



Vezelversterkte adhesiefbruggen

C.M. Kreulen

In de tandheelkunde worden vezelversterkte polymeren onder andere toegepast bij adhesiefbruggen. Tandheelkundige composieten kunnen worden versterkt door het gebruik van enkele soorten vezels, waarbij de vezeloriëntatie, de inbedding van de vezels in de kunststof en het volume aan vezels van belang zijn. Een toepassing van vezelversterkte composieten is de composietinlaybrug. In dit artikel worden enkele aspecten van dit type indirecte adhesiefbrug besproken. Tot de voordelen van deze restauratie behoren de bevredigende esthetiek en het weefselbesparende karakter. Nog niet duidelijk is de klinische duurzaamheid. De adhesieve eigenschappen van vezelversterkte bruggen vergen een aanpassing van het tandheelkundig denken, waarbij directe en indirecte restauraties kunnen worden gecombineerd. Meer kennis en ervaring zijn nodig om het indicatiegebied binnen de tandheelkunde te kunnen bepalen.

KREULEN CM. Vezelversterkte adhesiefbruggen. Ned Tijdschr Tandheelkd 2003; 110: 255-260.

Inleiding

Er wordt tegenwoordig veel onderzoek gedaan naar de ontwikkeling van tandkleurige, metaalvrije alternatieven voor de conventionele brug. Bij voorkeur moet een dergelijke constructie weefselbesparend zijn. Er worden dan hoge eisen gesteld aan de materialen. De adhesieve technieken bepalen een belangrijk deel van de toepassing. Naast metaal-keramische bruggen wordt veel aandacht besteed aan de ontwikkeling van vezelversterkte composietconstructies.

Bekende technische toepassingen van vezelversterkte polymeerconstructies zijn vishengels, rompen van vaartuigen en auto- en vliegtuigonderdelen. De meest gebruikte vezels in de industrie zijn glas-, koolstof- en organische (zoals aramide) vezels. In de tandheelkunde zijn vezelversterkte toepassingen nog niet wijd verspreid. Dit komt mede omdat de in de industrie toegepaste epoxyharsen in de mond vanwege toxiciteit niet kunnen worden gebruikt (Freilich *et al*, 1998).

In deze bijdrage wordt ingegaan op een aantal aspecten van vezelversterking van tandheelkundige polymeren. Vanwege de nog beperkte kennis en ervaring staan de toepassingen open voor discussie. De glasvezelversterkte composietinlaybrug wordt als klinisch voorbeeld besproken.

Achtergrond

Voor het sluiten van een diasteem wordt de metaal-porseleinbrug het meest toegepast. Voor zo'n constructie worden de pijlerelementen beslepen. Door het slijpen wordt ruimte verkregen voor het kroonmateriaal en kunnen de retentie en de resistentie voor een kroon worden gewaarborgd. Het bevestigingscement fungeert niet zozeer als hechtmiddel, maar sluit vooral de ruimte tussen het restauratiemateriaal en het element af.

Als de pijlerelementen al behoorlijk met directe materialen zijn gerestaureerd, is een metaal-porseleinbrug een voor de hand liggende behandeling. Als echter nog veel gezond tandweefsel aanwezig is, is deze

keus niet zo logisch. Niet alleen geeft de kroongedragen brug veel biologische schade aan de gezonde pijlerelementen, de constructie vergt ook veel behandeltijd en is kostbaar.

Bij adhesiefbruggen (in het Engels: resin-bonded bridges) wordt een hechtend bevestigingsmiddel gebruikt, meestal composiet. Door de hechting aan het tandweefsel zijn bij dit type brug de retetievormen van minder belang, waardoor minder tandweefsel hoeft te worden verwijderd. De brug wordt minder robuust uitgevoerd dan de metaal-porseleinbrug. Mede daardoor is het een minder kostbare voorziening. Ondanks deze voordelen wordt de adhesiefbrug voornamelijk toegepast bij vervanging van één gebitselement (afb. 1).

Adhesiefbruggen worden onderscheiden in directe en indirecte bruggen. Bij directe bruggen wordt in de mond een pontic tussen de twee pijlerelementen 'gelijmd' met composiet. Zo'n pontic kan de kroon van een natuurlijk gebitselement zijn, of een kunststof element voor een gebitsprothese of een kroon van composiet. De pijlers hoeven alleen te worden beslepen om voldoende bulk voor de composiet te verkrijgen. De approximale verbinding blijft echter een zwakke schakel. Om breuk tegen te gaan zijn in het verleden verschillende verstevigingstechnieken toegepast, zoals metaaldraden en metalen gazen. Ook kunnen vezels worden gebruikt, meestal in de vorm van organische vezels, bijvoorbeeld polyethyleen, en glasvezels. Door deze extra stap in de behandelprocedure en omdat het soms moeilijk is een esthetisch bevredigend resultaat



Samenvatting

Trefwoorden:

- Adhesieve tandheelkunde
- Weefselbesparende tandheelkunde
- Adhesiefbrug

Uit de sector Orale Functie-leer van het Universitair Medisch Centrum Sint Radboud in Nijmegen.

Datum van acceptatie:

25 februari 2003.

Adres:

Dr. C.M. Kreulen
UMC St Radboud
Huispost 117
Postbus 9101
6500 HB Nijmegen
c.kreulen@dent.umcn.nl

Afb. 1. Adhesiefbrug met metalen onderstructuur in de zijdelingse delen.

Afb. 2. *Gevlochten (a) en geweven (b) vezels (Freilich et al, 2000).*



te krijgen met een goede approximale vormgeving, is de indirecte adhesiefbrug een alternatief.

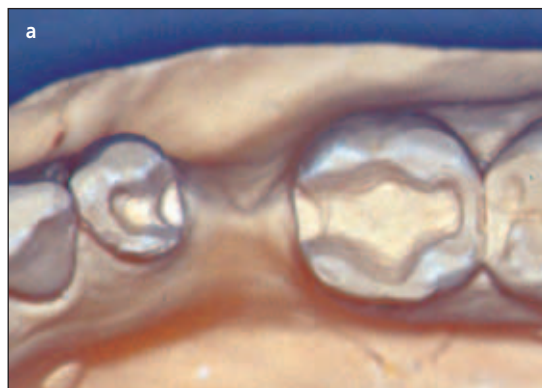
De indirecte adhesiefbrug met metalen onderstructuur heeft, met een overleving van ongeveer 60% na tien jaar, bewezen een functionele fronttandvervanging te zijn (Creugers *et al*, 1997). In de zijdelingse delen is het overlevingspercentage lager, ongeveer 35% na tien jaar (Creugers *et al*, 1997). Het nadeel van de metalen onderstructuur is de beperkte esthetiek. Indirect vervaardigde vezelversterkte bruggen kunnen voor deze metaalversterkte adhesieve constructies een alternatief zijn.

Vezeltechnologie

Enkele aspecten van vezelversterkte toepassingen zijn van belang om het functioneren van dit soort constructies te kunnen beoordelen. Tandheelkundige materialen moeten biocompatibel, sterk, stijf en schokbestendig zijn en ze moeten een hoge vermoeiingsweerstand hebben (Ferracane, 1995). Vanuit klinisch oogpunt moeten ze esthetisch acceptabel en gemakkelijk en voorspelbaar te verwerken zijn.

De composieten die worden gebruikt als restauratiemateriaal in de tandheelkunde voldoen voor een groot deel aan de bovenstaande eisen. Belangrijke nadelen zijn echter de beperkte schuifweerstand en treksterkte. Door het ontbreken van ondersteuning zijn deze eigenschappen nu juist bij brugconstructies erg belangrijk. Het gebruik van vezels in composieten verbetert de schuifweerstand en treksterkte (Freilich *et al*, 1997; Isaac, 1999). Dit is te vergelijken met het principe van gewapend beton. De ijzerconstructie in het beton zorgt voor een verhoogde treksterkte van het brosse beton. Bovendien verhindert de wapening uitbreiding van breuken.

Afb. 3. *Vezelversterkte composietinlaybrug. De preparaties (a) en de brug op het model (b).*



Het idee van wapening met dunne structuren dateert al van lang geleden. Materialen mislukken door groei van haarscheuren, interne defecten of luchtbellens (Isaac, 1999). Al in 1920 toonde Griffith aan dat een perfect in dunne vezels getrokken materiaal een relatief hoge sterkte heeft in vergelijking met een bulk van hetzelfde materiaal. Het materiaal heeft dan geen 'interne fouten'. Een glasvezel heeft een diameter van 7 tot 10 µm en het lijkt vreemd dat ook brosse materialen in dunne vezels sterk kunnen zijn (Freilich *et al*, 2000). Glas is in bulk een broos materiaal met een lage treksterkte en ook koolstof heeft in de vorm van grafiet een lage schuifweerstand (zoals bij een potlood).

Vezelconstructies

In broos materiaal kunnen zelfs brosse vezels worden toegepast, die dan mede dienen om uitbreiding van breuken tegen te gaan (Isaac, 1999). De combinatie van de polymeermatrix met interne vezels, die zijn gerangschikt volgens een specifiek patroon, maakt dat de constructie veel sterker is dan de sterkte van de individuele materialen (Isaac, 1999). De polymeermatrix fungeert als bescherming van de vezels en legt hun rangschikking vast. Aspecten die van belang zijn bij versterking van composieten door vezels, zijn de richting en de hoeveelheid van de vezels en de impregnatie door de kunststof en de hechting aan de composiet (Vallittu, 1999).

Vezels kunnen (parallele) trekkrachten goed weerstaan. Unidirectionele vezels moeten dan ook parallel aan de kracht worden gegroepeerd. Deze vezels hebben echter de hoogste buigingsneiging in een richting loodrecht op de vezel. Gevlochten of geweven vezels zijn geïndiceerd als krachten op de constructie verschillende richtingen hebben (afb. 2).

Hoe groter het volume van de vezels, hoe sterker de

constructie (Vallittu, 1999). Er is gerapporteerd dat de sterkte van een monster polymethylmethacrylaat toeneemt met een factor 4 als het volumepercentage (lange, geweven polyethyleen) vezels in het monster ongeveer 15% is (Ladizesky *et al*, 1993). Bij korte vezels moet echter 37 volumepercent worden toegepast om een vergelijkbare versterking te verkrijgen. Ter vergelijking: in de vliegtuig- en auto-industrie wordt gewerkt met volumepercentages van 50 tot 70% (Goldberg en Freilich, 1999). Dus net als bij composiet, waar wordt gestreefd naar een maximaal volume vulstof, wordt hier gestreefd naar een maximaal volume vezels, waarbij zo'n 45% haalbaar is (Freilich *et al*, 2000). Als de richting van de meest optredende kracht bekend is, is het met het oog op een hoog vezelvolume efficiënter unidirectionele vezels toe te passen dan een vezelweefsel. Immers, een zeker volume aan vezels moet bij een vezelweefsel in twee richtingen worden verdeeld. Voor een zelfde volume is unidirectioneel maar één optimale oriëntatie van belang.

Inbedding

Het grensvlak van de vezel en de polymeermatrix speelt een cruciale rol in het opvangen van krachten door de vezel (Isaac, 1999). Een volledige inbedding en een goede hechting bevorderen het overbrengen van krachten op de vezels. Het nadeel van een te groot volume aan vezels is dat de individuele vezel niet helemaal omgeven kan zijn door polymeer. Voor een optimale inbedding worden polyethyleenvezels direct voor toepassing geïmpregneerd met een laagviskeus, ongevuld adhesief. Glasvezels worden na fabricage geïmpregneerd met een monomeer of met een poreuze polymeer, waarvan de porositeiten later worden opgelost door het gebruik van monomeer of (lichthardend) adhesief (Goldberg en Burstone, 1992; Vallittu, 1999). Het vezelmonomeermengsel is dan nog niet volledig gepolymeriseerd. Dit gebeurt tijdens de vervaardiging van de restauratie.

In het verleden vielen de resultaten van vezelversterkte restauraties tegen, omdat de hechting van de composiet aan de vezels niet goed was. Er ontstond dan een intern defect waarin zich water en zuurstof konden verzamelen, met hydrolyse en zuurstofinhibitie als gevolg (Isaac, 1999; Goldberg en Freilich, 1999; Vallittu, 1999). Om de hechting van vezels aan tandheelkundige composieten te verbeteren, worden verschil-



Tabel 1. Kenmerken van enkele vezels

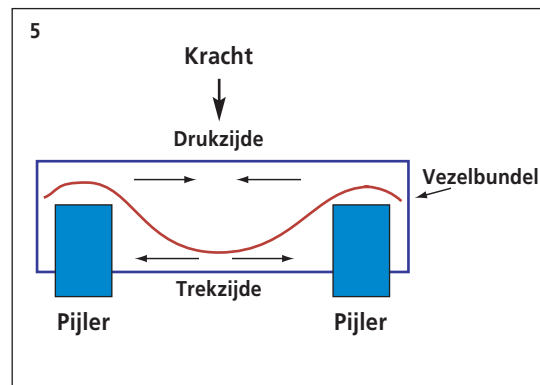
Vezeltype	Merk	Vezeloriëntatie	Pre-impregnatie
Polyethyleen	Ribbon®	Geweven Unidirectioneel Gevlochten	Niet
	DVA Fibers®		Niet
	Connect®		Niet
Aramide	Kevlar®, Mylar®	Unidirectioneel	Niet
Glas	GlasSpan®	Gevlochten Geweven Unidirectioneel Unidirectioneel/ Unidirectioneel/ geweven	Niet
	Fiber-Splint®		Niet
	Vectris®		Monomeer
	FibreKor®		Monomeer
	EverStick®		Polymeer/monomeer

lende technieken toegepast. Polyethyleenvezels worden met een (zuurstof)plasmagas behandeld, waardoor functionele dubbele bindingen met het vezelmateriaal ontstaan. Hieraan kan de kunststof worden gebonden (Rudo en Karbhari, 1999). Glasvezels worden gesilaneerd. In tabel 1 staan enkele voorbeelden van vezels en hun kenmerken.

Inlaybrug

Een klinische toepassing van vezelversterkte restauraties is de inlaybrug, bijvoorbeeld voor de vervanging van één gebitselement, waarbij de pijlerelementen klasse II-amalgaamrestauraties hebben (afb. 3). De amalgaamrestauraties worden vervangen door composiet-inlays, de vezelversterking loopt van mesiaal naar distaal door de brug en de pontic wordt gevormd met composiet. Als de (mesiale) pijler een cuspidaat of incisief is, kan ook een ontwerp worden toegepast waarbij het palatinale vlak wordt gebruikt als hechtvlak (afb. 4). Dit is vergelijkbaar met de retentievleugel van een gegoten adhesiefbrug (Maryland-brug).

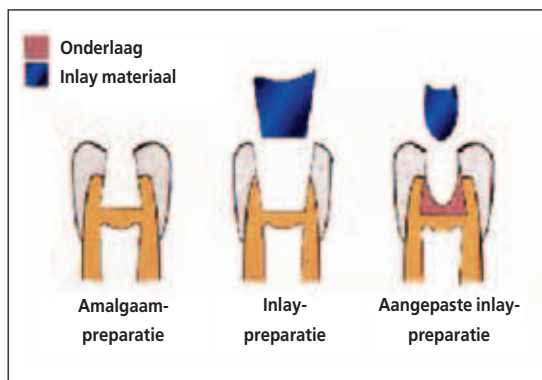
De belangrijkste krachten die worden uitgeoefend op de brugconstructie zijn occlusale krachten. De positie en de richting van de vezels moeten hieraan worden aangepast. Afbeelding 5 geeft de theoretisch optimale locatie van de vezels. Hierbij wordt ervan uitgegaan dat drukkrachten op het occlusale vlak zo veel mogelijk worden omgezet in trekkrachten die op de vezels inwerken. Vandaar dat de vezels in de pontic zo ver mogelijk van het aangrijpingspunt van de occlusale krachten verwijderd moeten liggen (Dyer *et al*, 2002). Toch bestaat ook over deze uitvoering nog discussie. Een tandheel-



Afb. 4. Vezelversterkte composietbrug met een palatinale retentievleugel op de cuspidaat.

Afb. 5. Schematische weergave van spanningen in een brug als gevolg van occlusale krachten. De theoretisch optimale locatie van de vezelbundel is aangegeven.

Afb. 6. Schematische weergave van weefselbesparing door gebruik van een composietonderlaag bij een inlay-preparatie (Moscovich et al, 1998).



kundige restauratie wordt namelijk niet alleen belast door loodrechte occlusale krachten, maar ook door schuif- en torsiekrachten. Het is dan ook de vraag of unidirectionele vezels het meest geschikt zijn om deze krachten te weerstaan. Wellicht moet het ontwerp weerstand bieden tegen krachten vanuit diverse richtingen en zou een multidirectionele vezeloriëntatie beter zijn voor meer starheid (Rudo en Karbhari, 1999).

Als de onderstructuur van de brug is gevormd, worden de occlusale en proximale vlakken afgevormd met composiet. Ze kunnen op dezelfde wijze als directe composietrestauraties worden gemodelleerd en afgewerkt. Afhankelijk van het composietsysteem, kan men de brug een warmtebehandeling geven om een hogere polymerisatiegraad van de composiet te bereiken; de brug wordt geplaatst met een composietcement. Dit materiaal vormt een hechtende laag tussen de constructie en het tandweefsel. Hiervoor kan in principe elk 'dual-cure' of chemisch hardend composietcement worden gebruikt.

Inlay

De eisen voor inlaypreparaties voor vezelversterkte composietbruggen zijn minder uitgesproken dan die voor gegoten inlays (Dijken et al, 1996). Bevels zoals voor metaalrestauraties zijn af te raden in verband met breukrisico. Voor houvast van het ponticdeel aan de pijler lijkt een retentievorm van de preparatie nuttig. Bijvoorbeeld, bij een tweevlaksinlay is een lichte zwaluwstaartvorm in het occlusale vlak dat niet aan de box grenst, aan te bevelen, omdat de retentie dan niet alleen wordt gevormd door de adhesieve verbinding van de inlay met het gebitselement (afb. 3).

De composietinlaytechniek heeft als voordeel dat de bulk van de composiet buiten de mond kan krimpen.

Door een extra warmtebehandeling in een oven wordt de conversie van dubbele bindingen in de composiet verhoogd (hogere polymerisatiegraad). Hierdoor worden materiaaleigenschappen als de buig- en de treksterkte positief beïnvloed. Hechting aan deze goed uitgeharde composiet is echter door een verminderd aantal vrije bindingsplaatsen theoretisch minder goed mogelijk.

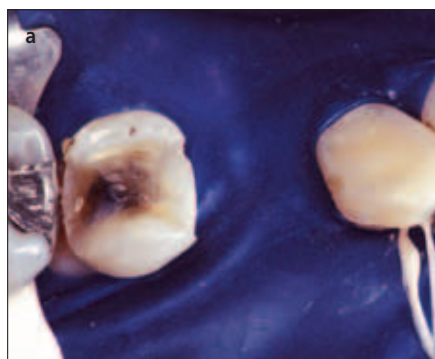
Het nadeel van een inlaytechniek is dat ondersnijdingen, zoals die vaak voorkomen bij preparaties voor directe restauraties, moeten worden geëlimineerd. Dit kan gepaard gaan met weefselverlies. Lokale ondersnijdingen kunnen met direct vulmateriaal worden gevuld. Een stap verder in weefselbesparing is dat een onderlaag wordt toegepast als dentinevervanger, waarna het inlaymateriaal dient als vervanger van het glazuur. Dit idee staat afgebeeld in afbeelding 6. Door deze aanpak wordt de uitbreiding van de preparatie ten behoeve van een gunstige uitneemrichting fors gereduceerd. Uit onderzoek met keramische inlays blijkt dat op grond van materiaaleigenschappen moet worden gekozen voor composiet als onderlaag (Moscovich et al, 1998).

De discussie kan worden gevoerd in hoeverre de composietonderlaag tot aan de outline mag reiken. Juist de hoeken van de cervicale boxbodem met de opstaande boxwanden zijn vaak ondersneden. Opvullen in dit gebied kan in het occlusale deel weefselbesparend werken. Een nadeel is dat er aan de rand van de restauratie meerdere grenslagen ontstaan, namelijk: glazuur of wortelcement, composiet, composietcement en composiet van de inlay. Het is onbekend of dit een verhoogd risico op lekkage geeft.

Brug

Bij een retentievleugel van een metaalversterkte Maryland-brug worden resistentievormen aangebracht om schuifkrachten in het composietcement op te vangen. Meestal houdt dit in dat approximaal groeven en palatinaal steunen worden aangebracht. Omdat de hechtkracht van het cement aan de vezelversterkte composietbrug groter wordt geacht dan die aan metaal, is het nog niet duidelijk of resistentie moeten worden aangebracht. Ook is het de vraag of een duidelijke outline nodig is, bijvoorbeeld door het glazuur palatinaal te beslijpen. Dit laatste is voor de tandtechnische fase wel gewenst, omdat de manipulatie van het materiaal dan eenvoudiger is. Daarbij moet in veel gevallen toch gla-

Afb. 7. Glasvezelversterkte composietbrug. a. De preparaties met proximale groeve en linguale steunen in de cuspsidaat. b. Occlusaal aanzicht van de brug in situ. c. Buccaal aanzicht van de brug in situ.



zuur worden afgenomen om voldoende ruimte voor het brugmateriaal te verkrijgen, zoals aan de palatinale zijde van frontelementen in de bovenkaak. Bij gebrek aan klinisch wetenschappelijk bewijs wordt het aanbrengen van deze aanvullende preparaties op dit moment door de persoonlijke voorkeur van de behandelaar bepaald (afb. 7).

Voor de te vervaardigen modellen van de geprepareerde gebitselementen kan (hard)gips worden gebruikt. Als separatiemiddel kan was of lak op de stempen worden aangebracht. De eerste laag composiet die op de stempen wordt aangebracht, is een laagviskeuze composiet waarin de vezels worden ingebed. Na uitharden kunnen de inlays, de vleugels en de pontic worden opgebouwd met een hooggevulde posterieur composiet. Over het type composiet dat hiervoor wordt toegepast, bestaat geen eenduidigheid. Verschillende fabrikanten adviseren het gebruik van microfijne composieten, zoals Artglass® en Sinfony®, vanwege onder andere de buigkarakteristieken. Anderen geven de voorkeur aan hybride composieten vanwege de betere weerstand tegen slijtage en randbreuk.

Bij het plaatsen van de restauratie zijn vergelijkbare zaken van belang als bij het plaatsen van solitaire composietinlays of indirecte composietfineers. Door de hogere conversie zijn er relatief minder dubbele bindingen beschikbaar voor de hechting met composietcement. Reinigen en opruwen van de binnenzijde van de inlay bleek klinisch effectief (Dijken *et al*, 1996). Of etsen met hydrofluoridezuur en silanisatie een aanvullend effect hebben, is nu nog niet duidelijk.

Discussie

Vezelversterkte composieten lijken veelbelovend, zeker als hun mechanische eigenschappen kunnen wedijveren met die van metalen restauraties. De weefselbesparende eigenschappen van adhesief brugwerk in het algemeen zijn duidelijk. Tegenover de uitgebreide technische procedure van gegoten restauraties (opwassen, gieten en opbakken van porselein) staat veel minder omvangrijk tandtechnisch werk voor vezelversterkte composietbruggen. Ten opzichte van de metaalversterkte adhesiefbrug is de esthetiek daarbij een voordeel.

In situaties waar geen optimale retentie en resistentie kunnen worden verkregen voor conventionele restauraties is de vezelversterkte brug een alternatief (Freilich *et al*, 2000). In specifieke gevallen, zoals bij oligodontie, kunnen vezelversterkte restauraties van composiet worden gemaakt die met de bekende technieken onmogelijk zijn. Zo kan de tandkleurige onlay worden gebruikt, die zonder noemenswaardige preparatie kan worden aangebracht en als pijlrestauratie kan dienen (Creugers, 2002).

Op dit moment ontbreken echter klinische langetermijnresultaten. Een tweejarig onderzoek naar inlaybruggen rapporteerde een uitval van 10% al na twee jaar (Göhring *et al*, 2002). Delaminatie van de composiet werd als grootste probleem ervaren. In een ander



Afb. 8. Vezelversterkte composietbrug. In het buccale vlak van de pontic is een extra glasvezelbundel aangebracht. Deze bundel loopt van het buccale vlak van de mesiale pijler (gebitselement 15) naar dat van de distale pijler (gebitselement 17).

onderzoek werd een overleving van inlaybruggen gevonden van 82% na ongeveer vier jaar (Freilich *et al*, 2002). Uit de gegevens bleek dat een hoger volume vezels een betere duurzaamheid gaf en dat pijlers met volledige omslijping een betere prognose hadden dan die met inlaypreparaties. Een onderzoek met een mix van kroon- en inlaygedragen glasvezelbruggen toonde een overleving van 93% na twee jaar (Vallittu en Sevelius, 2000). Het probleem is dus dat de patiënt geen prognose kan worden gegeven over de duurzaamheid. De tandarts moet samen met de patiënt de balans opmaken van weefselbesparing en kosten ten opzichte van onzekerheid over de duurzaamheid.

Restauraties die worden gemaakt met vezelversterkte composieten vergen een aanpassing van het tandheelkundig denken. Er kunnen nu constructies worden ontworpen die een combinatie zijn van directe en indirecte technieken. Zo is het vrij gemakkelijk om de vorm van de brug na het plaatsen nog aan te passen. Aan de composiet van brugdelen kan beter worden gehecht dan aan porselein of metaal. Ook kan worden gedacht aan het ondersteunen van de inlaybrug tegen rotatie door na het plaatsen van de brug vezels tegen de buccale en palatinale vlakken aan te brengen (afb. 8). Verder kunnen de onderstructuur en de pontic buiten de mond worden gemaakt, waarna later de pijlrestauraties worden opgebouwd in de mond. Dit zou men kunnen beschouwen als een soort halffabriekaat.

Besluit

De vezelversterking van composieten kan een welkome aanvulling zijn op de bestaande behandelmogelijkheden. De tandarts moet zich wel bewust zijn van de leemtes in de klinische kennis van de vezelversterkte composietbrug. Het ontwerp van de onderstructuur (de ligging en oriëntatie van de vezels) bepaalt voor een belangrijk deel het succes of het mislukken van de restauratie. Meer inzicht in de effectiviteit van de vezels en meer gegevens over de optimale combinatie van vezels en composiet bepalen het indicatiegebied van de vezelversterkte restauraties.

Literatuur

- CREUGERS NHJ, KANTER RJAM DE, HOF MA VAN 'T. Long-term survival data from a clinical trial on resin-bonded bridges. *J Dent* 1997; 25: 239-242.

- CREUGERS NHJ. Een elfjarig meisje met te weinig tanden. In: Creugers NHJ, Fennis WMM, Leempoel PJB (eds). Tandheelkundige casuïstiek. Houten: Bohn Stafleu Van Loghum, 2002.
- DYER SR, LASSILA LV, VALLITTU PK. Effect of fiber position on fracture load of fiber-reinforced composite. *J Dent Res* 2002; 81 (special issue): 390 (abstract 3141).
- DIJKEN JWV VAN, KREULEN CM, PELT AWJ VAN. Composietinlays. *Ned Tijdschr Tandheelkd* 1996; 103: 468-471.
- FERRACANE JL. *Materials in dentistry. Principles and applications.* Philadelphia: J.B. Lippincott, 1995.
- FREILICH MA, KARMAKER AC, BURSTONE CJ, GOLDBERG AJ. Flexure strength of fiber-reinforced composites designed for prosthodontic application. *J Dent Res* 1997; 76 (special issue): 138 (abstract 999).
- FREILICH MA, KARMAKER AC, BURSTONE CJ, GOLDBERG AJ. Development and clinical applications of a light-polymerized fiber-reinforced composite. *J Prosthet Dent* 1998; 80: 311-318.
- FREILICH MA, MEIERS JC, DUNCAN JP, GOLDBERG AJ. *Fiber-reinforced composites in clinical dentistry.* Chicago: Quintessence Publishing, 2000.
- FREILICH MA, MEIERS JC, DUNCAN JP, ECKROTE KA, GOLDBERG AJ. Clinical evaluation of fibre-reinforced fixed bridges. *J Am Dent Assoc* 2002; 133: 1524-1534.
- GOLDBERG AJ, BURSTONE CJ. The use of continuous fiber reinforcement in dentistry. *Dent Mater* 1992; 8: 197-202.
- GOLDBERG AJ, FREILICH MA. Materials design and clinical experience with fiber composites in dentistry. In: PK Vallittu (ed.) *The first symposium on fibre reinforced plastics in dentistry.* Turku: University of Turku, 1999 (paper III).
- GÖHRING TN, SCHMIDLIN PR, LUTZ F. Two-year clinical and SEM evaluation of glass-fiber-reinforced inlay fixed partial dentures. *Am J Dent* 2002; 15: 35-40.
- GRIFFITH AA. The phenomena of rupture and flow in solids. *Philos Trans R Soc Lond* 1920; A221: 163-198.
- ISAAC DH. Engineering aspects of fibre reinforced composites. In: PK Vallittu (ed.) *The first symposium on fibre reinforced plastics in dentistry.* Turku: University of Turku, 1999 (paper I).
- LADIZESKY NH, PANG MKM, CHOW TW, WARD IM. Acrylic resins reinforced with woven highly drawn linear polyethylene fibres. 3: Mechanical properties and further aspects of denture construction. *Aust Dent J* 1993; 38: 28-38.
- MOSCOVICH H, ROETERS FJM, VERDONSCHOT N, KANTER RJAM DE, CREUGERS NHJ. Effect of composite basing on the resistance to bulk fracture of industrial porcelain inlays. *J Dent* 1998; 26: 183-189.
- RUDO DN, KARBHARI VM. Physical behaviors of fiber reinforcement as applied to tooth stabilization. *Dent Clin North Am* 1999; 43: 7-35.
- VALLITTU PK. Experience of the use of glass fibres with multiphase acrylic resin systems. In: PK Vallittu (ed.) *The first symposium on fibre reinforced plastics in dentistry.* Turku: University of Turku, 1999 (paper II).
- VALLITTU PK, SEVELIUS C. Resin-bonded, glass fiber-reinforced composite fixed partial dentures: a clinical study. *J Prosthet Dent* 2000; 84: 413-418.

Summary

Key words:

- Adhesive dentistry
- Minimally invasive dentistry
- Adhesive partial denture

Fiber-reinforced adhesive partial dentures

Dental applications of fiber-reinforced polymers include adhesive partial dentures. Dental resin composite materials can be reinforced by several types of fibres. Fiber orientation, proper wetting of the fibers by the resin and fiber volume are important. An application of fiber reinforced composites is the composite inlay bridge. This paper deals with some aspects of this type of adhesive partial denture. Advantages include the satisfactory esthetics and the minimally invasive character. Not clear yet is the long-term survival. The adhesive properties of fiber-reinforced adhesive partial dentures require an adaptation of the current dental philosophy, in which direct and indirect restorative techniques can be combined. An increase in knowledge and experience is needed to determine the dental applications.