXD A3 (fig. 21-22) c'è un significativo incremento della profondità di polimerizzazione con l'aumento dell'ECE.



Figura 21

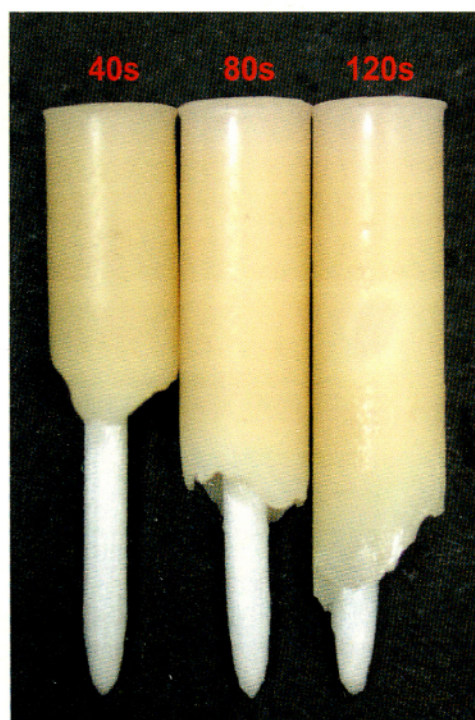


Figura 22

Quindi la maggiore profondità di fotopolimerizzazione verrebbe raggiunta in queste condizioni dal LXD A3 a 48000 mJ/cm² (*tab. 4*) (*fig. 19*). Se si confrontano i valori medi della profondità di fotopolimerizzazione della sola pasta base con quelli ottenuti in questa esperienza avremo che il DFC associato al perno presenta un significativo aumento della sua profondità di polimerizzazione rispetto alla sola pasta base solo a 48000 mJ/cm². Lo stesso si verifica per il LXD A3, mentre un discorso a parte merita il LXD B dove la presenza del perno sembra ridurre la profondità di fotopolimerizzazione a 16000 mJ/cm² tale fenomeno viene però mascherato per valori superiori dell'ECE rendendo la differenza tra i campioni con e senza perno non significativa (*tab. 4*).

Bisogna anche considerare che questi risultati dipendono ampiamente dalle caratteristiche del perno: lunghezza, sezione, forma e caratteristiche qualitative quantitative delle fibre ottiche e della matrice che le ingloba (4, 31).

Tabella 4: valori medi e relative deviazioni standard della profondità di polimerizzazione delle paste base, associate ai perni traslucidi, polimerizzate in maniera convenzionale, con differenti tempi di fotoesposizione;

Polimerizzazione Convenzionale con Pasta Base + Perno	Profondità di Polimerizzazione (mm)	Dev. St.
DFC 40s	5,6	0,5
DFC 80s	7,1	1,14
DFC120s	8,3	0,47
LXD B 40s	8,6	0,522
LXD B 80s	11	0,1
LXD B 120s	12,9	0,415
LXD A3 40s	9,2	0,81
LXD A3 80s	12,7	0,6
LXD A3 120s	14,8	1,32

Analisi della profondità di polimerizzazione dei tre CC una volta miscelati i loro due componenti sfruttando esclusivamente la loro autocatalisi

I risultati di questa esperienza (*tab. 5*) (*fig. 23-24*) non possono che confermare che la polimerizzazione per attivazione chimica è in grado di offrire concrete garanzie di indurimento del cemento composito duale anche nelle porzioni più profonde del canale. I test ANOVA e S-N-K dimostrerebbero che non esiste differenza statisticamente significativa tra i tre materiali.

Tabella 5: valori medi e relative deviazioni standard della profondità di polimerizzazione, dei tre cementi in esame, ottenuta per esclusiva autocatalisi;

Autopolimerizzazione	Profondità di Polimerizzazione (mm)	Dev. St.
DFC	23,2	0,02
LXD B	23,2	0,1
LXD A3	23,2	0,16

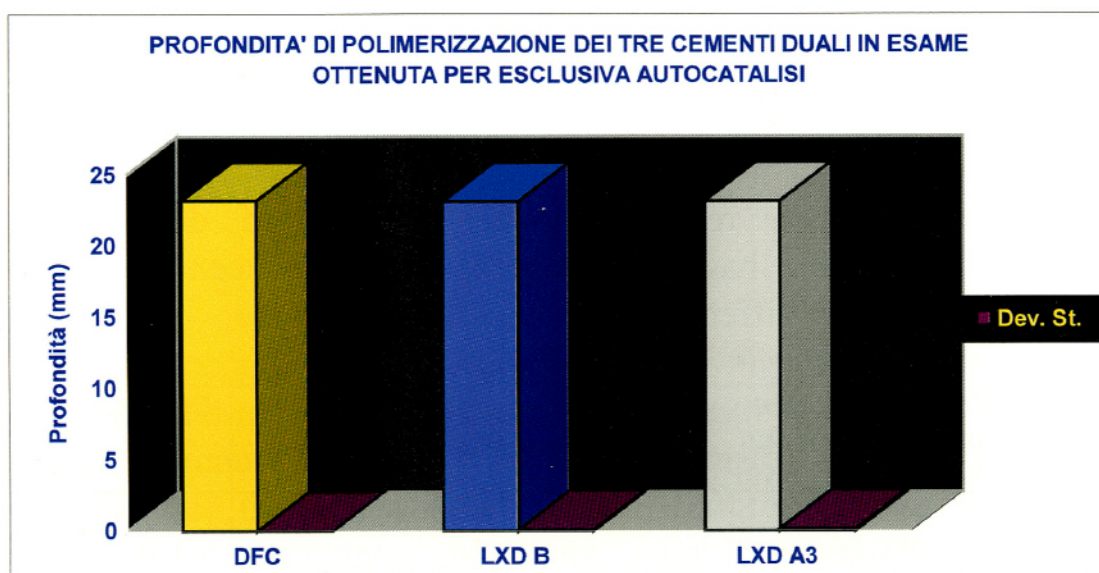


Figura 23

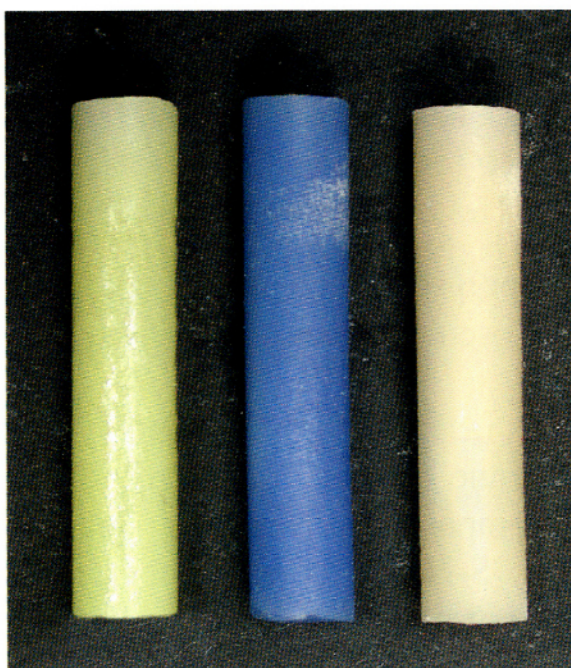


Figura 24

Analisi delle caratteristiche microscopiche del riempitivo dei tre materiali

Dual Flò Core

La sola componente fotopolimerizzabile ha un riempitivo vetroso sferoidale prevalentemente di piccole dimensioni comprese tra 0.07 e 2.3 μm possono essere presenti particelle più grandi, con dimensioni comprese tra 7 e 17 μm , non raro il riscontro di particelle, con estremità arrotondate, di grosse dimensioni, comprese tra 34 e 97 μm (*fig. 25*).



Figura 25

Anche dopo la miscelazione dei componenti il filler conserva le suddette caratteristiche qualitative ma la sua densità aumenta (*fig. 26, 27*). È probabile che l'elevato numero di particelle microfini, in questo materiale, possa essere, in parte, la causa della sua minore profondità di polimerizzazione, per il già descritto fenomeno di *scattering* (10, 27).

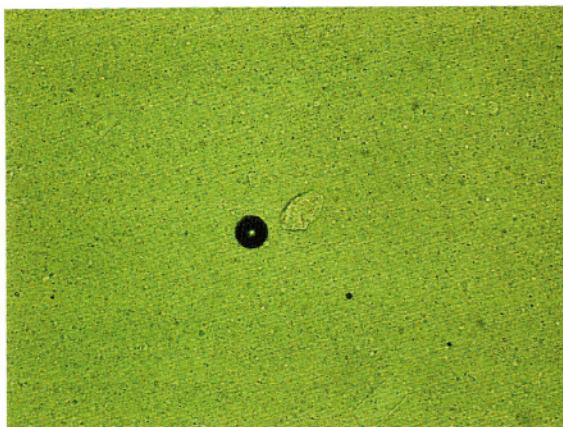


Figura 26

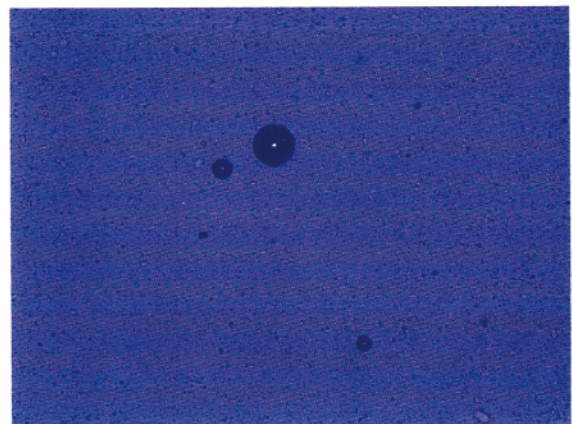


Figura 27

Luxacore Dual A3

Il filler, contenuto nella pasta base, è di natura amorfa. Prevalente la presenza di particelle arrotondate con dimensioni comprese tra 0,2 e 28 μm , sono presenti in misura minore anche particelle opache di forma irregolare le cui dimensioni oscillano tra 12,8 e 34 μm (*fig. 28, 29*).

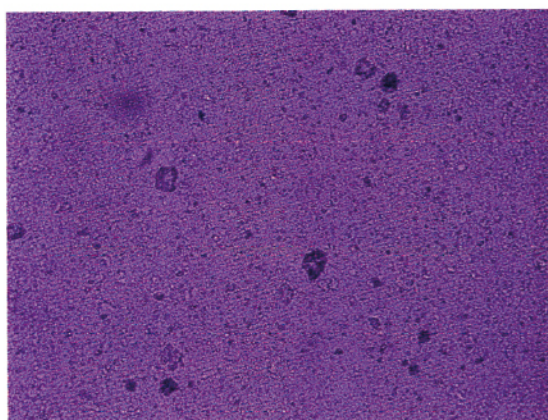


Figura 28

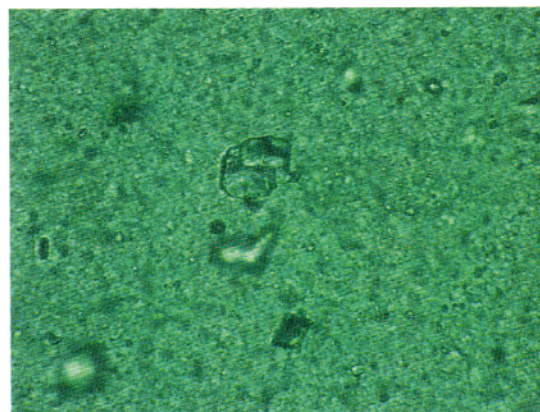


Figura 29

A seguito della miscelazione con la pasta catalizzatrice si evidenzia un maggiore densità del filler e la presenza di fibre cristalline con lunghezza compresa tra 21 e 59 μm (*fig.30, 31, 32*).

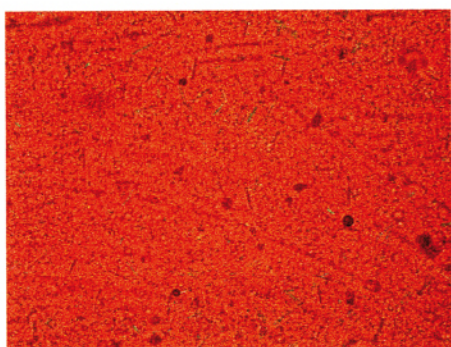


Figura 30

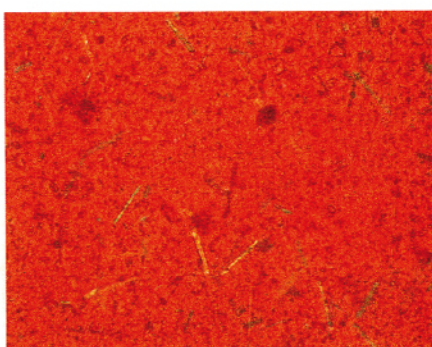


Figura 31

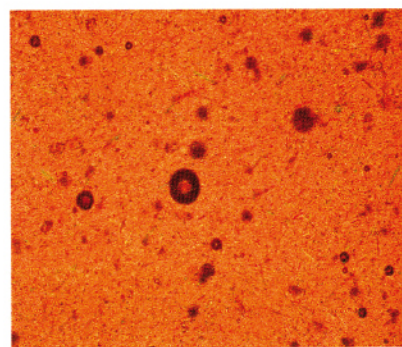


Figura 32

Luxacore Dual Blu

La pasta base ha un carico inorganico amorfo simile, da un punto di vista qualitativo, a quello del LXD A3 (*fig. 33*)

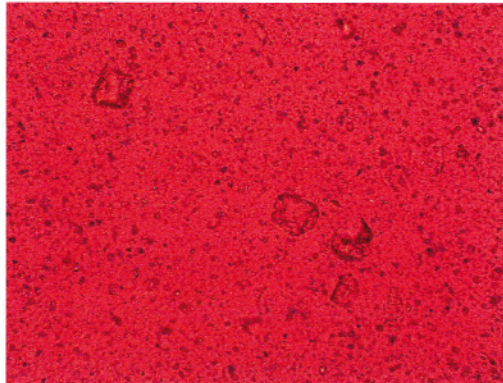


Figura 33

dopo la miscelazione si evidenzia la presenza di particelle cristalline, di forma varia, con dimensioni comprese tra 9,1 e 37,6 μ m e di particelle, di forma arrotondata, amorse, con diametro compreso tra 7 e 21 μ m, la cui struttura, in taluni casi a lente biconcava, ricorda vagamente gli eritrociti (*fig. 34-37*).

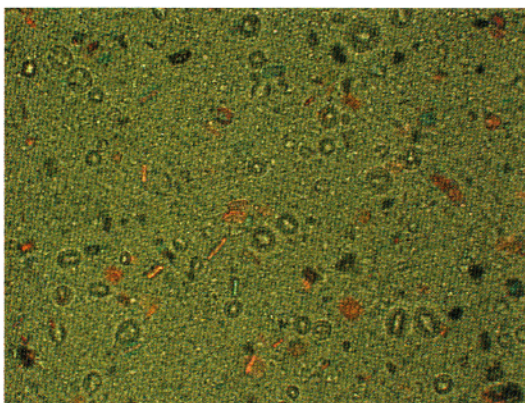


Figura 34

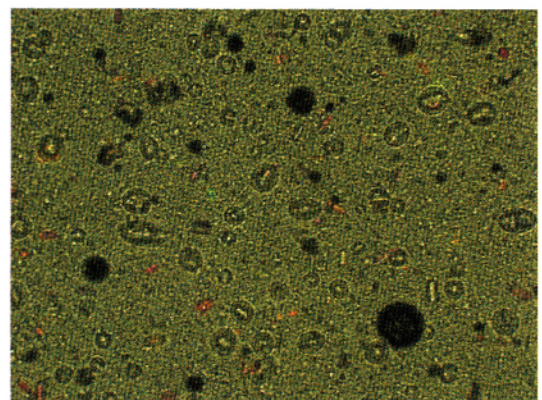


Figura 35

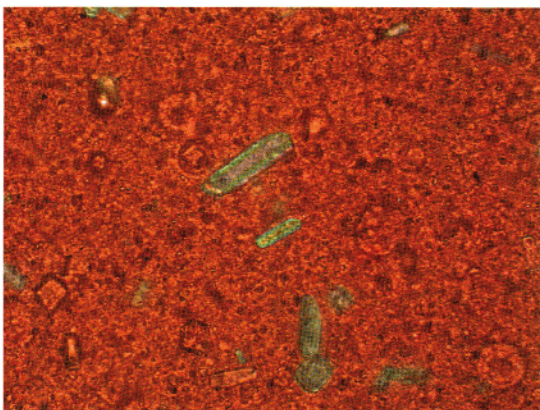


Figura 36

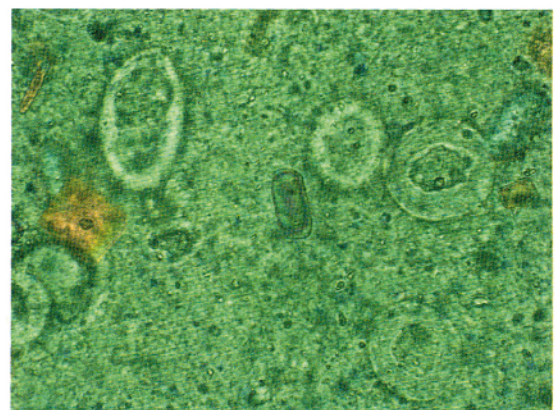


Figura 37

Analisi sull'influenza della miscelazione manuale rispetto a quella ottenibile con i beccucci auto-miscelanti sulla formazione di bolle d'aria

La presenza di bolle nella massa sembra una caratteristica peculiare dei compositi autopolimerizzabili, legata alla miscelazione. Tuttavia, tutti i compositi, compresi i fotopolimerizzabili, presentano una certa porosità che varia da 0.3 a 8.4 % (3).

Secondo alcuni autori la porosità compromette alcune proprietà fisico-meccaniche del composito, favorendo spesso l'evenienza di rotture coesive (3).

Come sappiamo i cementi compositi esistono in differenti viscosità e con tre possibili meccanismi di indurimento. Entrambe questi fattori possono avere influenza sia sul numero che sulla dimensione delle bolle di aria intrappolate nella massa del materiale (1, 2). Alcuni studi dimostrerebbero che i cementi duali mostrano un miglior adattamento marginale rispetto a quelli fotopolimerizzabili (19, 23) proprio per via della porosità da miscelazione. Infatti la concentrazione delle porosità è inversamente proporzionale, allo stress da contrazione ed alla sua velocità di sviluppo (1, 2, 9). Questo perché le bolle sarebbero in grado di aumentare la superficie libera del restauro migliorando la capacità di scorrimento (flow) del materiale; inoltre l'ossigeno, in esse contenuto, inibirebbe la polimerizzazione con effetto plasticizzante in grado di aumentare ulteriormente il flow del composito (1, 2).

L'analisi statistica dei dati dimostrerebbe che esiste per ciascun materiale un significativo aumento delle porosità a seguito della miscelazione e che l'uso di beccucci auto-miscelanti (Automixed) (*fig. 26, 30, 34*) è in grado di ridurre la formazione di bolle d'aria rispetto alla miscelazione manuale (Hand Mixed) (*tab. 6*) (*fig. 27, 32, 35, 38*).

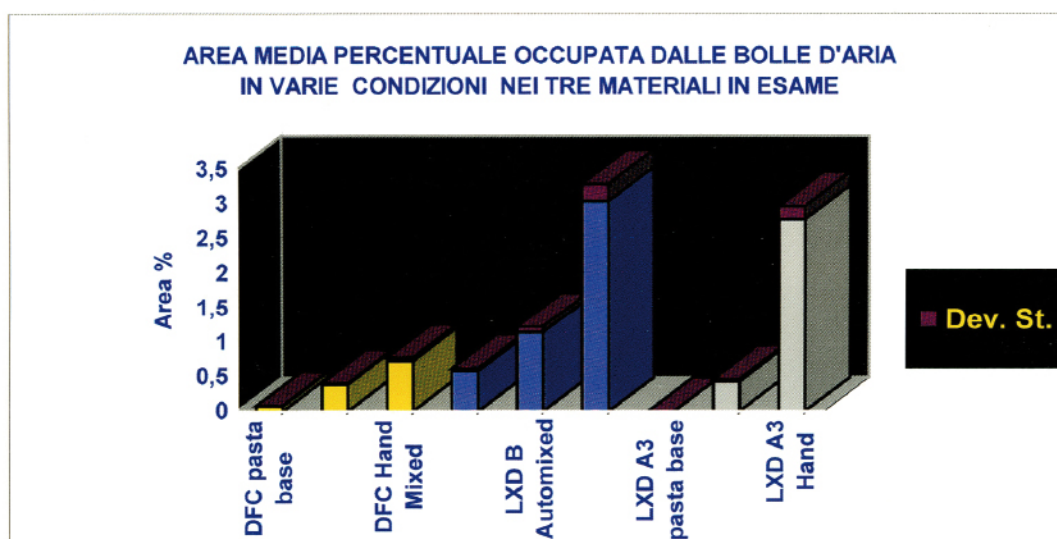


Figura 38

Le diversità tra il DFC e le due tinte del LXD sono imputabili alla loro differente viscosità infatti il primo è molto più fluido dei secondi (15).

Non è noto al momento il peso delle porosità sullo sviluppo dello stress da contrazione da parte di questi materiali. Certamente tanto più un composito è denso tanto maggiore sarà lo stress che svilupperà durante la polimerizzazione quanto più utile sarà la presenza di bolle (1, 2), in quanto la polimerizzazione passa notoriamente attraverso due fasi distinte: pre-gel e post-gel; durante la prima la contrazione del materiale è massima ma la sua ridotta viscosità fa sì che la maggior parte dello stress venga assorbito dalla deformazione della superficie libera del composito. Durante la fase successiva la viscosità del materiale diviene tale da non consentire alcuna deformazione e quindi lo stress tende a concentrarsi sull'interfaccia dente-restauro compromettendo il sigillo o, se il legame adesivo è molto forte, l'integrità delle strutture dentali residue (12, 18). È chiaro che quanto più è lunga la fase pre-gel tanto minore sarà lo stress che il composito sarà in grado di sviluppare, quindi due compositi, a parità di caratteristiche merceologiche, eccezion fatta per la differente viscosità iniziale, avranno inevitabilmente fasi pre-gel di differente durata e svilupperanno differenti stress da contrazione. Bisogna anche considerare che l'autopolimerizzazione ha una cinetica più lenta rispetto alla fotopolimerizzazione e questo contribuisce nella prima ad allungare la fase pre-gel riducendo lo sviluppo di stress (2, 9, 18).

È doveroso fare una precisazione in merito alle dimensioni delle porosità dei CC esaminati, per LXD B, LXD A3 e DFC il diametro medio delle bolle era rispettivamente: 24,5 μm ($\pm 16,8$); 18,2 μm ($\pm 13,9$); 28,8 ($\pm 18,8$). E' chiaro che le suddette bolle costituiscono delle microporosità in seno ai CC e vanno distinte dalle bolle macroscopicamente visibili, che localizzandosi nell'interfaccia adesiva possono ridurre la superficie disponibile al legame. Queste ultime sono per lo più imputabili ad errori nella metodica di sagomatura del canale e/o nella tecnica di applicazione del CC.

Tabella 6: area percentuale media, occupata dalle bolle d'aria, nei tre materiali, in differenti condizioni;

	area % occupata dalle bolle d'aria	Dev. St.
DFC pasta base	0,079	0,002
DFC Automixed	0,39	0,012
DFC Hand Mixed	0,727	0,05
LXD A3 pasta base	0,0018	0
LXD A3 Automixed	0,43	0,032
LXD A3 Hand Mixed	2,79	0,19
LXD B pasta base	0,581	0,04
LXD B Automixed	1,152	0,08
LXD B Hand Mixed	3,05	0,25

CONCLUSIONI

Questo studio ha mostrato ancora una volta l'estrema imprevedibilità della fotopolimerizzazione in quanto il suo comportamento è legato a troppe variabili non ultima la capacità del perno traslucido di lasciare diffondere la luce in profondità. Non bisogna poi dimenticare il peso del *Fattore Cavitario* (Fattore C) dipendente dal rapporto tra superficie adesiva e superficie libera del materiale composito (9, 13, 17). Infatti la capacità di scorrimento del composito, durante la fase pre-gel, dipende fortemente dall'estensione relativa della sua superficie libera perché è a questo livello che si verifica la deformazione, che compensa lo stress da contrazione. Se si considera settorialmente il Fattore C, nel caso in cui si utilizzi un unico materiale composito duale, per la cementazione del perno e per il core build up si avrà, a livello del moncone, un Fattore C favorevole in quanto la superficie libera del moncone prevale su quella adesiva mentre quanto più ci si spinge nel canale tanto più lo spessore del film di cemento si riduce rendendo il Fattore C fortemente sfavorevole perché ad esso contribuirà anche la superficie del perno. Si comprende come nelle porzioni profonde del *dowel space* sia assolutamente da preferire l'autocatalisi, mentre, a livello del moncone, la fotocatalisi oltre ad ridurre i tempi operativi non ha modo di produrre, per i motivi già spiegati, effetti negativi sull'adesione o sull'integrità della struttura dentale residua (17). È per questo indispensabile che la profondità di fotopolimerizzazione non sia eccessiva per non indurre indesiderati stress sull'interfaccia adesiva. Quindi la fotoattivazione dovrà essere finalizzata, in questa tecnica, all'indurimento della porzione coronale del restauro ed alla stabilizzare precoce del perno, lasciando all'autocatalisi il compito di completare la presa nelle porzioni più profonde del canale. È dunque consigliabile con le due tinte del cemento LXD, che sono in grado di offrire una elevata profondità di fotopolimerizzazione, non adottare valori di ECE troppo alti, mentre per il cemento DFC, che mostra una tendenza alla limitazione della fotopolimerizzazione, è più ridotto il rischio, per i valori di ECE analizzati, di sviluppare stress eccessivi nelle porzioni più profonde del *dowel space*.

I materiali, oggetto del presente studio, costituiscono sicuramente i precursori di una nuova generazione di CC caratterizzati da un'estrema versatilità e facilità di utilizzo grazie all'uso del dispenser in cartucce ed dei puntali automiscelanti.

Saranno necessari, in futuro, ulteriori studi *in vivo* ed *in vitro* finalizzati alla precisa valutazione dei teorici vantaggi nell'uso di un unico materiale composito per la cementazione del perno ed il core build-up rispetto alla tecnica tradizionale che fa invece uso di due materiali compositi.

Riassunto

Nel presente studio gli autori propongono l'uso di un unico materiale composito per la cementazione del perno in fibra traslucida e per il core build-up analizzano l'efficacia di tre cementi compositi duali di nuova generazione che fanno uso di puntali automiscelanti. I risultati dimostrerebbero che la profondità di fotopolimerizzazione a

causa della variabilità delle condizioni cliniche è difficilmente prevedibile e va comunque esclusivamente finalizzata sia alla stabilizzazione precoce del perno nel canale che all'indurimento della porzione coronale del restauro mentre spetta all'autopolimerizzazione il completamento della presa del cemento nelle porzioni più profonde del *dowel space*.

Parole chiave

Cementi duali

Ricostruzione del moncone

Perni traslucidi

Bibliografia

1. ALSTER D., FEILZER A.J., DE GEE A.J., MOL A., DAVIDSON C. L.: The dependence of shrinkage stress reduction on porosity concentration in thin resin layers. *J Dent Res* 71: 1619-1622, 1992.
2. ALSTER D., DAVIDSON C. L., FEILZER A.J.: Dental resin joints. Stress and strength. *Ed. New Century School Book*, pp.: 15-104. Amsterdam, 1996.
3. ANDERLINI G.: "Moderni orientamenti per la restaurazione dentale". Vol. 4. *Ed. Martina*, pp. 949-1188. Bologna, 1996.
4. ANDREASI BASSI M.: La diffusione della luce attraverso i perni in fibra di quarzo-epossido a doppia conicità. *Atti del IV Simposio Internazionale di Odontoiatria Adesiva e Ricostruttiva*, pp. 21-26, S. Margherita Ligure (Ge), 6-7 Aprile 2001.
5. ANDREASI BASSI M., DI CARLO F., QUARANTA M., GORACCI G.: Study of light diffusion across two optical fibers endodontic posts. *37th Annual Meeting of the Continental European Division of the International Association for Dental Research*, p. 236, abstr. n. 352. Rome, 5-8 September 2001.
6. ANDREASI BASSI M., AVVANZO P. L., MORI G., GORACCI G.: Decreasing of light intensity with the distance: analysis of some photo-curing units; *37th Annual Meeting of the Continental European Division of the International Association for Dental Research*, p. 236, abstr. n. 353. Rome, 5-8 September 2001.
7. ASMUSSEN E., PEUTZFELDT A.: Polimerizzazione dei compositi e influenza sulle loro proprietà. *Atti del V Simposio Internazionale di Odontoiatria Adesiva e Ricostruttiva*, pp. 55-61, S. Margherita Ligure (Ge), 6-7 Aprile 2001.
8. BRAEM M., LAMBRECHTS P., VANHERLE G.: Les propriétés physiques et mécaniques des composite dentaires. *Actualités Odonto-Stomatologiques*, 147: 385, 1984.
9. DAVIDSON C. L.: Il controllo dello stress da polimerizzazione nei restauri in composito. *Atti del II Simposio Internazionale di Odontoiatria Adesiva e Ricostruttiva*, pp. 22-25, S. Margherita Ligure (Ge), 20-21 Marzo 1998.
10. DAVIDSON C. L.: Energia di attivazione sorgenti luminose e profondità di polimerizzazione. *Atti del III Simposio Internazionale di Odontoiatria Adesiva e Ricostruttiva*; pp. 68-71, S. Margherita Ligure (Ge) 26-27 Marzo 1999

11. DE LANGE C., BAUSCH J.R., DAVIDSON C. L.: The curing pattern of photo-initiated dental composites. *J Oral Rehabil*, 7: 369-77, 1980.
12. FEILZER A.J., DE GEE A.J., DAVIDSON C. L.: Quantitative determination of stress reduction by flow in composite restorations. *Dent Mater*, 6: 167-171, 1990.
13. FEILZER A.J., DE GEE A.J., DAVIDSON C. L.: Setting stress in composite resin in relation to configuration of the restoration. *J Dent Res*, 66: 1636-1639, 1987.
14. GHEDINA O. F.: Ottica fotografica : fotometria, illuminazione. IV Ed., Ed. Hoepli, pp. 74-75. Milano, 1975.
15. GORACCI G., ANDREASI BASSI M., D'ANDREA M. C.: Cementi compositi e intarsi estetici: analisi di alcuni prodotti; *Dental Cadmos*, 9: 11-38, 2000.
16. HINOURA K., AOSHIMA Y., IWAOKA K.: Effect of die material hue and value on polymerization of direct resin inlays. *Int J Prosthet*, 6: 225-58, 1993.
17. IN SUH B.: Stress da contrazione del composito e sua riduzione mediante polimerizzazione ad impulsi. *Atti del II Simposio Internazionale di Odontoiatria Adesiva e Ricostruttiva*; pp. 26-32, S. Margherita Ligure (Ge) 20-21 Marzo 1998.
18. IN SUH B.: Analisi e controllo dell'effetto dello stress da contrazione dovuto alla polimerizzazione nei restauri in composito. *Atti del III Simposio Internazionale di Odontoiatria Adesiva e Ricostruttiva*; pp. 60-67, S. Margherita Ligure (Ge) 26-27 Marzo 1999.
19. KREJCI I., PICCO U., LUTZ F.: Dentinhaftung bei zahnfarbenen adhäsiven MOD-Sofortinlays aus komposite. *Schweiz Monatssch Zahnmed* 100: 1151-1159, 1990.
20. LISON L.: Statistica applicata alla biologia sperimentale: la programmazione dell'esperimento e l'analisi dei risultati. Casa Ed. Ambrosiana, pp. 6, 251. Milano, 1961.
21. MORI G.: La cementazione dei perni in fibra analisi al SEM e protocollo clinico. *Atti del V Simposio Internazionale di Odontoiatria Adesiva e Ricostruttiva*; pp. 17-20, S. Margherita Ligure (Ge), 6-7 Aprile 2001.
22. ROCK W.P.: The use of ultra-violet radiation in dentistry. *Brit Dent J*, 136: 455-8, 1974.

23. ROULET J.F., BESANCON H.: Die porositaet von kompositen. *SSO* 93: 953-959, 1983.
24. ROVATTI L., DALLARI A., DALLARI B.: New translucent endodontic post: further in vitro investigation and 2-year clinical experience. *37th Annual Meeting of the Continental European Division of the International Association for Dental Research*, p. 239, abstr. n. 357. Rome, 5-8 September 2001.
25. RUEGGERBERG F.A., CAUGHMAN W.F., CURTIS J.W. Jr.: Effect of light intensity and exposure duration on curing of resin composite. *J Oper Dent*, 19: 26-32, 1994.
26. RUYTER I.E., SJOVIK I.J.: Unpolymerized surface layers on sealants. *Acta Odontol Scand*, 29 (3):133-46, 1981.
27. RUYTER I. E., OYSAED H.: Conversion in different depths of ultraviolet and visible light activated composite materials. *Acta Odontol Scand*, 40 (3): 179-92, 1982.
28. RUYTER I. E., OYSAED H.: Composite for use in posterior teeth: composition and conversion. *J Biomed Mat Res*, 20: 261-271, 1987.
29. SCOTTI R., MONACO C., Malferrari S.: Ricostruzioni preprotetiche con perni in fibra di quarzo: esperienza clinica a 18 mesi. *Atti del IV Simposio Internazionale di Odontoiatria Adesiva e Ricostruttiva*; pp. 21-26, S. Margherita Ligure (Ge) 14-15 Aprile 2000.
30. SCOTTI R., Malferrari S.: Aspetti protesici della ricostruzione dei denti trattati endodonticamente. *Atti del V Simposio Internazionale di Odontoiatria Adesiva e Ricostruttiva*; pp. 27-31, S. Margherita Ligure (Ge) 6-7 Aprile 2001.
31. SPALIERNO G.: Corso di telecomunicazioni. Vol. 1, *Ed. ITIS*, pp. 38-64. Bari 1997.
32. SPREAFICO R.: Intarsi in composito: tecnica semidiretta ed indiretta. *Riv di Od Am di Brugg*, 2: 69-77, 1996.
33. VANKERCKHOVEN H., LAMBRECHTS P., VAN BEYLEN M., DAVIDSON C.L., VANHERLE G.: Unreacted methacrylate groups on the surface of composite resins. *J Dent Res Jan*, 61 (6):791-95, 1982.
34. WENDT S.L.: Effetti del calore come fonte secondaria di polimerizzazione sulle proprietà fisiche di tre compositi. I Parte: resistenza diametrica alla trazione , resistenza alla compressione e stabilità dimensionale marginale. *Quintessence Inter*, 5:395; 1987.

Didascalie

Fig. 1: elaborazione 3D, mediante software per analisi di immagine, della progressione della luce lungo un perno traslucido del commercio (Surgipost- F Ø1.6, Miromed) quando transilluminato con una lampada per compositi a 400 mW/cm²;

Fig. 2: la luce di una lampada per compositi proiettata a varie distanze attraverso un foglio di carta opaca;

Fig. 3: rappresentazione grafica dell'intensità luminosa registrata mediante radiometro, a distanze variabili, di quattro lampade per compositi;

Fig. 4: il Dual Flò Core (Miromed);

Fig. 5: il Luxacore Dual (Sweden & Martina);

Fig. 6: la siringa da tubercolina trasformata in una camera oscura;

Fig. 7: la fotoattivazione della pasta base è stata ottenuta applicando il puntale della lampada a diretto contatto con la superficie libera di ciascuna camera oscura;

Fig. 8: sul puntale della lampada è stato applicato uno stop in silicone nero, forato al centro, per consentire l'inserimento e la transilluminazione dei perni traslucidi;

Fig. 9: inserendo i perni nelle rispettive camere oscure, è stato possibile fotoattivare le paste base per esclusiva transilluminazione;

Fig. 10: grafico raffigurante le profondità medie di fotopolimerizzazione con le relative deviazioni standard delle paste base, dei tre cementi in esame, con differenti tempi di esposizione;

Fig. 11: alcuni campioni, della pasta base del Dual Flò Core, ottenuti con differenti tempi di fotoesposizione;

Fig. 12: alcuni campioni, della pasta base del Luxacore Dual (tinta blu), ottenuti con differenti tempi di fotoesposizione;

Fig. 13: alcuni campioni, della pasta base del Luxacore Dual (tinta A3), ottenuti con differenti tempi di fotoesposizione;

Fig. 14: grafico raffigurante le profondità medie di polimerizzazione, con le relative deviazioni standard, delle paste base quando transilluminate esclusivamente attraverso il perno;

Fig. 15: alcuni campioni, della pasta base del Dual Flò Core, ottenuti, per transilluminazione attraverso il perno, con differenti tempi di fotoesposizione;

Fig. 16: alcuni campioni, della pasta base del Luxacore Dual (tinta blu), ottenuti, per transilluminazione attraverso il perno, con differenti tempi di fotoesposizione;

Fig. 17: alcuni campioni, della pasta base del Luxacore Dual (tinta A3), ottenuti, per transilluminazione attraverso il perno, con differenti tempi di fotoesposizione;

Fig. 18: grafico raffigurante i valori medi di polimerizzazione trasversale, con le relative deviazioni standard, delle paste base quando transilluminate esclusivamente attraverso il perno;

Fig. 19: grafico raffigurante le profondità medie di polimerizzazione, con le relative deviazioni standard, delle paste base, associate al perno, quando fotoattivate in maniera convenzionale;

Fig. 20: alcuni campioni, della pasta base del Dual Flò Core, associati ai perni, ottenuti per fotoattivazione convenzionale, con differenti tempi di esposizione;

Fig. 21: alcuni campioni, della pasta base del Luxacore Dual (tinta blu), associati ai perni, ottenuti per fotoattivazione convenzionale, con differenti tempi di esposizione;

Fig. 22: alcuni campioni, della pasta base del Luxacore Dual (tinta A3), associati ai perni, ottenuti per fotoattivazione convenzionale, con differenti tempi di esposizione;

Fig. 23: grafico raffigurante le lunghezze medie, con le relative deviazioni standard dei campioni, dei tre cementi in esame, ottenuti per esclusiva autocatalisi;

Fig. 24: alcuni campioni, dei materiali in esame, ottenuti per esclusiva autocatalisi;

Fig. 25: aspetto microscopico della pasta base del Dual Flò Core (321,5X);

Fig. 26: microfotografia del Dual Flò Core ottenuto per miscelazione meccanica (125X);

Fig. 27: aspetto microscopico del Dual Flò Core ottenuto per miscelazione manuale (125X);

Fig. 28: visione microscopica della pasta base del Luxacore Dual A3, sono evidenti le caratteristiche amorfe del filler (125X);

Fig. 29: particolare a più forte ingrandimento del riempitivo amorfo contenuto nella pasta base del Luxacore Dual A3 (500X)

Fig. 30: aspetto dopo miscelazione meccanica dei due componenti del Luxacore Dual A3, si nota la presenza di fibre cristalline verosimilmente contenute nella pasta catalizzatrice (125X);

Fig. 31: particolare a più forte ingrandimento dell'immagine precedente (312,5X);

Fig. 32: aspetto dopo miscelazione manuale del Luxacore Dual A3 si notano numerose bolle d'aria intrappolate nel materiale (125X);

Fig. 33: microfotografia della pasta base del Luxacore Dual Blu, il suo filler è simile a quello della pasta base del Luxacore Dual A3 (312,5X);

Fig. 34: aspetto, dopo miscelazione meccanica dei due componenti, del Luxacore Dual Blu, si può osservare la presenza di particelle cristalline e di particelle amorfe di forma arrotondata (125X);

Fig. 35: l'aspetto, dopo miscelazione manuale del Luxacore Dual Blu, si osserva un aumento del numero di bolle d'aria (125X);

Fig. 36: particolare a più forte ingrandimento del riempitivo cristallino dell'immagine precedente (321,5X);

Fig. 37: le particelle amorfe di forma arrotondata, a più forte ingrandimento, mostrano, in taluni casi, una struttura a lente biconcava (500X);

Fig. 38: grafico raffigurante l'area percentuale media occupata dalle bolle d'aria nei tre materiali in esame, in differenti condizioni.



DUAL FLO' CORE

**Composito *fluido* micro-ibrido *duale*
a viraggio cromatico,
per la ricostruzione di monconi,
altamente riempito.**

