

Volledige afsluiting

Samenvatting

Hoewel composiet en glasionomeercement adhesie met de caviteitwand kunnen aangaan, kan de hechting en daarmee de afsluiting verloren gaan door verstijvingskrimpspanning. De spanning in de adhesieve restauratie wordt deels door elastische rek, deels door plastische vloeï en deels door (lokale) breuk gereduceerd totdat de hechtsterkte niet meer overschreden wordt. Aan de hand van de klasse V-composietrestauratie worden de eigenschappen van restauratiematerialen besproken en wordt een zodanige keuze gemaakt, dat een hermetisch afgesloten caviteit kan worden verkregen.

DAVIDSON CL. Volledige afsluiting. Ned Tijdschr Tandheelkd 1990; 97: 114-7.

C. L. Davidson, materiaalkundige

Uit de vakgroep Tandheelkundige
Materiaalwetenschappen van het Academisch
Centrum Tandheelkunde Amsterdam (ACTA).

Trefwoord: **Restauratieve tandheelkunde –
Materiaalkunde – Adhesieve restauratie**

Datum van acceptatie: 12 december 1989.

Adres: Prof. Dr. C. L. Davidson, ACTA,
Louwesweg 1, 1066 EA Amsterdam.

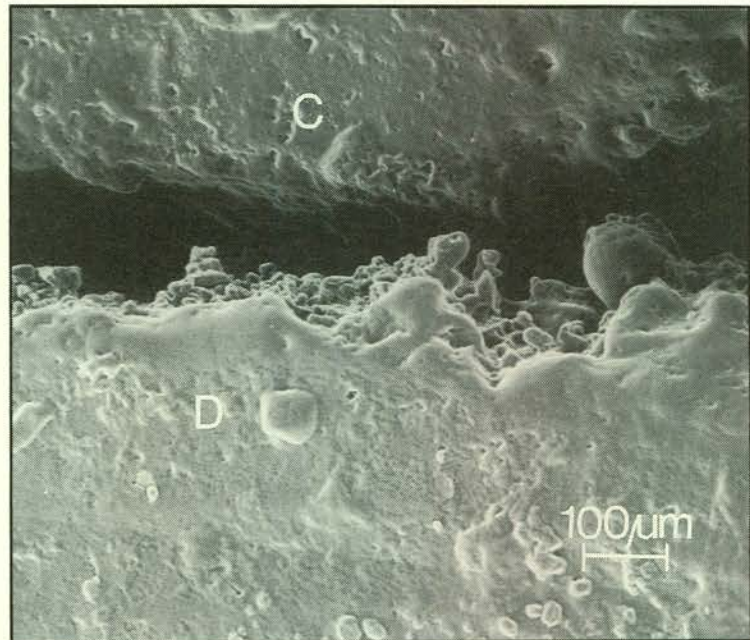
1 INLEIDING

In de tandheelkundige wetenschap bestaat geen duidelijkheid over de noodzaak van volledige afsluiting van de caviteit. Afhankelijk van de breedte van de spleet en de oppervlaktegestelheid van de wanden, kan de caviteit toch ontoegankelijk zijn voor invasie van schadelijke stoffen en organismen. Er bestaat veel literatuur over adaptatie, marginale integriteit en microlekkage van gekleurde vloeistoffen onder laboratoriumomstandigheden. Echter weinig over de samenhang tussen de mate waarin de randaansluiting tekort schiet en de schade aan de tand. Zolang er geen zekerheid bestaat over de maximaal toelaatbare lekkage, kan de practicus beter streven naar een hermetisch afgesloten caviteit dan een 'bijna dichte'.

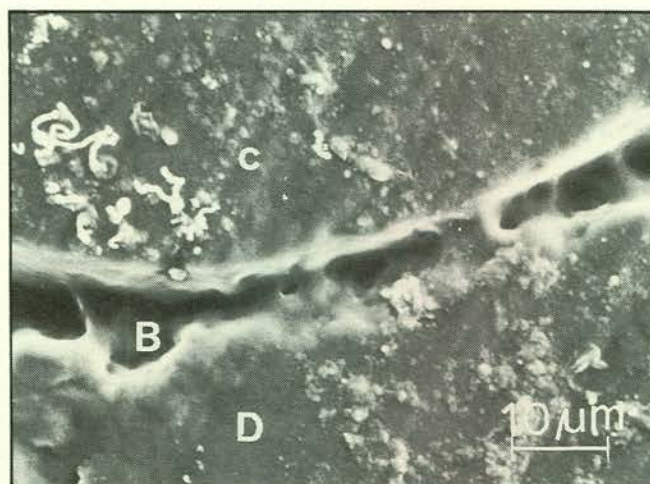
Een veelgebruikte methode om twee materialen lekvrij met elkaar te verenigen, is ze adhesief te binden. De tandheelkunde beschikt sinds twee decennia over adhesieven zoals de kunststofcomposieten, zinkoxyde-carboxylaateementen en glasionomeercementen. Het gebruik hiervan zou het probleem van marginale lek kunnen oplossen, ware het niet dat deze materialen bij tandheelkundige toepassing over intrinsieke eigenschappen beschikken, die het hermetisch afsluiten van een caviteit toch nog tot een niet te onderschatten probleem maken.

2 ADHESIE EN KRIMP

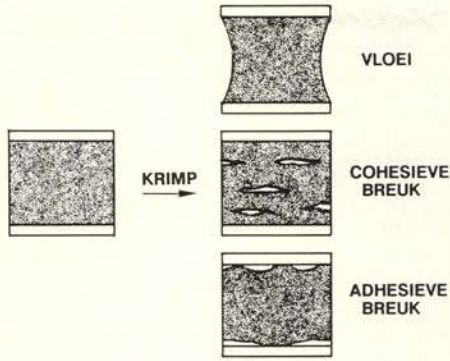
Het verstijvingsproces van composieten en in zekere zin ook dat van glasionomeercementen, is gebaseerd op de omzetting van monomeer in polymeer. Een geordend, vast polymeer neemt een kleiner volume in dan een ongeordend, vloeibaar monomeer. Het verstijvingsproces gaat daarom altijd met een volumekrimp gepaard. De lichthardende soorten doen dat abrupt en de chemisch hardende meer ge-



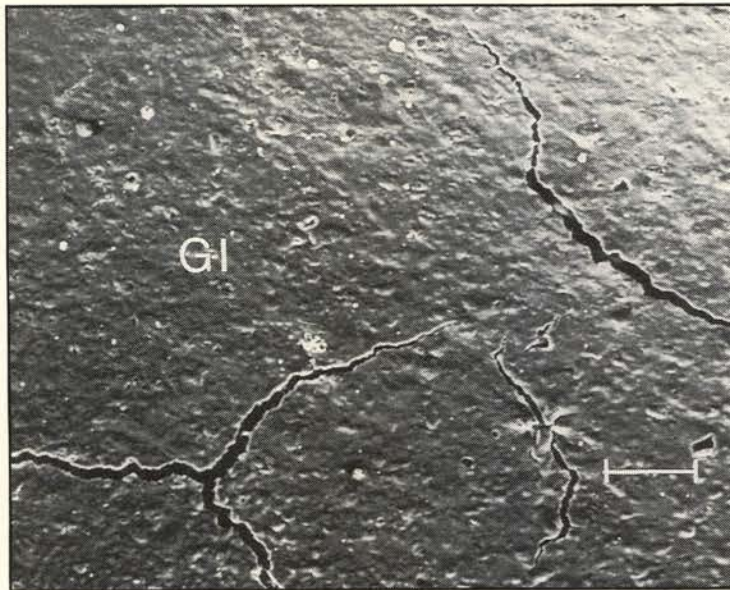
Afb. 1. Het aanzicht van een restauratie met een separatie tussen composiet (C) en dentine (D) aan de cervicale zijde van een adhesieve klasse V-restauratie.



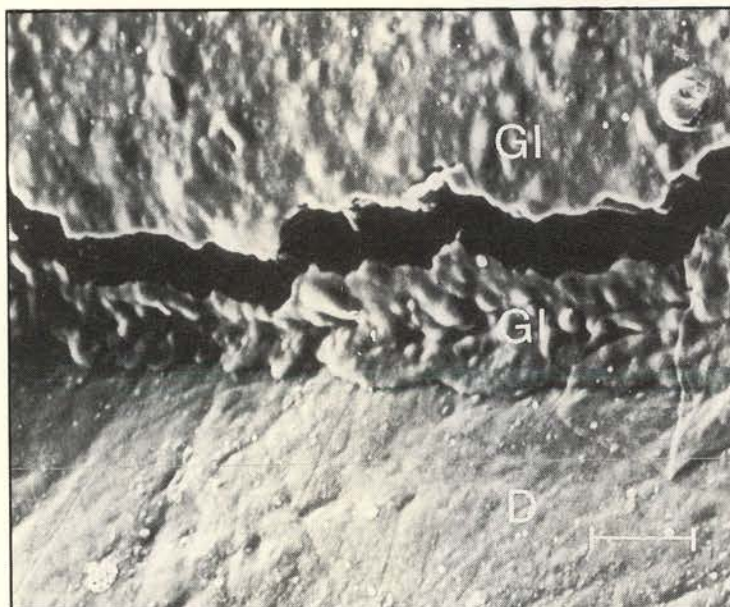
Afb. 2. Hechtlaag (B) tussen composiet (C) en dentine (D) is ten dele door krimp losgetrokken. Slechts enkele 'draden' zorgen voor de retentie.



Afb. 5. Krimp in een adhesief materiaal tussen twee overstaande, starre wanden, resulteert in vloeï, cohesieve breuk, of adhesieve breuk.



Afb. 3. Krimpscheurtjes in glasionomeercement (GI) (vergroting als afb. 1).



Afb. 4. Een cohesieve breuklijn in glasionomeer (GI); de adhesie met het dentine (D) is bewaard gebleven (vergroting als afb. 1.).

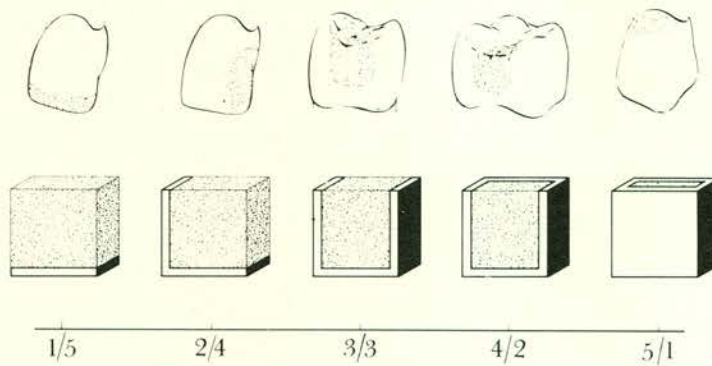
leidelijk. Experimenteel is de grootte-orde vastgesteld op 2-7 vol%.¹ Tabel I geeft hier enkele voorbeelden van. De krimprichting is langs en vooral van de preparatiewand af gericht, hetgeen tot spleetvorming en dus lekkage van de composiet- of cementrestauratie leidt (afb. 1). Door hechting aan de preparatiewand tracht men niet alleen retentie, maar bovenal een goede afdichting te bewerkstelligen. Het adhesief binden van het restauratiemateriaal aan een rigide caviteitwand heeft inderdaad tot gevolg dat het krimpeffect gereduceerd wordt waarbij echter ook mechanische spanningen worden geïntroduceerd. Indien deze spanningen de hechtsterkte of de samenhang van het materiaal te boven gaan, treedt er breuk op. Indien de samenhang (cohesie) van het materiaal groter is dan de hechtsterkte (adhesie) dan zal de restauratie zich van de wand trachten los te trekken (afb. 2) hetgeen men bij composieten als marginale spleet waarneemt. Het omgekeerde leidt tot het ontstaan van microscheurtjes (afb. 3) in het materiaal of totale breuk (afb. 4) zoals dat plaatsvindt bij glasionomeercement. De mate waarin deze 'zelfdestructie' optreedt is afhankelijk van de wijze en het vermogen van de constructie om mee te geven aan de krimpspanning. Het tekort aan volume door de krimp kan op drie manieren worden 'opgevuld': 1. elastische vervorming; 2. plastische vervorming, en 3. breuk.

Toegeven aan de krimpspanning vindt in eerste instantie plaats in de vorm van elastische rek. Als deze niet toereikend is, wordt de elastische limiet overschreden en zal het hele systeem plastisch worden vervormd. Gedurende deze plastische deformatie blijft het materiaal maximaal elastisch opgerekt. Als ook het vermogen om plastisch te vervormen de spanning niet afdoende kan reduceren, treedt op diverse plaatsen breuk op totdat de restspanning en de hechtsterkte met elkaar in evenwicht komen (afb. 5).

Het voorkómen van breuk moet dus worden gezocht in het optimaal laten verlopen van de vloeï en in voldoende elasticiteit.

3 ADHESIE EN VLOEI

Vloeï is de plastische vormverandering van een materiaal onder invloed van mechanische belasting. Vloeï is transport van materiaal en kan alleen optreden als het ergens vandaan kan komen en ergens anders naar toe kan bewegen. In het geval van de adhesieve restauratie kan de vloeï slechts ontrokken worden aan de vrije oppervlakken zodat het materiaal naar de wanden van de caviteit kan 'stromen'.² In de nog niet gepolymeriseerde toestand gaat dat natuurlijk probleemloos. Krimpspanningen treden pas op als het materiaal voldoende verstijfd is om daadwerkelijk krachten te kunnen



Afb. 6. Schematische voorstelling van diverse restauratieconfiguraties met verschillende verhoudingen van gebonden tot ongebonden oppervlak en de overeenkomstige klinische situatie.

uitoefenen. Het spreekt vanzelf dat, gedurende het verstrijken van de tijd, het vermogen om te vloeien dan snel terugloopt.

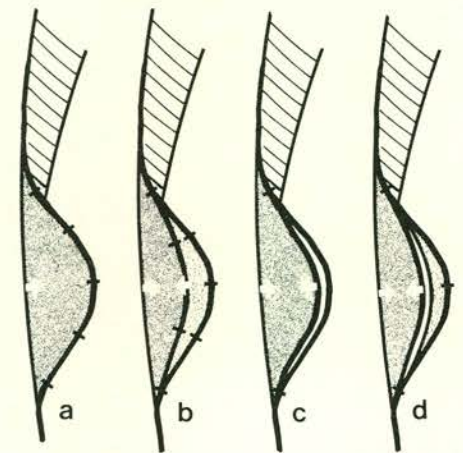
Hoe meer vrij oppervlak voorhanden is hoe meer vloeï kan optreden. In afbeelding 6 is op theoretische gronden een aantal situaties weergegeven met ongelijke verhoudingen van gebonden oppervlak tot vrij oppervlak.³ Bij het blok links is deze verhouding 1/5 en rechts 5/1. Deze schematische voorstelling is uitgebreid met een meer klinisch beeld van overeenkomstige verhoudingen. Ter aanduiding van een meer of minder gebonden situatie, is het begrip configuratiefactor (C) geïntroduceerd. C zegt iets over de vorm en lokatie van de restauratie en is niets anders dan een verhoudingsgetal. In een experimenteel onderzoek kon worden aangetoond dat wanneer C laag is, de krimp naar het adhesievlak vrijwel ongehinderd kan plaatsvinden, terwijl bij hoge C-waarden waar er maar weinig vrij oppervlak voorhanden is om, via het mechanisme van vloeï, aan de krimp toe te geven, de spanning oploopt.⁴ Scheurt een restauratie ten dele los (afb. 4 en 5) dan draagt dat bij tot een groter vrij oppervlak en dus een gunstiger C-factor. Ook inwendige scheurtjes of porositeit werken in dit opzicht vloeï-bevorderend.

Een geslaagde adhesieve restauratie is in dit perspectief bij de klasse V-restauraties het moeilijkst te realiseren. Omdat het restaureren van de cervicale laesie juist gebaat is bij het minimaal verwijderen van weefsel ter verzekering van retentie en omdat de esthetiek hier vaak een primaire rol speelt, is een goed begrip van de problematiek van de adhesieve restauratie met composiet nodig om tot bevredigende resultaten te komen.

Voor de restauratie waarvan de rand ten dele door glazuur en ten dele door dentine begrensd wordt, geeft problemen. Aan de incisale zijde is de hechting met glazuur betrouwbaar en sterk, maar gingivaal is de verbinding aan dentine onbetrouwbaar en zwak.

4 ADHESIE EN REK

Omdat de vloeï uiterst beperkt is, zal de aandacht in het bijzonder op het elastische vermogen van de constructie moeten worden gericht. Men kan elastisch meegeven aan de krimpspanning die na vloeï nog rest, onttrekken aan het materiaal van de cavitewanden, het restauratiemateriaal zelf en de tussenlaag. Met name in de klasse V-situatie zal de cavitewand maar weinig rek opleveren (afb. 7a). Het restauratiemateriaal kan meer soulaas bieden. In een lichaam dat elastisch wordt opgerekt, wordt een, met de rek evenredige, spanning opgebouwd die de rek weer ongedaan tracht te maken. Als het volumetekort na vloeï gecompenseerd kan worden met een nog aanwezige rek van het restauratiemateriaal, die slechts tot een trekspanning leidt die lager is dan de hechtsterkte, dan overleeft de hechting het krimpproces. Na verloop van tijd neemt de composiet water op. De



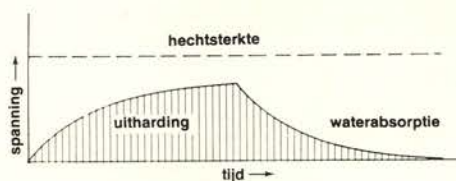
Afb. 7. Schematische voorstelling van een adhesieve klasse V-composietrestauratie die deels door glazuur, deels door dentine wordt begrensd. a. Door de hoge C-waarde kan vloeï (witte pijl) alleen onttrokken worden aan het 'buitenoppervlak'. b. Een elastisch bodemciment kan een bijdrage leveren aan de vloeïcapaciteit. Zonder hechting aan de bodem (c) of aan het bodemciment (d) wordt de vloeïcapaciteit vergroot.

zwellung zal dan een positieve bijdrage leveren aan het reduceren van de spanning (zie afb. 8).

Slappe materialen, dat wil zeggen materialen met een lage elasticiteitsmodulus, leveren meer kans op een geslaagde klasse V-composietrestauratie dan de meer stijve variëteiten. De microgevulde producten vertegenwoordigen deze eigenschap beter dan de hybride soorten. Tabel I geeft hier enkele voorbeelden van. In een vergelijkend onderzoek, waarbij steeds eenzelfde

Tabel I. De polymerisatiekrimp en elasticiteitsmodulus (E) van enige composietproducten gerangschikt naar oplopende stijfheid (m = microgevuld; h = hybride; c = conventioneel).^{1,7}

Merk	fabrikant	soort	krimp	E-modulus
Durafill	Kulzer	m	3,7%	6,08 GPa
Certain	J&J	m	7,1	8,39
Silar	3M	m	2,9	9,08
Silux	3M	m	3,4	9,38
Heliomolar	Vivadent	m	3,2	10,35
Visio-Dispers	ESPE	m	4,5	10,41
Amalux	P. Roland	m	4,6	13,04
Lumifor	Bayer	h	3,8	13,50
Brilliant-Lux	Coltène	h	3,9	13,61
Estilux-Post.	Kulzer	c	3,4	16,85
Brilliant	Coltène	h	4,8	17,04
Aurafil	J&J	h	3,5	18,23
Miradapt	J&J	h	3,1	20,47
Visio-Fil	ESPE	c	2,6	20,53
Clearfil Post.	Kuraray	c	4,8	20,66
P-30	3M	h	3,6	22,75
Occlusin	ICI	h	3,7	23,27
P-10	3M	h	3,2	25,46



Afb. 8. Grafisch verloop van de spanning in een composiet dat niet vrij kan krimpen. Gedurende de uitharding neemt de krimp en dus de spanning toe. Na voldoende waterabsorptie zwelt de composiet en neemt de spanning weer af.

dentine-hechtmiddel werd gebruikt, kon worden aangetoond dat er een sterke (inverse) correlatie ($r = 0,86$) bestaat tussen het afdichtend vermogen van diverse composietproducten en hun respectieve elasticiteitsmoduli.⁵

Komt men op deze manier nog niet uit de problemen, dan kan een tussenlaag nog hulp bieden (afb. 7b). Kiest men een relatief dikke laag en van een elastisch materiaal, bijvoorbeeld ongepulveerde kunstharz of een lichthardend glasionomeercement, dan blijkt dat door elastisch meegeven de spanning drastisch wordt gereduceerd. In een experimenteel onderzoek bleek dat een hybride composiet dat met Scotchbond-2 aan de caviteitwand werd vastgezet, een spanning ontwikkelt die de hechtsterkte 25% te boven gaat.⁶ Door applicatie van een intermediaire, 150 μm dikke laag Vitrabond werd de spanning met 50% gereduceerd en bij verdubbeling van de laagdikte zelfs met 75%. Het zal duidelijk zijn dat in het geval waar geen tussenlaag werd aangebracht de hechting het laat afweten en de restauratie zal gaan lekken. Een bijkomstig nut van de elastische tussenlaag is dat deze niet alleen opgerekt kan worden maar ook samenge-drukt, wat nodig is om het zwellen ten gevolge van wateropname uit het speeksel op te vangen (zie afb. 8). In hoeverre de elastische onderlaagmaterialen als de lichthardende glasionomeercementen een lang leven *in situ* zijn beschoren valt nog niet te zeggen omdat er slechts kort ervaring mee wordt opgedaan. Elastische materialen zijn vaak poreus en nemen relatief snel en veel water op, wat tot vervroegde desintegratie zou kunnen leiden.

De restauratie aan de tandhals wordt in de regel mechanisch niet zwaar belast. Daarom kan men wat toegeven in sterkte om tot een betere afsluiting te komen. Al eerder in dit artikel werd de voorkeur voor de meer elastische, maar zwakkere microgevulde composieten uitgesproken boven de hybride soorten. Een andere benadering waarbij eveneens een wissel op de sterkte wordt getrokken ten gunste van de afsluiting, is het verkleinen van de configuratiefactor C en dus het vergroten van het vloeivermogen. Dit kan geschieden door de composiet alleen aan de rand, en *niet* aan de bodem van de caviteit te hechten (afb. 7c). De configuratiefactor wordt dan wezenlijk lager en het materiaal kan van twee kanten vrij vloeien. Indien men dat wenst kan de bodem toch nog vooraf worden afgedekt met een polycarboxylaat- of glasionomeercement, maar men moet het laatste niet voorbereiden voor hechting met de composiet (afb. 7d). Aan polycarboxylaatcement is het toch al moeilijk hechten, maar bij glasionomeercementoppervlakken moet men voorzorgen nemen. Men moet vooral *nalaten* om het op-

pervlak te etsen of al te zeer droog te blazen opdat micromechanische verankering van de composiet aan het glasionomeercement niet tot stand komt. Bij voorkeur moet het dentine-adhesief alleen langs de cervicale rand worden aangebracht. Eventueel kan ter voorkoming van hechting de bodem worden afgelakt.

5 BESLUIT

Met adhesieve materialen is een hermetische afsluiting van de preparatie realiseerbaar. De practicus zij er echter op verdacht dat de beschikbare materialen tijdens de verstijving krimpen en dat als gevolg daarvan er zich krachten ontwikkelen die de verbinding trachten los te trekken. Door verstandige materiaalkeuze, verwerking en caviteitpreparatie echter is in een beperkt indicatiegebied het doel van een hermetische afsluiting met adhesieve materialen realiseerbaar. Gelukkig kunnen zo de meeste fronttanddefecten perfect met composieten hersteld worden.

SUMMARY

COMPLETE SEALING OF DENTAL CAVITIES

Key words: Dental restoration – Dental materials – Adhesive restoration

Notwithstanding the adhesive capacity of composites and glass-ionomers, bonding is jeopardized by the curing shrinkage. Curing contraction in an adhesive restoration is reduced partly by elastic strain, partly by plastic flow and partly by local fracture. With respect to the class V composite restoration, material properties are discussed and selection criteria are given in order to achieve a perfect marginal seal.

LITERATUUR

- ¹FEILZER AJ, DE GEE AJ, DAVIDSON CL. Curing contraction of composites and glass-ionomer-cements. *J Prosthet Dent* 1988; 59: 297-300.
- ²DAVIDSON CL, DE GEE AJ. Relaxation of polymerization contraction stresses by flow in dental composites. *J Dent Res* 1984; 63: 146-8.
- ³DAVIDSON CL. Resisting the curing contraction with adhesive composites. *J Prosthet Dent* 1986; 55: 446-7.
- ⁴FEILZER AJ, DE GEE AJ, DAVIDSON CL. Setting stress in composite resin in relation to configuration of the restoration. *J Dent Res* 1987; 66: 1636-9.
- ⁵KEMP-SCHOLTE CM, DAVIDSON CL. Marginal integrity related to bond strength and strain capacity of composite resin restorative systems. *J Prosthet Dent* 1989; in druk.
- ⁶KEMP-SCHOLTE CM, DAVIDSON CL. Complete marginal seal of Class V composite resin restorations effected by increased strain capacity. *J Dent Res* 1989; in druk.
- ⁷BRAEM H. An *in vitro* investigation into the physical durability of dental composites. Leuven: Universiteit van Leuven, 1985. Academisch proefschrift.