

Le resine composite

Alberto M. Pujia*, Carlo Calabrese**

Abstract

The authors describe the composite resins analyzing the chemistry and the physical ownerships of it. In the last years one great diffusion of aesthetical restorations is always verified in composite. The resins composite photo polymerization currently result the materials more used in the direct and indirect reconstruction of the dental fabrics, thanks to the valid mechanical ownerships and the excellent aesthetical characteristics.

Key words

Composite resins, contraction, photo polymerization.

Riassunto

Gli autori descrivono le resine composite analizzandone la chimica e le proprietà fisiche. Negli ultimi anni si è verificato una sempre maggiore diffusione di restauri estetici in composito. Le resine composite foto polimerizzabili risultano attualmente i materiali più utilizzati nella ricostruzione diretta e indiretta dei tessuti dentari, grazie alle valide proprietà meccaniche e alle eccellenti caratteristiche estetiche.

Parole chiave

Resine composite, contrazione, foto polimerizzazione.

• Med. Contemp. 25(1): 43-48, 2008

Si definiscono resine composite particolari materiali formati dalla combinazione di un polimero sintetico con particelle inorganiche di natura ceramica.

Il polimero costituisce la matrice del composito nella quale sono disperse le particelle inorganiche che agiscono da riempitivo.

* *Odontoiatra, Ricercatore Università degli studi di Roma "Tor Vergata" – Unità Operativa Dipartimentale Complessa di Odontoiatria Ospedale "S. Pertini" Roma.*

** *Medico, Specialista in "Odontostomatologia", Specialista in "Ortognatodonzia" e specialista in Chirurgia "Odontostomatologica", responsabile Unità Operativa Dipartimentale Complessa di Odontoiatria Ospedale "S. Pertini" Roma.*

Le due sostanze si uniscono chimicamente tra loro grazie all'azione di un agente legante (o accoppiante) applicato alla superficie delle particelle di riempitivo.

Le resine composite sono formate da diversi componenti: la fase organica resinosa (matrice o resina di base), la fase intermedia (agente legante o accoppiante), la fase inorganica minerale dispersa (riempitivo o rinforzante o carica o filler) ed altre sostanze accessorie quali gli iniziatori, gli attivatori o acceleratori, gli inibitori e gli stabilizzatori.

Fase Organica Resinosa

La matrice nella maggior parte dei compositi posti oggi in commercio è costituita dal composto chimico sintetizzato da Bowen e conosciuto come resina omonima (monomero) e/o UDMA (uretandimetacrilato) a cui si uniscono altre resine di minor peso molecolare. Questa è composta da una successione di monomeri ognuno dei quali deriva da una reazione di sintesi tra bisfenolo A (4,4 isopropilendifenolo) (BIS) e due molecole di glicidil-metacrilato (2,3 epossipropilmetacrilato)(GMA). Il monomero BIS-GMA realizza polimeri reticolari tridimensionali per una reazione di addizione dei gruppi metacrilici mentre i gruppi idrossilici favoriscono la formazione di legami di idrogeno e l'assorbimento di acqua.

Il monomero è notevolmente viscoso e per tale ragione viene diluito con ulteriori monomeri od oligomeri con basso peso molecolare in modo da conseguire una fluidità adeguata. Tali diluenti sono il trietilenglicoldimetacrilato (TEGDMA) in genere il più utilizzato, l'etilenglicoldimetacrilato (EGDMA), il diuretandimetacrilato (DUDMA), il metacrilato di bisfenolo (BIS-MA) ed il metilmetacrilato (MMA). Nella matrice sono inoltre dispersi pigmenti inorganici aventi lo scopo di impartire ai materiali le più idonee

tonalità di colore tra questi ricordiamo il biossido di titanio e gli ossidi di ferro. Le resine non riempite (fluide) utilizzate per l'adesione del materiale composito con lo smalto mordenzato contengono in genere monomero BIS-GMA variamente diluito con metilmetacrilato (MMA) onde ottenere un prodotto con delle caratteristiche meccaniche ed una viscosità adeguata.

Fase Intermedia

Serve ad unire la fase organica con quella minerale dispersa per mezzo di un collante organico a base di silicio (silano) che ricopre le particelle inorganiche realizzando una connessione tra i due componenti del sistema. Sono sufficienti piccole quantità di sostanza (0,025-2%) e la più utilizzata è il metacrilosipropiltrimetossisilano che è una molecola bifunzionale caratterizzata dalla presenza di un monomero metacrilato ad una estremità e di un gruppo silanico all'altra.

Fase Inorganica Minerale Dispersa

Il riempitivo è formato da minutissime particelle minerali incorporate nella matrice resinosa ed i materiali più frequentemente usati sono quarzo, composti vetrosi e ceramici come silicati di alluminio e litio, silicati di bario ed alluminio, silicati di stronzio ed alluminio, vetro borosilicato, vetri di bario, vetri di stronzio, alluminosilicati di zirconio e stagno ed anche fluoruro di calcio. La percentuale differisce qualora venga espresso in peso oppure in volume. In relazione alla composizione chimica, alle dimensioni ed alla quantità in peso del materiale le resine sono distinte in: resine composite convenzionali o tradizionali, resine composite omogenee micro riempite, resine composite micro riempite non omogenee e resine composite con riempitivo misto.

Il riempitivo o fillers rappresentano le sostanze aggiuntive per aumentare la resistenza

della resina: Macroparticelle (8-25 micron)
Particelle fini (1-8 micron) Microparticelle
(0.04-0.2 micron).

Resine composite convenzionali o tradizionali

Costituite da macro particelle in scaglie con dimensioni comprese tra 1 e 60 micron (10-12 micron di media) si dividono in convenzionali a particelle grossolane (5 micron in media) e convenzionali a particelle fini (1-2 micron); il riempitivo costituisce circa il 70-80% in peso.

Resine composite omogenee micro riempite. Presentano dimensioni molto più piccole rispetto alle precedenti il riempitivo è costituito da micro particelle sferiche di silice colloidale con dimensioni comprese tra 5 e 50 nanometri; il riempitivo costituisce il 10% in peso.

Resine composite micro riempite non omogenee

Comprendono complessi micro riempiti con particelle prepolimerizzate e reinserite nella massa con dimensioni da 1 a 200 micron, complessi micro riempiti a base polimerica di forma sferica con diametro di 20-30 micron e complessi agglomerati di micro particelle di dimensioni della grandezza di 1-25 micron; il riempitivo costituisce il 50% in peso.

Resine composite con riempitivo misto

Analoghi alle resine tradizionali si distinguono per le dimensioni delle particelle in ibridi con macro particelle (superiori ai 2 micron), ibridi con micro particelle e particelle fini (inferiori ai 2 micron) ed ibridi con particelle micro fini (0,04-1 micron); il riempitivo costituisce l'85% in peso ed il 74% in volume e pertanto il contenuto della matrice si riduce a circa il 15% in peso ed il 26% in volume fornendo proprietà meccaniche adeguate come una notevole resistenza

agli stress meccanici ed un'ottima lucidabilità della superficie.

La polimerizzazione del monomero è una reazione chimica che induce la formazione di un complesso macromolecolare.

Il monomero BIS-GMA è caratterizzato da due doppi legami C=C situati ciascuno ad una estremità della molecola i quali determinano un'aggregazione dei monomeri per addizione attraverso un meccanismo di tipo radicalico .

Affinché la reazione abbia inizio è necessaria la presenza di radicali liberi e perché questi vengano prodotti è indispensabile una sostanza definita iniziatore, dalla quale essi originano per decomposizione. Essi promuovono l'apertura dei doppi legami C=C nei gruppi metacrilati del monomero innescando una reazione a catena che conduce alla formazione di un polimero ad alto peso molecolare con una struttura reticolata tridimensionale.

L'iniziatore a sua volta ha bisogno di essere attivato, cioè decomposto, dall'azione di un attivatore o acceleratore. Nel caso specifico si tratta di luce visibile λ da 400-520 nanometri, preferibilmente 468 nanometri, come iniziatore un dichetone quale il canforochinone ed una ammina terziaria organica quale la N,N-dimetilamminoetilmetacrilato che funge da agente riducente.

Nella formulazione dei prodotti sono presenti inoltre sostanze dette stabilizzatori (benzofenoni) che ritardano i fenomeni di invecchiamento ed i cambiamenti di colore che si manifestano con la degradazione del materiale per ossidazione delle catene macromolecolari e degli inibitori quale il 4-metossifenolo ed il 2,4,6-tributilfenolo terziario impiegati in concentrazioni dello 0,1 per cento.

Le qualità fisico-meccaniche dei materiali compositi si realizzano in buona parte per il trasferimento delle tensioni dalla matrice

polimerica alla fase dispersa (riempitivo) di elevata resistenza.

Quando il composito è sollecitato la fase organica (duttile) trasmette le tensioni al riempitivo che essendo rigido si oppone alle deformazioni.

Le proprietà fisico-chimiche-meccaniche del polimero sono determinate in gran parte dal grado di conversione o estensione della polimerizzazione cioè della quantità relativa dei doppi legami nei gruppi metacrilici impegnati nel processo di polimerizzazione, dalla contrazione del materiale, dall'espansione termica lineare ed igroscopica.

Conversione o Estensione della Polimerizzazione

Al temine della reazione chimica non tutti i doppi legami hanno reagito e quelli residui forniscono il parametro per la valutazione del grado di conversione. Per i compositi in commercio questo varia da 35 al 75% (Vankerhoven 1982) e ciò indica che il 25-65% di saturazione residua è costituita principalmente dai gruppi metacrilati liberi. Il processo di polimerizzazione continua ancora per un tempo stimato di almeno ventiquattro ore dopo l'attivazione (Leung, 1983) ed alcuni Autori sostengono che i compositi attivati con luce visibile completano la reazione dopo una settimana circa (Watts, 1987).

Contrazione del Materiale

Durante la polimerizzazione le molecole del monomero si avvicinano tra di loro ad una distanza tre volte inferiore (legame covalente) di quella presente nelle fasi precedenti l'inizio della reazione (legame di Van der Waals) (Thompson 1979). Questo provoca una contrazione la cui entità risulterà correlata al numero di legami formati per un volume noto; i valori oscillano dall'1,7 al 5,7% ((Dennison, Craig 1972, Davidson, De Gee 1984). La contrazione è ostacolata

dalla maggiore concentrazione dei monomeri diluenti a bassa viscosità pertanto maggiore è il contenuto relativo di BIS-GMA e minore sarà la contrazione da polimerizzazione (Asmussen 1985).

Espansione Termica Lineare

Esiste una relazione inversa tra il contenuto in volume di carica inorganica ed il coefficiente di espansione termica (Soderholm 1984); i compositi con un basso contenuto di riempitivo mostrano frequentemente un alto coefficiente; la resina non composita presenta un valore di coefficiente di espansione pari a ottanta, novanta. L'espansione insieme con gli stress meccanici ed alla degradazione elettrolitica del riempitivo può portare ad un rapido cedimento del legame matrice-riempitivo con conseguente peggioramento delle proprietà fisiche del materiale.

Espansione Igroscopica

E' causata dall'assorbimento d'acqua che inizia dopo quattro, sei ore dall'applicazione del materiale, raggiunge il picco massimo entro una settimana e prosegue sino al ventottesimo giorno circa (Vihol, Gerhardt 1975, Hansen 1982). Determina una espansione volumetrica di 0,36-3,1% che in parte può compensare la contrazione da polimerizzazione (Bowen 1982). L'acqua, penetrando attraverso la rete polimerica, produce corrosione da stress ed idrolisi del legame matrice-riempitivo con un iniziale difetto a livello del legame silanico e un ulteriore assorbimento d'acqua per un effetto capillare conduce ad un generale decadimento delle proprietà meccaniche del materiale (Soderholm 1983).

Tutte le resine composite attualmente prodotte dall'Industria presentano caratteristiche tali da poter essere validamente impiegate nelle metodiche di restauro, diretto ed indiretto.

Attualmente non esistono analisi predittive inerenti le prestazioni cliniche delle resine composite nel lungo periodo e pertanto i termini di valutazione utili per un rapido raffronto e scelta d'uso nell'ambito di sistemi resinosi equivalenti (ibridi) si riducono a pochi parametri immediatamente comprensibili quali la durezza (Rockwell) (65 HR), la

resistenza alla compressione (296-310 MPa), la resistenza alla trazione (51,7-67 MPa), ed il modulo di elasticità (13,0-29 GPa).

L'interpretazione di questi parametri

I materiali compositi vengono sottoposti alle sollecitazioni fisiologiche meccaniche dovute alle forze masticatorie e spesso dalle

Tabella riassuntiva: Componenti delle resine composite

MATRICE
Resina di Bowen o BIS-GMA
- Bisfenolo A (4,4 isopropilendifenolo)
- Glucidimetacrilato (2,3 epossipropilmetacrilato)
- Uretandimetacrilato UDMA
AGENTE LEGANTE
Metacrilossipropiltrimetossisilano
RIEMPITIVO
Quarzo
Ceramiche
Vetri
Boro-silicati
SOSTANZE ACCESSORIE
Controllori di Viscosità
- Trietilenglicoldimetacrilato (TEGDMA)
Pigmenti
- Biossido di titanio
- Ossido di ferro
Iniziatore
- Canforochinone
Agente Riducente
- N.N dimetilamminoetilmetacrilato
Attivatore
- Luce visibile di lunghezza d'onda di circa 400-520 nm
Stabilizzatore
- Benzofenoni

parafunzioni sollecitazioni che possono generare pressioni-trazioni locali che raggiungono valori anche molto elevati.

Inoltre nel cavo orale si possono avere rapide variazioni di temperatura che possono comportare sbalzi repentini anche maggiori di 60°C, l'acidità e la basicità del cavo orale possono variare da zona a zona e possono anche cambiare marcatamente in tempi brevi

Esiste un'ampia ed attiva flora batterica che può subire notevoli alterazioni a causa di carenze igieniche, di abitudini alimentari, di condizioni patologiche e di svariati altri fattori

Pochissimi ambienti biologici risultano altamente corrosivi come il cavo orale caratteristica questa dovuta all'umidità, all'aerazione, agli sbalzi termici e dalla presenza di sostanze corrosive del sito.

Riferimenti bibliografici

1. TÜRKÜN L.S., LEBLEBICIOĞLU E.A.: "Stain retention and surface characteristics of posterior composites polished by one-step systems" *Am J Dent.* 2006 Dec;19(6):343-7.
2. MOTISUKI C., MONTI LIMA L., EMI SANABE M., JACQUES P., SANTOS-PINTO L.: "Evaluation of the microtensile bond strength of composite resin restoration in dentin prepared with different sizes of aluminum oxide particles, using the air abrasion system" *Minerva Stomatol.* 2006 Nov-Dec;55(11-12):611-8.
3. RÜTTERMANN S., RITTER J., RAAB W.H., BAYER R., JANDA R.: "Laser-induced fluorescence to discriminate between a dental composite resin and tooth" *Dent Mater.* 2007 Nov;23(11):1390-6. Epub 2007 Jan 4.
4. GRAY G.B., CHENG H., SHAH K., JONES N.T., JAGGER D.C.: "An in-vitro investigation of the effect of a water additive and a new acidic primer on the tensile bond strength of composite resin to human enamel and dentine" *Eur J Prosthodont Restor Dent.* 2006 Dec;14(4): 163-8.
5. TERRY D.A., LEINFELDER K.F.: "Managing stress with composite resin: The restorative-tooth interface" *Dent Today.* 2006 Dec;25(12):98, 100-4;
6. KOTHARI A.: "Indirect bonding technique" *World J Orthod.* 2006 Winter;7(4):389-93.
7. ELLAKWA A., CHO N., LEE I.B.: "The effect of resin matrix composition on the polymerization shrinkage and rheological properties of experimental dental composites". *Dent Mater.* 2007 Oct; 23(10): 1229-35. Epub 2006 Dec 19.
8. BLALOCK J.S., HOLMES R.G., RUEGGERBERG F.A.: "Effect of temperature on unpolymerized composite resin film thickness" *J Prosthet Dent.* 2006 Dec; 96 (6): 424-32.