

# Composietinlays

J.W.V. van Dijken, tandarts<sup>1</sup>

C.M. Kreulen, tandarts<sup>2</sup>

A.W.J. van Pelt, tandarts<sup>3</sup>

**Samenvatting.** Krimp van composiet treedt op tijdens uitharding en bij de directe composiet-techniek kan dit ongewenste gevolgen hebben. De inlaytechniek, waarbij krimp buiten de mond plaatsvindt, kan dit ondervangen. In dit artikel worden inlaytechnieken, klinische procedures en het effect van secundaire polymerisatie op de materiaaleigenschappen beschreven. Klinische gegevens over slijtage, randaansluiting en levensduur zullen met elkaar worden vergeleken. Tot slot zal worden aangegeven wanneer de composietinlay geïndiceerd is.

DIJKEN JWV VAN, KREULEN CM, PELT AWJ VAN. Composietinlays. Ned Tijdschr Tandheelkd 1996; 103: 468-71.

Uit de afdeling Kariologie van de Dental School van Umeå in Zweden, <sup>2</sup>de vakgroep Pedodontologie van het Academisch Centrum Tandheelkunde Amsterdam (ACTA) en de vakgroep Orale Functie van de Katholieke Universiteit van Nijmegen, en <sup>3</sup>een algemene praktijk te Veendam.

Trefwoorden: Materiaalkunde – Composietinlays

Datum van acceptatie: 18 juni 1996.

Adres: Dr. C.M. Kreulen, ACTA, Louwesweg 1, 1066 EA Amsterdam.

## 1 Inleiding

De vraag naar tandkleurige restauraties heeft geleid tot een groeiende populariteit van directe composietrestauraties in de zijdelingse delen van het gebit. Een nadeel van composiet is nog steeds de polymerisatiekrimp van het materiaal, die gevolgen kan hebben voor de integriteit van de restauratie en de hechting aan het tandweefsel. De meeste krimp treedt direct op tijdens uitharding en leidt tot spanningen in het materiaal, waardoor de hechting aan tandweefsel kan verbreken. Om de gevolgen van krimp te verminderen zijn er verschillende restauratietechnieken geïntroduceerd, zoals de laagsgewijze vultechniek en de toevoeging van voorgepolymeriseerde materiaaldelen. De laatste is een variant van een techniek die al sinds de jaren zeventig wordt toegepast: de composietinlay. Of hierdoor de ideale restauratietechniek is verkregen, zal worden besproken.

## 2 Composietinlay-techniek

Bij de composietinlay-techniek kan bulk van composietmateriaal buiten de mond vrij krimpen. Afwijkend van directe restauraties heeft de krimp van het restauratiemateriaal daarom geen invloed op de hechting van de restauratie. De totale *in vivo*-krimp van de restauratie wordt beperkt tot de krimp van het composietcement bij het plaatsen van de inlay. Daardoor treden er minder spanningen op in de restauratie en het element, en is er ook minder kans op lekkage.

De composietinlay wordt in twee fasen uitgehard. Na eerst voorlopig te zijn uitgehard ondergaat het materiaal een secundaire polymerisatie buiten de mond. Bij composietinlay-systemen wordt de volgende procedure gevolgd:

1. Vervaardiging van de initieel uitgeharde restauratie.  
Inlays kunnen op 'directe' en 'indirecte' wijze worden vervaardigd. Bij indirecte systemen wordt de inlay op een gebitsmodel vervaardigd; directe inlays worden rechtstreeks in het geprepareerde element gemaakt. Hiervoor kan lichthardend composiet dan wel zelfpolymeriserend composietmateriaal worden gebruikt.
2. Secundaire polymerisatie buiten de mond.  
Secundaire polymerisatie is voornamelijk gebaseerd op toevoer van warmte, waardoor materiaaleigenschappen veranderen.
3. Plaatsen van de inlay.  
Composietinlays worden vervolgens geplaatst met een composietbevestigingscement, waarbij de binnenzijde kan worden opgeruwd, maar vooral moet worden gereinigd.

De directe inlay wordt in één zitting vervaardigd en geplaatst. De meeste indirecte inlay-systemen worden in het tandtechnisch laboratorium vervaardigd.

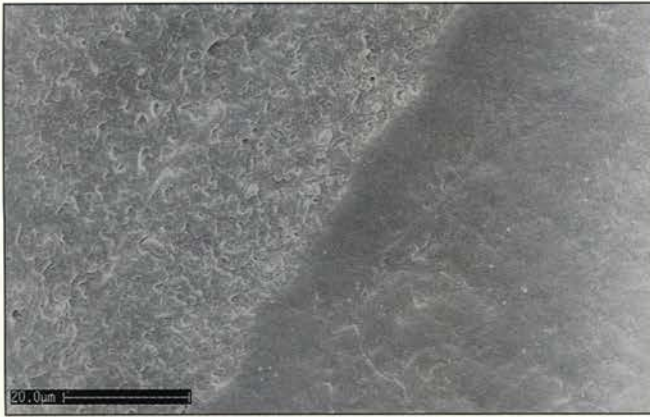
## 3 Primaire en secundaire polymerisatie

Harding van kunststofcomposieten vindt plaats door het openbreken van dubbele C-bindingen (C=C) in de polymeerketens, waardoor ketens groeien en dwarsverbindingen worden gevormd met andere ketens in de kunststof. Er ontstaat zodoende een driedimensioneel polymeernetwerk, waarin de vulstof is ingebed. Het percentage opengebroken C=C bindingen is daarbij maatgevend voor de polymerisatiegraad (= conversie). Het blijkt dat zowel chemisch als lichthardende composieten een polymerisatiegraad kennen van 50-75%. Door warmtetoevoer kan het conversiepercentage met 10-20% worden verhoogd, waardoor de hoeveelheid restmonomeer afneemt. Door de warmtebehandeling blijkt er een toename van de conversie van 10-25% te kunnen worden bereikt.<sup>1</sup> Conversieverhoging gaat echter gepaard met meer polymerisatiekrimp van het materiaal.

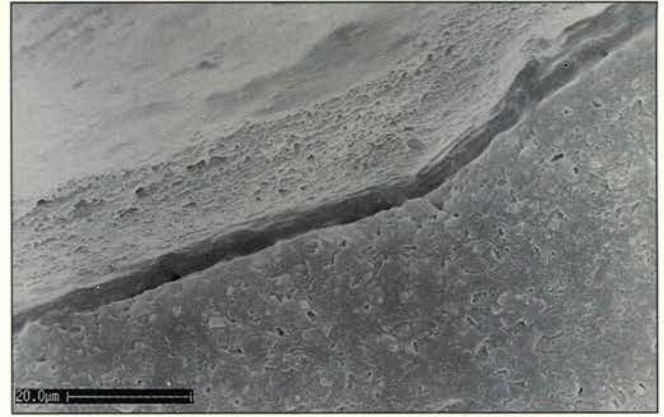
De verhoging van de polymerisatiegraad is afhankelijk van de temperatuur en de tijdsduur. Bij een temperatuur boven 80-90°C (het glastransitiepunt van composieten) wordt het materiaal voldoende viskeus om de ketenvorming voort te zetten. Bijna volledige conversie wordt bereikt bij 150°C. Omdat er dan meer dwarsverbindingen ontstaan in plaats van ketengroei, wordt het materiaal brosser en breukgevoeliger.<sup>2</sup> Bij de meeste systemen is gekozen voor temperaturen tussen 100°C en 135°C, met als warmtebron een oven of een halogeenlamp. Ook wordt dompeling in kokend water toegepast, maar het is niet bekend of het water interfereert met de vorming van de polymeerbruggen. De conversiegraad kan verder verhoogd worden tot 85-90% door warmtetoevoer te combineren met een druk van 6 bar. Wendt vond dat de meeste slijtvastheid en hoogste oppervlaktehardheid werden verkregen bij een temperatuur van 125°C gedurende 7,5 minuten.<sup>3</sup> Toch is niet bekend bij welke temperatuur en gedurende welke tijd de optimale polymerisatiegraad wordt verkregen. Daarbij komt dat de optimale conversie niet per definitie gelijk is aan de maximale conversie.

Door de verhoogde conversie verbetert een aantal fysische eigenschappen van de meeste composieten. Hogere conversie verbetert de breuksterkte van het materiaal en ook de buig- en druksterkte nemen toe. De warmtebehandeling geeft ook een spanningsrelaxatie in het materiaal en dit draagt wellicht meer





Afb. 1. Goede afsluiting van de approximale restauratierand na vijf jaar klinisch functioneren.



Afb. 2. Randspleet van de occlusale restauratierand na vijf jaar klinisch functioneren.

bij aan een verhoogde slijtageweerstand dan de hogere polymerisatiegraad. De spanningsrelaxatie buiten de mond zorgt ervoor dat de randaansluiting minder aan stress onderhevig is.

Bij de meeste inlaysystemen wordt dezelfde composiet gebruikt als voor directe restauraties. Zowel hybride als microfijne composieten kunnen worden gebruikt. De krimp van microfijne composieten is iets groter dan van hybride composieten. Composiet met vuldeeltjes kleiner dan één micron en een hoge vulgraad wordt aanbevolen. Voor een goede hechting van het cement aan de inlay wordt aangenomen dat de mechanische hechting van het ruwe interne oppervlak voor een goede hechting belangrijker is dan de chemische hechting. Er is immers nog maar weinig restmonomeer aanwezig; hoe hoger de conversie is des te zwakker is de hechting van het cement. Klinisch onderzoek heeft aangetoond dat opruwen met een fijne diamantsteen en reinigen van de binnenzijde voldoende is voor een adequate hechting. Reinigen en opruwen kan ook door kort te zandstralen, waardoor de pasvorm wellicht beter intact wordt gelaten. Etsen met fluorwaterstof en silaniseren daarentegen verminderen de hechtsterkte.<sup>4</sup>

#### 4 Bevestiging en bevestigingscement

De door krimp ontstane ruimte tussen de inlay en het element wordt bij het plaatsen opgevuld met een composietcement. Tijdens het plaatsen krimpt het cement en omdat dit over een groot oppervlak plaatsvindt treedt er toch een hoge initiële krimpspanning op in het cement. Door relaxatie van het cement zal dit moeten worden gecompenseerd. Gebeurt dit niet, dan kan dit leiden tot breuk in het cement of aan het grensvlak composiet-tandweefsel ('debonding').

De meeste bevestigingscementen zijn 'dual-cure'-composietmaterialen. Deze hebben naast een lichtgevoelig initiator/katalysator-systeem een chemische harder. Daardoor kan op plaatsen waar onvoldoende licht kan binnendringen toch een goede polymerisatie worden verkregen. De chemisch hardende component van dual-cement alleen blijkt echter onvoldoende conversie te geven.<sup>5-7</sup> Hierdoor ontstaan verschillen in polymerisatiegraad binnen het cement. Dit beïnvloedt de sterkte en kan leiden tot breuk. Daarom zal het cement moeten worden belicht. Om voldoende lichtintensiteit op de bodem van de caviteit te verkrijgen zou de inlay dun moeten worden uitgevoerd. Een andere oplossing is om een volledig chemisch hardend cement te gebruiken. De polymerisatie is dan gelijkmatig verdeeld binnen de cementlaag. De krimpkrachten in chemisch hardende composieten zijn lager dan die in lichthardende composieten als gevolg van een langere polymerisatieduur, waardoor relaxatie tijdens de polymerisatiekrimp kan optreden.<sup>8,9</sup>

Door zuurstofpolymerisatie-inhibitie hardt de oppervlakkige laag van het cement tot op een diepte van circa 100 µm niet goed uit en zal het snel wegslijten uit de randspleet ('ditching'). Om inhibitie te voorkomen kan het cement tijdens polymerisatie met bijvoorbeeld glycerinegel worden afgedekt, maar het klinisch belang op lange termijn is niet bewezen. Bij inlays waarbij tijdens cementeren geen gel was aangebracht, bleek dat zelfs na vijf jaar weinig 'ditching' van composietinlays optrad.<sup>10</sup> Gedurende het eerste jaar treedt overigens altijd slijtage van het cement op. Na een jaar neemt de slijtage af, waarschijnlijk doordat het cement meer door de omringende structuren wordt beschermd.<sup>11</sup>

Verschillen in röntgenopaciteit van het inlaymateriaal en het bevestigingscement kunnen leiden tot onnauwkeurigheden in de beoordeling van restauraties. Bij cement met een hogere radiolucentie dan de inlay kan verdenking ontstaan van een kier onder de gehele restauratie. De meeste cementen hebben overigens voldoende röntgencontrast.

#### 5 Aspecten bij de klinische vervaardiging

De caviteitspreparatie is vergelijkbaar met die voor gegoten inlays, maar de eisen aan retentie en resistentie zijn veel minder uitgesproken en bevelds zijn niet nodig. Om de initieel uitgeharde directe inlay gemakkelijk uit de caviteit te kunnen nemen, is een grote divergentiehoek van de caviteitswanden nuttig (ca. 15-20°). Zoals bij elke adhesieve techniek kan onondersteund glazuur aanwezig blijven, maar ondersnijdingen moeten worden opgevuld met glasionomeercement of composiet. Door de divergente caviteitsvorm van de inlay moet meer glazuur worden verwijderd dan voor de directe restauratie.

Het is voor uitsluiting van vocht aan te raden om tijdens de vervaardiging en plaatsing rubberdam toe te passen. De patiënt wordt hierdoor ook beschermd tegen eventuele sensibilisatie door slijmvliescontact met niet-gepolymeriseerde monomeren (dentineprimer, hechtlak, composiet). Om tijdens het plaatsen approximaal overmaat van cement te voorkomen, kunnen matrixband en wigjes worden aangebracht. De dikte van de matrix moet door een goede separatie met wiggen worden gecompenseerd, omdat de inlay anders niet op zijn plaats komt. Cement kan beter wegvloeien als er geen matrix wordt gebruikt. De approximale overmaat van het nog zachte cement moet dan zo snel mogelijk worden verwijderd. Daarbij kan cement uit de randspleet worden getrokken zodat randdefecten ontstaan. Voor maximale relaxatie tijdens polymerisatie kan met belichten van het cement niet lang genoeg worden gewacht.<sup>7</sup>





Afb. 3. Directe inlay, direct na vervaardiging (a), en na acht jaar klinisch functioneren (b).

## 6 Klinisch onderzoek

### 6.1 Slijtage

Toename van slijtvastheid blijkt niet structureel op te treden. Zo bleek er na drie jaar geen verschil in slijtage tussen nagepolymeriseerde restauraties en alleen initieel geharde inlays.<sup>3</sup> De slijtage van (Brilliant) directe inlays bleek in een eigen, nog niet gepubliceerd onderzoek, na zes jaar echter lager te zijn dan van directe composietrestauraties.<sup>12</sup>

### 6.2 Randaansluiting

Van Dijken en Hörstedt onderzochten vijf jaar na plaatsen de randaansluiting van twee- en drievlaks composietinlays.<sup>10</sup> Met scanningelectronmicroscopie werd gevonden dat bij 84% van de onderzochte randlengte geen spleetvorming werd waargenomen (afb. 1). Cervicale randen vertoonden de ernstigste randspleten en ook werd hier overhang van cement gezien. De cementlaag had occlusaal een gemiddelde breedte van 60 µm en cervicaal 87 µm (spreiding 8-266 µm)(afb. 2).

### 6.3 Postoperatieve bezwaren

Pijnklachten bij composietrestauraties worden vaak teruggevoerd op de door krimp ontstane spanningen in het element, en op lekkage. Door de vrije krimp bij inlays zou minder gevoeligheid verwacht worden. Kreulen et al rapporteerden postoperatieve gevoeligheid bij zowel amalgaamrestauraties als composietinlays.<sup>13</sup> Bij beide soorten restauraties waren de

klachten na enige tijd verdwenen en een dergelijk beeld werd ook gevonden bij directe composietrestauraties. Het restauratietrauma is waarschijnlijk van meer betekenis dan het toegepaste materiaal.

### 6.4 Levensduur

Er is weinig longitudinaal klinisch onderzoek gedaan naar de levensduur van composietinlays. In het Brilliant DI-onderzoek werd een uitvalspercentages van 6% na zes jaar gevonden.<sup>12</sup> Er werden 100 twee- en drievlaks directe inlays vergeleken met directe composietrestauraties, gemaakt volgens de sandwich-techniek, en de uitval van de laatste groep was 15% (afb. 3). Er was een relatief groot aantal cariësactieve patiënten betrokken bij het onderzoek, maar toch was secundaire cariës bij de inlays nauwelijks reden voor vervanging, terwijl dat bij de directe vullingen wel op de voorgrond trad. De combinatie van een dentinevervanger in de vorm van glasionomeerement en composietinlaymateriaal met het dentine wordt door sommige onderzoekers wel aangemerkt als nadelig voor de restauratie door verschillen in elasticiteitsmodulus. Toch heeft dit in het onderhavige onderzoek niet geleid tot een hoog uitvalspercentage.

Een eigen, nog niet gepubliceerd onderzoek van 180 indirecte inlays en 60 twee- en drievlakamalgaamrestauraties leverde voor beide vulmaterialen een uitvalspercentage van 1-2% na ongeveer vier jaar (afb. 4). Deze percentages komen overeen met die van directe composietrestauraties uit een eerder onderzoek, hoewel beide patiëntengroepen niet goed vergelijkbaar zijn. Het verschil in vervangingspercentage met het Brilliant-onderzoek kan voor een deel worden verklaard uit het verschil

Afb. 4. Indirecte inlay direct na vervaardiging (a). Zelfde inlay vijf jaar later (b).





in uitbreiding van de restauraties. Bij het Brilliant-onderzoek waren grotere restauraties betrokken, met de cervicale outline apicaal van de glazuurcementgrens. Pallesen en Qvist vonden na twee jaar geen verschil in vervangingspercentage (1%) voor indirecte inlays en directe restauraties.<sup>14</sup> Wassell et al vonden na drie jaar echter wel een aanzienlijk verschil: van directe inlays 8% en van directe composietrestauraties 4%.<sup>15</sup> Bij alle bovenstaande klinische onderzoeken werd de binnenkant van de inlay alleen gereinigd, maar niet speciaal voorbehandeld.

## 7 Overwegingen en indicaties

Bij de directe composietrestauratie heeft krimp een nadelig effect op de hechting van het materiaal aan tandweefsel. Bij het cervicale gedeelte van klasse II-restauraties resteert vaak nog weinig glazuur en spleetvorming is dus niet denkbeeldig. Door de grote afstand tot het centrum van de krimpende restauratie wordt cervicaal bij directe composietrestauraties dan ook de grootste dimensionele verandering doorgemaakt. Met de toepassing van composiet als inlaymateriaal vindt de krimp buiten de mond plaats. Daardoor zullen na het plaatsen van de restauratie minder spanningen in het gebitselement optreden. Na het plaatsen van de inlay treden evenwel krimpspanningen op in het bevestigingscement en dit zou samen met de mechanische en chemische desintegratie van het cement een duurzame afsluiting onzeker maken. De klinische gegevens duiden echter niet op een dergelijk nadeel van de inlaytechniek.

Het is niet aan te bevelen om kleine caviteiten en primaire cariës met composietinlays te restaureren omdat de techniek daarvoor te weinig weefselbesparend is. Vervangingen van klasse II-amalgaamrestauraties met een standaardpreparatievorm is wel een goede indicatie. Onderzoek heeft aangetoond dat boxgedeelten, die apicaal van de glazuurcementgrens eindigen, ook duurzaam kunnen worden gerestaureerd met composietinlays. Het is nog niet bekend of dit ook geldt voor grote restauraties in molaren waarbij knobbels vervangen worden.

De composietinlay is iets minder kostbaar dan de keramische of metalen inlay door lagere techniek- en materiaalkosten, maar heeft ten opzichte van de directe composietrestauratie een hogere kostprijs. Naast de kostenverhoging door de tandtechnische fase, blijkt uit een tijdstudie dat de gehele inlayprocedure ongeveer 1,5 maal zoveel werktijd vergt dan de directe composiettechniek.<sup>13,15</sup>

Plaatsing van een adhesieve inlay vergt in ieder geval meer tijd dan van een gegoten metalen inlay. De geringe meerprijs voor een duurzame metalen inlay enerzijds en het lage tarief voor grote directe composietrestauraties anderzijds, plaatst de tandarts voor een dilemma.

## 8 Slotbeschouwing

De verbetering van materiaaleigenschappen door een verhoogde conversie uitte zich voornamelijk in de periode direct na plaatsen van de restauratie. Deze initiële verbeteringen zijn juist van belang voor de integriteit van de hechting direct na plaatsen en lijken gunstig in vergelijking tot grote directe composietrestauraties. Vergeleken met de porseleinen inlay heeft de composietinlay een gunstige kritische breuksterkte. Preparatie-eisen zijn hierdoor minder kritisch. Welke de meest ideale tandkleurige restauratie is voor knobbelsvervangingen kan op dit moment niet worden beargumenteerd.

## Literatuur

- 1 Ferracane JL, Condon JR. Post-cure heat treatments for composites: properties and fractography. *Dent Mater* 1992; 8: 290-5.
- 2 Asmussen E, Peutzfeldt A. Mechanical properties of heat treated restorative resins for use in the inlay/onlay technique. *Scand J Dent Res* 1990; 98: 564-7.
- 3 Wendt SL, Leinfelder HF. Clinical evaluation of a heat-treated resin composite inlay: 3-year results. *Am J Dent* 1992; 5: 258-62.
- 4 Swift EJ, Brodeur C, Cvitko E, Pires JAF. Treatment of composite surfaces for indirect bonding. *Dent Mater* 1992; 8: 193-6.
- 5 Breeding LC, Dixon DI, Caughman WF. The curing potential of light-activated composite resin luting agents. *J Prosthet Dent* 1991; 65: 512-8.
- 6 Hasegawa EA, Boyer DB, Chan DC. Hardening of dual cured cements under composite resin inlays. *J Prosthet Dent* 1991; 66: 187-92.
- 7 Rueggeberg FA, Caughman WF. The influence of light exposure on polymerization of dual cure resin cements. *Oper Dent* 1993; 18: 48-55.
- 8 Itoh K, Yanagawa T, Wakumoto S. Effect of composition and curing type of composite on adaptation to dentin cavity walls. *Dent Mater* 1986; 5: 260-6.
- 9 Feilzer AJ, AJ Gee de , Davidson CL. Quantitative determination of stress reduction by flow in composite restorations. *Dent Mater* 1990; 6: 167-71.
- 10 Dijken JWV van , Hörstedt P. Marginal breakdown of 5-year-old direct composite inlays. *J Dent* 1996; 24: december (in press).
- 11 Suzuki S, Leinfelder KL, Shinkai K. Wear resistance of resin cements. *Am J Dent* 1995; 8: 83-87.
- 12 Dijken JWV van , A six year evaluation of a direct composite resin inlay/onlay system and glass ionomer cement-composite resin sandwich restorations. *Acta Odontol Scand* 1994; 52: 368-76.
- 13 Kreulen CM. A study on assessing quality aspects of Class II restorations. Resin composite versus amalgam. *Academisch proefschrift*. Amsterdam: Universiteit van Amsterdam, 1992.
- 14 Pallesen U, Qvist V. Clinical evaluation of three resin materials for fillings and inlays: 2-year report. *J Dent Res* 1992; 71: 719.
- 15 Wassell RW, Walls AWG, McCabe JF. Direct composite inlays versus conventional restorations: three-year clinical results. *Br Dent J* 1995; 179: 343-9.

## Summary

### COMPOSITE INLAYS; AN OVERVIEW

Key words: Dental materials – Dental composites – Composite inlay

Composite restorations shrink most during curing. In large cavities more shrinkage may be expected. The composite inlay is especially developed to overcome these disadvantages. Aftercuring of the composite inlay causes secondary polymerization increasing several material properties such as wear resistance and stress relaxation. Clinical results are reviewed and the benefits of the composite inlay technique discussed.