

Legame tra sistemi adesivi smalto-dentinali e compositi

VALUTAZIONE SPERIMENTALE

1. Introduzione

Da parecchi anni, ormai, la pratica odontoiatrica si avvale quotidianamente dell'utilizzo dei materiali compositi sia per terapie di tipo conservativo sia per terapie di tipo protesico. Le motivazioni del successo di questi materiali sono sicuramente da ricercare, al di là della loro eccellente resa estetica, nel maggior rispetto, in fase di preparazione delle cavità, dei tessuti duri del dente. Infatti i rigidi criteri di costruzione secondo Black, volti a determinare stabilità, fissità e ritenzione, si sono ridimensionati in virtù dell'adesione chimica dei compositi alle strutture dentali.

Se tutto questo rappresenta un notevole passo avanti, è altresì vero che, nonostante l'interesse della ricerca, tanti sono ancora i punti non chiariti, poiché complesse e varie le interrelazioni tra i vari materiali e i tessuti duri del dente.

Da qui la necessità di valutare e studiare l'interfaccia dentina-adesivo, relazione estremamente delicata, ma anche l'opportunità di indagare l'interfaccia

adesivo-composito, valutando che anche da questo settore possono scaturire insuccessi (1).

Quello che resta comunque indiscusso è il fatto che il vero tallone d'Achille di questi materiali è l'ancora eccessiva contrazione che si verifica in fase di polimerizzazione (2); ciò fa sì che, in fase di indurimento appunto, si vengano a creare delle forze opposte e spesso superiori a quella adesiva, la quale dovrebbe garantire un intimo contatto dei vari substrati a livello delle interfacce prima citate.

Il risultato dell'interazione di tutte le forze in gioco è rappresentato dalla formazione di microlacune marginali attraverso le quali sono liberi di infiltrarsi, tra la parete della cavità e il restauro, fluidi ricchi di batteri e molecole varie, punti di partenza di carie secondarie, che minerebbero l'integrità dell'otturazione o della ricostruzione protesica. Tale fenomeno è noto con il nome di *microleakage* (3).

Per tutto questo, l'obiettivo primario della ricerca è quello di migliorare il legame dente-ade-

Abstract Dentine-enamel adhesives and composite bond: an experimental study

By this study the Authors evaluate adhesion quality of composite restorations. To achieve their aim a dye penetration test was used and the results were analyzed by stereomicroscopy. A SEM was also used to analyze the adhesive-composite interface. Finally one step and two steps adhesive techniques were compared.

90 standard Class II cavities were prepared in 30 recently extracted human molars; the specimens were divided into 6 groups. In each group a different adhesive system and composite were used, namely: Group I Prompt L-pop (3M Espe) + Filtek Supreme (3M Espe); Group II Xeno III (Dentsply) + Ceram-x mono (Dentsply); Group III Scotchbond I XT (3M Espe) + Filtek Supreme; Group IV One Step plus (Bisco) + Aelite LS (Bisco); Group V Stae (SDI) + ICE (SDI); Group VI Prime&Bond

continues page 40

Key words

SEM analysis
Adhesive-composite interface
Microleakage

Abstract Dentine-enamel adhesives and composite bond: an experimental study

continued

NT (Dentsply) + Ceram-x mono. Any restored tooth was thermocycled (5000 cycles at $5^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$ and $55^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$). 2 specimens of each group were analyzed by SEM to analyze the adhesive-composite interface. The remaining specimens were stored in a 0,5% basic fuchsin solution for 24 hours and observed by stereomicroscopy. Almost all the samples were dye penetrated. Teeth restored using one step adhesives showed a degree of infiltration higher than those restored by a two step techniques. Failure of adhesive-composite interface was found though rarely. One step adhesives showed to be less reliable than two steps adhesives in the ability to bond with tooth structure. The Authors conclude that two steps adhesives, especially Prime&Bond NT, represent the best compromise between bond strength and quickness of use.

sivo-materiale da otturazione, alla luce anche del continuo divenire dei materiali.

La logica evoluzione di questi, oltre a cercare risultati sempre migliori, tende alla semplificazione dei passaggi, onde limitare il più possibile la variabile relativa all'operatore.

Scopo della ricerca

Lo scopo della nostra ricerca è quello di valutare, in un primo momento, il grado di successo/insuccesso di restauri di cavità composte attraverso test di microinfiltrazione analizzati in microscopia ottica. Successivamente, quello di analizzare al SEM campioni analoghi a quelli

in precedenza testati, con lo scopo di verificare l'integrità dell'interfaccia sistema adesivo-composito, evidenziando quindi un suo coinvolgimento o una sua esclusione nell'eventuale insuccesso del legame adesivo.

Utilizzando poi, nell'esecuzione dei restauri, materiali adesivi che si avvalgono di tecniche operative differenti, sarà infine possibile una valutazione comparativa che permetterà di evidenziare se gli adesivi a un passaggio, più pratici nel loro utilizzo, sono in grado di garantire una performance adesiva paragonabile a quella dei sistemi a due passaggi e se le varie classi di adesivi interagiscono in maniera differente con il materiale da restauro soprastante.

2. Materiali e metodi

Sono stati selezionati 30 denti molari umani, esenti da carie, estratti per motivi parodontali e conservati in soluzione fisiologica a temperatura ambiente per circa un mese.

Su ciascun dente sono state eseguite fino a 1 mm sopra alla giunzione amelocementizia tre cavità composte (una occluso-mesiale, una occluso-vestibolare e una occluso-distale) per un totale di 90 cavità.

Tali box sono stati eseguiti utilizzando una fresa cilindrica diamantata montata su turbina, il tutto raffreddato con un'abbondante irrigazione di spray d'acqua.

I margini di ogni cavità sono stati in seguito regolarizzati utilizzando un gommino a grana media montato su manipoletto blu sotto irrigazione d'acqua. In tal modo sono state eliminate tutte le irregolarità presenti a livello del margine del box che avrebbero potuto interferire con una chiusura ottimale del restauro. I denti così preparati sono stati conservati sempre in soluzione fisiologica fino all'esecuzione dei restauri.

Una volta terminata la preparazione delle cavità, i campioni sono stati suddivisi in modo randomizzato in sei gruppi di cinque denti ciascuno, per un totale di 15 cavità a gruppo (tabella I).

Una particolare attenzione è stata prestata nell'abbinare sistema adesivo e materiale composito forniti e fabbricati dal medesimo produttore, così come suggerito dalle Case stesse, in modo tale da evitare qualsiasi eventuale incompatibilità di materiale tra prodotti di Case differenti. Ogni materiale è stato impiegato attenendosi scrupolosa-

Tabella I Suddivisione dei campioni e abbinamenti sistema adesivo-materiale composito

	Sistema adesivo	Materiale composito	Casa produttrice	Tipo di tecnica adesiva
Gruppo 1	Adper Prompt L-pop	Filtek Supreme	3M Espe	One step
Gruppo 2	Xeno III	Ceram-x mono	Dentsply	One step
Gruppo 3	Adper Scotchbond I XT	Filtek Supreme	3M Espe	Two step
Gruppo 4	One Step plus	Aelite LS	Bisco	Two step
Gruppo 5	Stae	Ice	SDI	Two step
Gruppo 6	Prime&Bond NT	Ceram-x mono	Dentsply	Two step

mente alle indicazioni fornite dalla Casa produttrice.

Per la polimerizzazione delle resine composite, tutte fotoattive, è stata utilizzata una lampada di tipo tradizionale Bisco VIP. È stata scelta una metodica di polimerizzazione che si avvale di luce incrementale la quale secondo molti Autori riduce notevolmente lo stress da polimerizzazione, il che si traduce in una significativa riduzione delle infiltrazioni marginali (4). I tempi di polimerizzazione sono stati tenuti volutamente lunghi, 40 sec per lo strato di adesivo e 40 sec per ogni incremento di composto, così da garantire una perfetta polimerizzazione di tutto il restauro.

Una volta terminata la loro preparazione, tutti i campioni sono stati sottoposti a una procedura di invecchiamento artificiale che porta il restauro a uno stato simile a quello che assumerebbe dopo dieci anni di permanenza nel cavo orale. Il *thermocycling* è stato studiato negli anni da parecchi Autori, e da tutte queste ricerche è emerso come questo test sia indispensabile per far sì che i risultati dello studio in questione abbiano una certa attendibilità anche da un punto di vista clinico (5). Già nel 1978 Lloyd et al. (6) fecero emergere, dai loro studi, come ottimale il *range* di temperatura compreso tra i $5^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e i $55^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$ per quanto riguarda il termociclaggio dei denti.

Il *thermocycling* dei nostri campioni è stato eseguito per mezzo di un Thermocycler FCA 14, (ICR snc, Cava Manara, Pavia), con le modalità di seguito descritte (tabella II).

Terminato poi anche il *thermocycling* sono stati prelevati da ciascun gruppo due denti, i quali hanno subito la preparazione necessaria per essere quindi analizzati mediante SEM, mentre i restanti tre di ciascun gruppo sono stati preparati e utilizzati per la valutazione della microinfiltrazione mediante immersione in soluzione colorante.

Preparazione per il SEM

I denti selezionati per l'osservazione al microscopio elettronico a scansione sono stati dimensionalmente ridotti con l'asportazione della porzione radicolare, fino a circa 1 mm sotto la giunzione amelocementizia, mediante disco separatore montato su manopolo da laboratorio; in tal modo si è venuta a formare una base d'appoggio piana per il campione. Sempre con l'ausilio del medesimo disco separatore, è stata asportata la parte più coronale di ogni dente, fino a rendere il campione piatto anche nella porzione del piano oclusale, con completa esposizione della dentina. Il piano oclusale è stato infine rifinito utilizzando della carta vetrata a grana finissima montata su manopolo da laboratorio.

Ogni campione è stato poi decalcificato per 60 sec con acido

ortofosforico al 35% (Scotchbond Etchant, 3M Espe), sciacquato e deproteinizzato con una soluzione di ipoclorito di sodio al 2% per 30 sec (7). Tale procedura è necessaria per rimuovere lo strato di fango dentinale che ricopre il piano oclusale dopo la sua riduzione con il disco separatore.

L'osservazione con microscopia elettronica a scansione tradizionale di campioni biologici impone, inoltre, che il materiale sia stato in precedenza adeguatamente fissato mediante permanenza (immersione), per tempi variabili in funzione delle dimensioni del campione, in una soluzione tampone fosfato (Sigma Aldrich, Milano) + 5% glutaraldeide (Sigma Aldrich, Milano). Al termine del periodo di fissazione il campione è stato disidratato con miscele acqua/etanolo assoluto a concentrazione crescente di quest'ultimo (25% etanolo: 75% acqua, 50% etanolo: 50% acqua, 75% etanolo: 25% acqua, 100% etanolo); questi passaggi hanno l'obiettivo di preservare la struttura della componente organica. Il passaggio finale di disidratazione è stato effettuato con esametildisilazano (HMDS, Sigma Aldrich, Milano) ed è stato seguito da un processo di metallizzazione del campione che prevede la ricopertura con uno strato d'oro (*agar auto sputter coater*) in modo da renderlo conduttivo agli elettroni e concludere la preparazione per l'osservazione al SEM.

L'osservazione è stata eseguita con un microscopio elettronico a scansione LEO 420 (LEO Ltd). I parametri strumentali salienti sono riportati sulla striscia nera in basso di ciascuna figura: EHT = potenziale di accelerazione degli elettroni, WD = *working distance*, Mag = ingrandimento.

Tabella II Parametri di esecuzione del *thermocycling*

Temperatura vasca fredda	5°C
Temperatura vasca calda	55°C
Tempo di immersione in ciascuna vasca	30 sec
Tempo di trasferimento tra le due vasche	5 sec
Numero cicli	5000

Tabella III Metodo di misura delle microinfiltrazioni secondo la specifica tecnica ISO

Entità di colorante rilevato	Codice
Assenza di penetrazione	0
Penetrazione limitata alla parte smaltea delle pareti della cavità	1
Penetrazione che interessa anche la porzione dentinale delle pareti senza però coinvolgere il tetto della camera pulpare	2
Penetrazione che arriva fino al tetto della camera pulpare coinvolgendolo	3

Valutazione della microinfiltrazione del colorante

Terminato il thermocycling, per i restanti tre campioni di ciascun gruppo si è provveduto a sigillare l'apice radicolare con la cera e a rivestire l'intera porzione radicolare con due strati di smalto in vernice fino a circa 2 mm dai margini dell'otturazione. Successivamente tutti i campioni sono stati immersi per 24 ore in soluzione di fucsina basica allo 0,5%; dopo averli lavati e asciugati, i campioni sono stati tagliati in modo assiale in senso sia mesiodistale sia linguo/palato-vestibolare, così da poter osservare l'entità di penetrazione

del colorante nei confronti della camera pulpare, con due osservazioni per ogni cavità, come descritto nella specifica tecnica ISO (8) (tabella III).

3. Risultati

Gruppo 1

L'osservazione al microscopio elettronico a scansione dei campioni restaurati con l'adesivo Prompt L-pop e il composito Filtek Supreme, entrambi prodotti e forniti da 3M Espe, e appartenenti dunque al primo gruppo, ha rilevato un'adesione del restauro alle strutture dentarie, sia smalto sia dentina, nel complesso scadente, a maggior

ragione quando l'interfaccia è stata analizzata a elevato ingrandimento (*fig. 1*).

In alcuni casi si sono potute reperire anche zone con adesione buona.

L'osservazione in microscopia ottica dei campioni sottoposti al test di infiltrazione ha mostrato risultati assimilabili a quelli ottenuti mediante l'osservazione dei campioni al SEM; si è infatti riscontrato un elevato grado di infiltrazione nella totalità dei campioni esaminati (*fig. 2*).

Va inoltre rilevato che non è stata possibile l'osservazione di cinque siti poiché l'intero restauro si è distaccato dal dente durante la fase di sezionamento del campione.

Gruppo 2

Anche l'osservazione dei campioni appartenenti a questo gruppo ha mostrato un legame adesivo non del tutto soddisfacente, con presenza frequente di lacune e distacchi localizzati per lo più tra dente e adesivo o nel contesto dello strato ibrido.

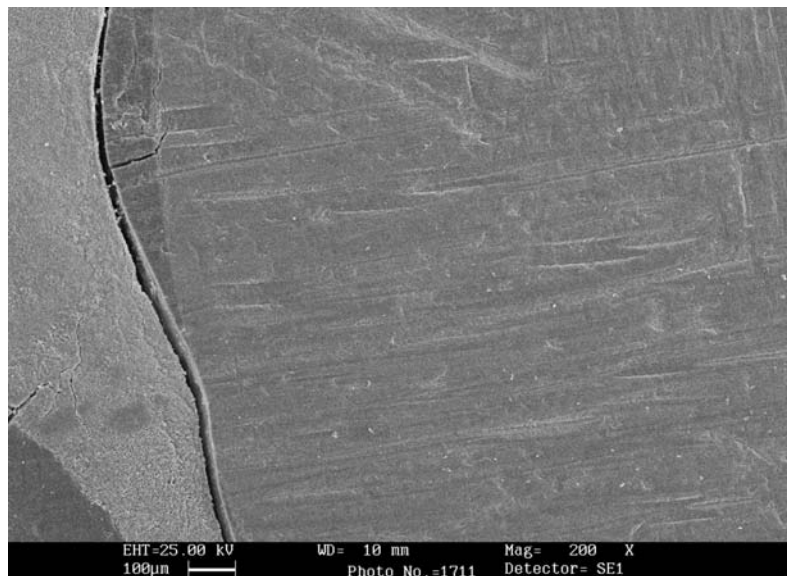


Fig. 1 Restauro appartenente al gruppo 1 in cui è evidente un'adesione scadente (200x)

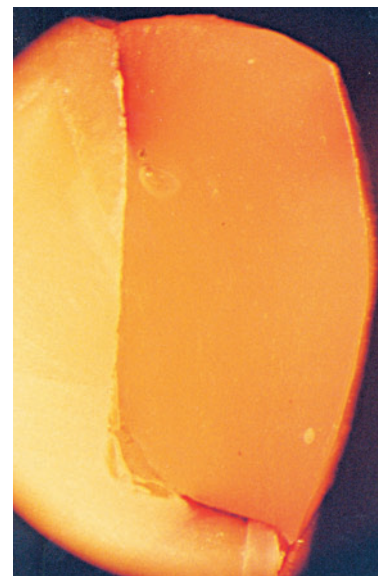


Fig. 2 Notevoli infiltrazioni di colorante in cavità del gruppo 1 (2x)

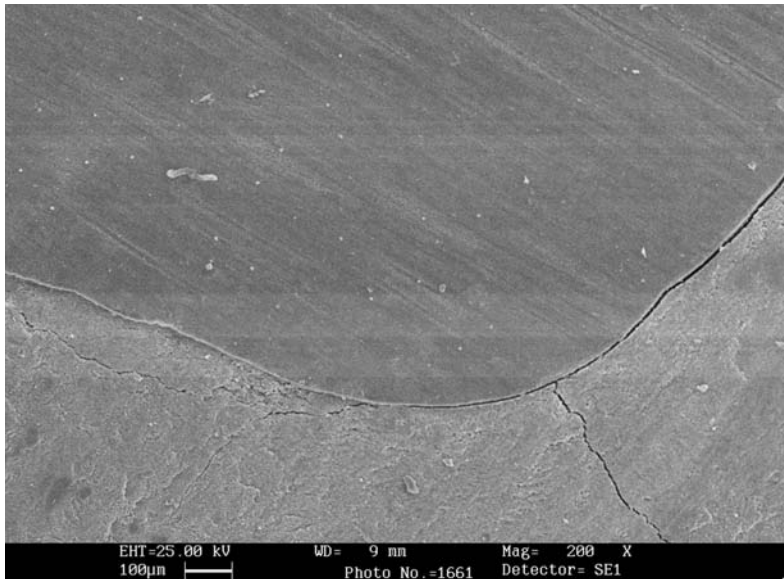


Fig. 3 Osservazione in microscopia elettronica di cavità del gruppo 2 (200x)

Le zone di buona adesione sono risultate però, nei campioni di questo gruppo, molto più frequenti rispetto all'analisi del gruppo precedente; si sono potuti apprezzare abbastanza spesso sia lo strato ibrido sia una cospicua componente di adesivo tra dente e materiale composito.

L'analisi al microscopio ottico dei campioni sottoposti a test di infiltrazione ha fatto emergere, anche in questo caso, risultati concordanti con quelli appena esposti; il grado di infiltrazione rilevato si attesta per lo più sul 1° e 2° grado, rivelandosi di poco peggiore rispetto a quello ottenuto con le tecniche adesive a

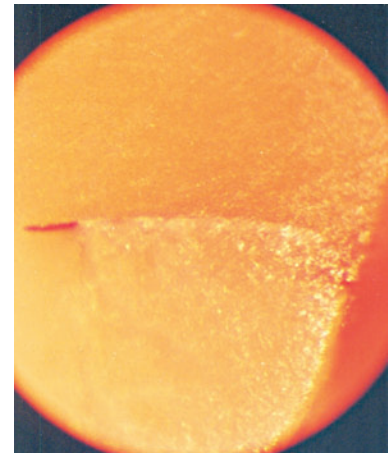


Fig. 4 Osservazione in microscopia ottica di cavità del gruppo 2 (6x)

due passaggi, ma migliore di quello del gruppo precedente (*figg. 3, 4*).

Gruppo 3

Il materiale utilizzato in questo gruppo (Scotchbond 1 XT, 3M Espe) si è dimostrato eccellente nel formare il legame adesivo con le strutture del dente sia con lo smalto sia con la dentina; la totalità dei restauri appartenenti a questo gruppo è apparsa nel complesso molto ben adesa al dente sottostante ed è stato possibile evidenziare solo poche zone di scarsa adesione (*fig. 5*).

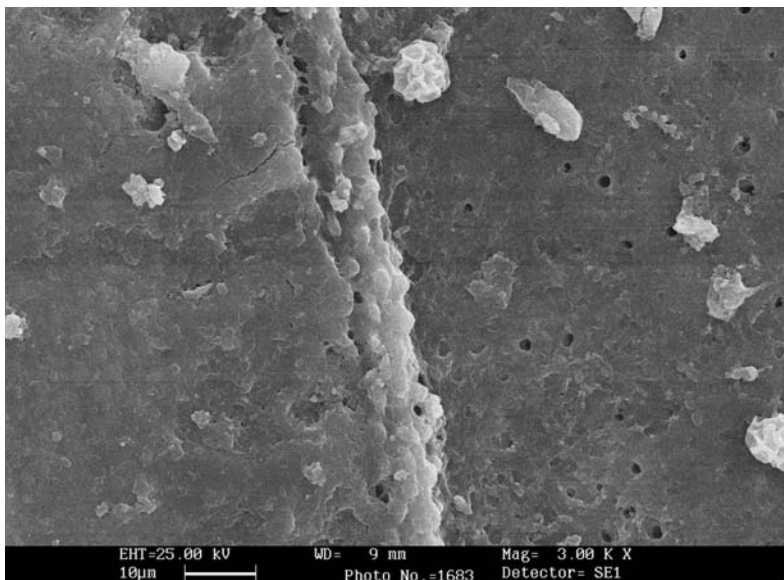


Fig. 5 Adesione eccellente con dentina osservata nel gruppo 3 (3000x)

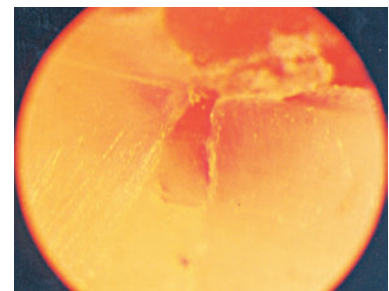


Fig. 6 Infiltrato quasi nullo in cavità del gruppo 3; osservazione in microscopia ottica (8x)

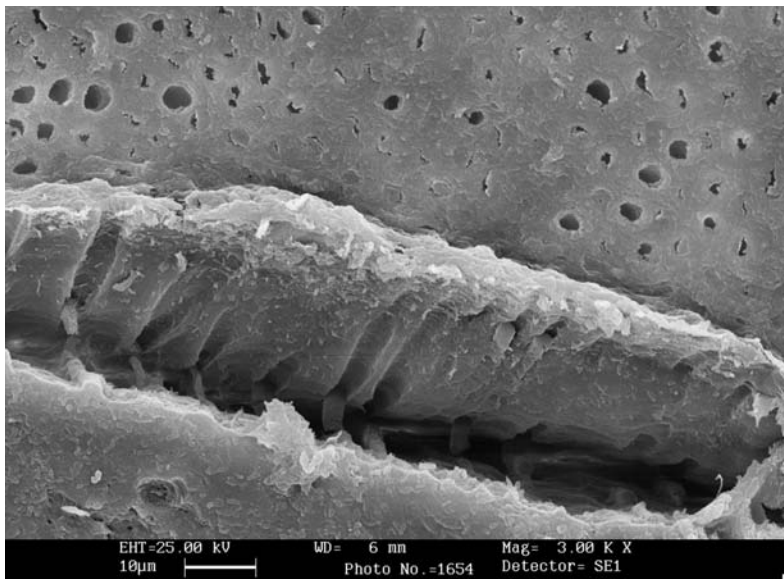


Fig. 7 Fallimento dell'adesione con la dentina nel contesto dello strato ibrido e a livello dell'interfaccia adesivo-composito; la frattura prosegue approfondendosi e dirigendosi verso l'interfaccia dente-adesivo; infatti sono ben evidenti i tubuli dentinali, sia in sezione trasversale sia in sezione longitudinale, all'interno dei quali si riscontra la presenza di resin tag (3000x)

I risultati ottenuti dall'osservazione al microscopio ottico dei campioni sottoposti al test di infiltrazione hanno fornito risultati che, in accordo con l'os-

servazione al SEM, mostrano un livello di penetrazione del colorante modestissimo o, in alcuni casi, addirittura nullo (fig.6).

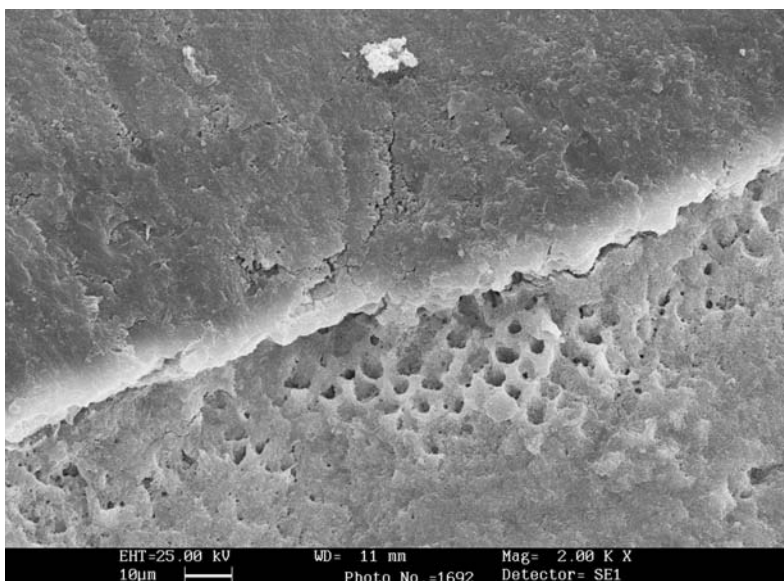


Fig. 9 Esempio di ottima adesione nella fattispecie nei confronti dello smalto (2000x)

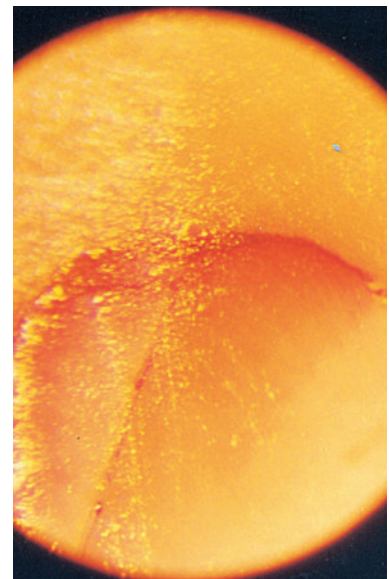


Fig. 8 Particolare di infiltrato di grado 2° osservato in microscopia ottica in cavità del gruppo 4 (8x)

Gruppo 4

Il legame adesivo che i materiali del quarto gruppo sono stati in grado di formare con il dente è apparso, dall'analisi dei campio-



Fig. 10 Lievissima infiltrazione rilevabile a mala pena a ingrandimento massimo (10x)

ni al microscopio elettronico a scansione, nel complesso buono, anche se durante la nostra indagine si sono potuti evidenziare alcuni crack localizzati, a differenza di tutti gli altri gruppi a livello dell'interfaccia adesivo-composito (*fig. 7*).

L'infiltrazione rilevata risulta essere generalmente di grado basso, anche se si sono presentati all'osservazione pochi casi di grado massimo, con coinvolgimento anche della camera pulpale (*fig. 8*).

Gruppo 5

Anche i materiali del quinto gruppo si sono dimostrati eccellenti nel formare il legame evidenziando una completa compenetrazione tra dente e adesivo e tra quest'ultimo e composito. Solo raramente si sono riscontrati alcuni distacchi localizzati per lo più tra sistema adesivo e dente o nel contesto dello strato ibrido (*fig. 9*).

Anche analizzando i risultati dei test di infiltrazione dei campioni appartenenti a questo gruppo, è emerso che ancora una volta essi rispecchiano appieno il comportamento dei materiali analizzato in microscopia elettronica; si è dunque reso evidente un grado di infiltrazione nullo o modestissimo, tanto che, a volte, la sua osservazione è stata possibile solo a elevato ingrandimento (*fig. 10*).

Gruppo 6

L'osservazione al SEM dei campioni appartenenti al sesto e ultimo gruppo ha mostrato un legame adesivo della resina al dente assolutamente più che soddisfacente e, più precisamente, quasi impeccabile nei confronti dello smalto, mentre qualche fallimento in più, seppur raro e di modesta entità, si è potuto repertare

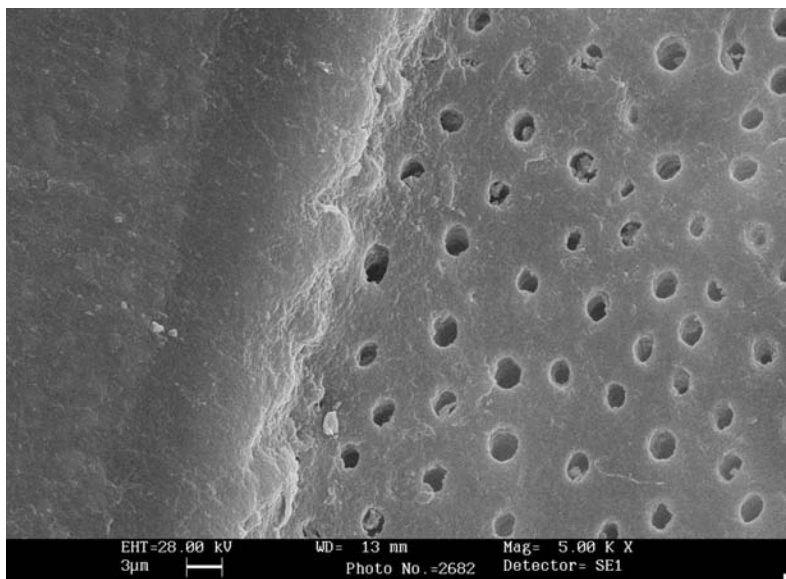


Fig. 11 Adesione impeccabile a livello dentinale osservata frequentemente nel gruppo 6 (5000x)

in dentina (*fig. 11*).

A conferma di una forza adesiva con lo smalto di notevole entità è il fatto che, in alcuni casi, la rima di frattura, che a livello dentinale si osserva al passaggio tra restauro e dente, a livello smalteo devia il proprio tragitto portandosi nel contesto del tessuto dentale, e lasciando quindi inalterato il sigillo marginale dell'otturazione.

Inoltre va rilevato che, nei rari casi in cui l'adesione non appare ottimale, il fallimento si osserva, per lo più, non all'interfaccia tra dente e adesivo ma a livello dell'interfaccia adesivo-composito o contestualmente al composito.

L'osservazione in microscopia ottica non ha fatto altro che confermare ancora una volta i risultati ottenuti dalla microscopia



Fig. 12 Infiltrato nullo in cavità del gruppo 6 (8x)

Tabella IV Sintesi dei risultati del test di infiltrazione dei diversi gruppi

Siti di osservazione	3M, Prompt L-pop + Filtek Supreme	Dentsply, Xeno III + Ceram-x	3M, Scotchbond I XT + Filtek Supreme	Bisco, One step plus + Aelite LS	SDI, Stae + Ice	Prime& Bond NT+ Ceram-x
Cavità 1	1	1	1	1	1	0
Cavità 2	2	1	0	1	0	2
Cavità 3	2	2	0	2	1	1
Cavità 4	2	2	1	1	1	0
Cavità 5	2	2	0	2	0	0
Cavità 6	2	2	0	1	1	1
Cavità 7	1	2	0	3	1	0
Cavità 8	2	1	1	1	0	0
Cavità 9	1	2	1	3	2	0
Cavità 10	2	2	1	1	0	0
Cavità 11	2	2	1	1	0	0
Cavità 12	2	2	2	0	0	0
Cavità 13	3	1	1	2	0	0
Cavità 14	N.O.	1	1	1	1	2
Cavità 15	N.O.	1	1	1	0	0
Cavità 16	N.O.	1	0	1	1	1
Cavità 17	N.O.	2	2	2	0	2
Cavità 18	N.O.	1	1	3	2	1

N.O. = non osservabile

elettronica. Ciò si traduce in gradi di infiltrazione nulli o di modestissima entità (*fig. 12*). L'ottimo risultato ottenuto è probabilmente da imputare anche all'eccellente sigillo che si realizza con lo smalto nella maggior parte dei casi, fatto che sbarrava l'ingresso a qualsiasi tipo di infiltrato.

La tabella IV elenca i risultati complessivi del test di infiltrazione dei vari gruppi.

4. Discussione

La quasi totalità degli studi relativi all'infiltrazione marginale, compresa la nostra ricerca, indica che la maggior parte dei materiali restaurativi è soggetta a infiltrazione; i risultati di tali ricerche, però, essendo queste eseguite *in vitro*, dovrebbero essere considerati come valori teorici massimali. Essi, infatti, non

vengono raggiunti necessariamente anche *in vivo* dato che, in questa situazione, processi fisiologici, come la produzione di dentina reattiva o la pressione idrostatica presente all'interno dei tubuli dentinali, potrebbero opporsi alla penetrazione di fluidi e batteri, rendendo quindi l'infiltrazione inferiore rispetto a quella ottenuta *in vitro* (9).

Riguardo alle metodiche da noi utilizzate nel condurre questo studio va notato che l'osservazione al SEM si presta molto bene alla verifica del sigillo di un restauro in materiale composito alle pareti della cavità; tale indagine rappresenta, senza alcun dubbio, un dato rilevante, poiché fornisce una visione diretta delle interfacce dente-restauro e adesivo-composito. Essa possiede però an-

che dei limiti e, tra i più importanti, bisogna ricordare l'introduzione di errori legati alla creazione di artefatti, come potrebbero essere le fratture che si vengono a formare nei campioni in seguito al rigoroso processo di disidratazione cui essi devono essere sottoposti prima di essere osservati.

Un altro limite dell'osservazione al microscopio a scansione, così come dell'osservazione degli infiltrati in microscopia ottica, è il fatto di essere applicabili nel campo della bidimensionalità, fornendo quindi solo una visione dello strato superficiale senza mostrare ciò che accade al di sotto di esso.

La scelta della fucsina basica come colorante, all'interno del quale sono stati immersi i campioni per rilevare l'infiltrazione

deriva dal fatto che tale sostanza possiede un'elevata affinità di legame alla dentina; inoltre da alcuni studi emerge che la soluzione di fucsina è quella che rivela la maggior percentuale di infiltrazione nei test di colorazione (10).

Infine, in linea con la maggior parte della letteratura internazionale, anche noi abbiamo ritenuto indispensabile attuare un invecchiamento artificiale dei campioni prima che essi venissero analizzati; tale procedura riproduce *in vitro* le condizioni estreme possibili all'interno del cavo orale e in particolare quelle relative al coefficiente di espansione termica del restauro rispetto a quello del dente. La significatività del thermocycling da noi eseguito deriva anche dal fatto che 5000 cicli possono essere considerati un vero e proprio invecchiamento artificiale.

5. Conclusioni

Alla luce di ciò che è stato detto finora e riassumendo infine i risultati da noi ottenuti possiamo dunque affermare che:

- l'esame al SEM rivela che l'abrasione orizzontale del piano occlusale ha esposto in tutti i campioni l'interfaccia smalto-dentina-restauro;
- sempre dall'analisi mediante il microscopio elettronico a scansione emerge che nel fallimento del legame adesivo è più frequentemente coinvolta l'interfaccia dente-sistema adesivo rispetto a quella adesivo-composito, sebbene anche quest'ultima abbia mostrato di non essere priva di lacune;
- pur notando un complessivo buon comportamento dei materiali da restauro da noi testati, a parte qualche rara eccezione, risulta evidente che tutti i campioni hanno fatto rilevare un certo

grado di infiltrazione marginale senza, però, che possa essere notata una prevalenza di infiltrato a livello cervicale rispetto al livello occlusale o viceversa;

- la presenza di lacune, osservate al SEM, e di infiltrato, osservato in microscopia ottica, è stata riscontrata anche in quei restauri eseguiti con i materiali che hanno fornito i risultati migliori, così come anche tra i materiali che peggio sviluppano il legame adesivo con il dente si sono evidenziate aree di buona adesione; ciò chiarisce come a oggi non esista ancora una tecnica completamente esente da fallimenti, così come non si può sostenere che una metodica adesiva sia del tutto fallimentare;

- la stretta concordanza dei risultati ottenuti dalle analisi in microscopia ottica, in seguito al test di infiltrazione, e in microscopia elettronica accredita il lavoro svolto;

- dalla comparazione tra le tecniche adesive a uno e due passaggi emerge, in linea con la letteratura internazionale (11), che gli adesivi a un passaggio, e tra questi soprattutto il Prompt L-pop (3M Espe), risultano meno convincenti di quelli a due nell'instaurare il legame adesivo con le strutture dentarie;

- gli adesivi *two-step*, i cui restauri hanno mostrato i risultati nel complesso migliori per quanto riguarda il sigillo marginale, rappresentano, secondo noi, il miglior compromesso tra rapidità, facilità di utilizzo e tenuta del restauro.

Riassunto

Gli scopi della nostra ricerca sono valutare il grado di successo-insuccesso dell'adesione in restauri di cavità composte attraverso test di microinfiltrazione analizzati in

microscopia ottica, verificare l'integrità dell'interfaccia sistema adesivo/composito mediante analisi al SEM e infine attuare una valutazione comparativa tra le metodiche adesive a uno e due passaggi.

Sono stati selezionati 30 denti molari umani estratti esenti da carie, su ognuno dei quali sono state eseguite tre cavità composte, per un totale di 90 cavità, sono stati suddivisi in sei gruppi da cinque denti ciascuno (15 cavità). I restauri di ogni gruppo sono stati eseguiti con materiali differenti e in particolare: Gruppo I Prompt L-pop (3M Espe) + Filtek Supreme (3M Espe); Gruppo II XenoIII (Dentsply) + Ceram-x mono (Dentsply); Gruppo III Scotchbond 1 XT (3M Espe) + Filtek Supreme (3M Espe); Gruppo IV One Step plus (Bisco) + Aelite LS (Bisco); Gruppo V Stae (SDI) + Ice (SDI); Gruppo VI Prime&Bond NT (Dentsply) + Ceram-x mono (Dentsply). Tutti i campioni sono quindi stati sottoposti a thermocycling (5000 cicli con bagni a $5^\circ \pm 2^\circ\text{C}$ e $55^\circ \pm 2^\circ\text{C}$). Due campioni per ogni gruppo sono quindi stati osservati al microscopio elettronico a scansione, prestando particolare attenzione all'interfaccia adesivo-composito, mentre i restanti tre, previa immersione in soluzione di fucsina basica al 0,5% sono stati divisi lungo l'asse lungo dentale e osservati allo stereomicroscopio.

È stato riscontrato un grado di successo significativamente differente a seconda della tecnica adesiva (one-step, two step) utilizzata; non possiamo comunque sostenere l'esistenza di una tecnica completamente esente da fallimenti, così come di una completamente fallimentare. I risultati emersi dall'analisi al SEM e dall'analisi

in microscopia ottica concordano tra di loro rivelandosi di verifica e conferma gli uni per gli altri. È stato possibile riscontrare un indiscusso maggior coinvolgimento dell'interfaccia dente-adesivo nel fallimento del legame adesivo, sebbene anche l'interfaccia adesivo-composito non sia risultata completamente priva di lacune e crack. La quasi totalità dei campioni ha mostrato un certo grado di infiltrazione sebbene con differenze evidenti tra le diverse tecniche adesive. In accordo con la letteratura internazionale i materiali a un passaggio si sono mostrati meno efficaci nell'istaurare un'adesione con le strutture dentali. I sistemi adesivi a due passaggi, avendo fornito i risultati migliori, rappresentano per noi, a oggi, il miglior compromesso tra facilità-rapidità di utilizzo ed efficacia del legame adesivo sviluppato.

Parole chiave

Analisi al SEM

Interfaccia adesivo-composito

Microinfiltrazione

Bibliografia

1. Tay FR, Pashley DH, Suh BI et al. Single-step adhesives are permeable membranes. J Dent 2002; 30: 371-82.
2. Hilton TJ, Schwartz RS, Ferracane JL. Microleakage of four Class II resin composite insertion techniques at intraoral temperature. Quintessence Int 1997; 28(2): 135-44.
3. Kidd EA. Microleakage in relation to amalgam and composite restoration: A laboratory study. Br Dent J 1976; 141: 305-10.
4. Ernst CP, Brand N, Frommator U et al. Reduction of polymerisation shrinkage stress and marginal microleakage using soft start polymerisation. J Esthet Res Dent 2003; 15(2): 93-103.
5. Menghini P, Merlati G. Il termociclaggio dei campioni nello studio dei materiali dentari. Riv It Mat Dent 1995; VI (3/4): 143-51.
6. Lloyd BA, Mc Ginley MB, Brown

WS. Thermal stress in teeth. J Dent Res 1978; 57(4): 571-82.

7. Ferrari M, Gagdiacco MC, Kugel G et al. Dentin infiltration by three adhesive systems in clinical and laboratory conditions. Am J Dent 1996; 9(6): 240-4.
8. ISO/TS 11405:2003: Dental Materials - testing of adhesion to tooth structure.
9. Pashley DH. Clinical consideration of microleakage. J Endod 1990; 16(2): 70-7.
10. Alani AH, Toh CG. Detection of microleakage around dental restorations: a review. Oper Dent 1997; 22: 173-85.
11. Ernst CP, Cortain G, Spohn M et al. Marginal integrity of different resin-based composites for posterior teeth: an in vitro dye penetration study on eight resin-composite and compomer/adhesive combinations with a particular look at the additional use of flow-composites. Dent Mat 2002; 18: 351-8.

Pervenuto in redazione nel mese di maggio 2005

Giuseppe Duvia
via Giovanni XXIII, 2
23873 Missaglia (LC)
tel. 347 8440831
pepe.vit@libero.it