

Oorspronkelijke bijdragen

Laagdikte van hechtvlakken

Relatie laagdikte en viscositeit

Samenvatting

DOEL. Onderzoeken of de viscositeit van een hechtvlak van invloed is op de laagdikte van de hechtvlak onder een restauratie.

OPZET. *In vitro* onderzoek.

PLAATS. Katholieke Universiteit Nijmegen.

METHODE. Met een reogoneometer is de viscositeit van een aantal hechtvlakken bepaald. Met een hoog- en laagviskeuze hechtvlak is, *in vitro*, een aantal restauraties vervaardigd. Per restauratie zijn twee coupes gezaagd en de dikte van de laag hechtvlak is op een aantal plaatsen gemeten. De resultaten zijn statistisch bewerkt.

RESULTATEN. Het blijkt dat bij zowel een hoog- als een laagviskeus materiaal 'pooling' optreedt in de lijnhoeken van de preparatie. Op de vlakken heeft de adhesieflaag een constante dikte. De hoogviskeuze hechtvlak gaf een dünnere laag aan de cervicale outline van de restauratie.

CONCLUSIE. De variatie in laagdiktes van hechtvlakken, zoals die vaak op röntgenfoto's te zien is, kan niet alleen verklaard worden door de verschillen in viscositeit van het gebruikte materiaal.

KUIJS RH, BURGERSDIJK RCW, ROETERS FJM. Laagdikte van hechtvlakken. Relatie laagdikte en viscositeit. Ned Tijdschr Tandheelkd 1998; 105: 434-436.

R.H. Kuijs
R.C.W. Burgersdijk
F.J.M. Roeters

Uit de sector Preventieve en Curatieve
Tandheelkunde van de Katholieke
Universiteit Nijmegen.

Trefwoorden: Restauratieve
tandheelkunde – Hechtvlakken –
Viscositeit

Datum van acceptatie: 27 september 1998

Adres: R.H. Kuijs,
KUN, postbus 9101,
6500 HB Nijmegen.

1 Inleiding

Een belangrijke voorwaarde voor het welslagen van composietrestauraties is de kwaliteit van de adhesieve verbinding. Deze laag bepaalt in belangrijke mate het resultaat van de behandeling wat betreft de hechting, het voorkomen van napijn en de lekkage. De hechtsterkte van de huidige totaal-etsystemen met betrekking tot zowel glazuur als dentine is groot (Barkmeier *et al*, 1995; Davidson *et al*, 1993). Het uitharden van composiet gaat gepaard met krimp. Naarmate de hechting van het adhesief aan dentine beter is, is de kans groter dat er op andere plaatsen dan op de grens tussen dentine en kunsthars randspleten ontstaan (Staninec *et al*, 1995). Om lekkage als gevolg van de krimp te voorkomen of te reduceren wordt door sommige onderzoekers onder meer aanbevolen een dikke laag adhesief aan te brengen. Een dergelijke laag zou elastische eigenschappen hebben en polymerisatiekrimpen kunnen opvangen (Kemp-Scholte en Davidson, 1988; 1990). Ondanks het verschijnsel van de krimp leiden zowel klinische als *in vitro* proefrestauraties vaak tot goede resultaten, ook wanneer dunne lagen adhesief zijn gebruikt (Abdallah en Davidson, 1993; Swift, 1996).

De laagdikte van het adhesief kan onder meer worden beïnvloed door hechtvlakken uit te blazen of in verscheidene lagen over elkaar aan te brengen, door de tijdsduur van het uitblazen of door de oppervlaktespanning van de lak. De dikte van de adhesieflaag zou mogelijk ook kunnen afhangen van de viscositeit van de hechtvlak (Opdam *et al*, 1997). Bij een zelfde verwerking lijkt het waarschijnlijk dat een dik, hoogviskeus adhesief een dikkere laag zal geven dan een dunner, meer vloeibaar adhesief. Evenzo zou de viscositeit ook van invloed kunnen zijn op het optreden van 'pooling'. Hieronder verstaat men een opeenhoping van hechtvlak lokaal in de preparatie. Zowel pooling als dikke lagen van een radiolucent adhesief verhogen de kans op foutieve interpretatie van röntgenfoto's (Hardison *et al*, 1989).

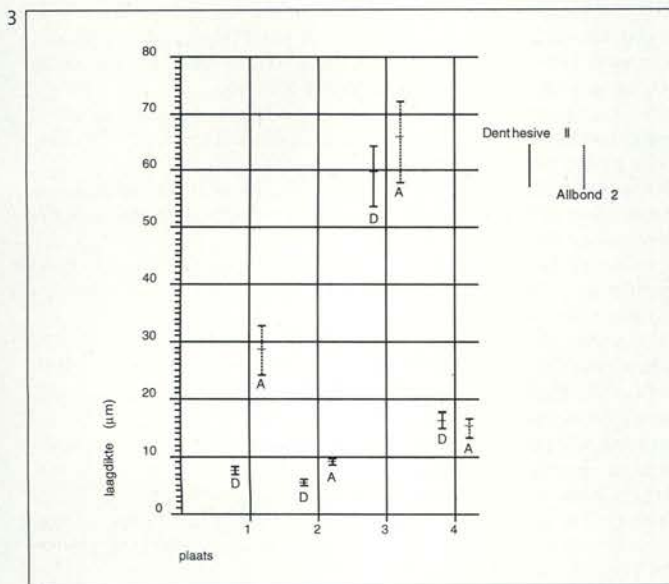
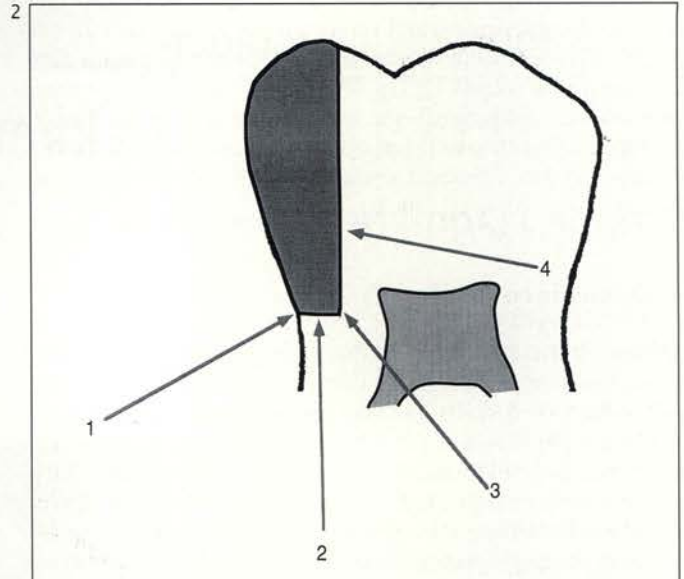
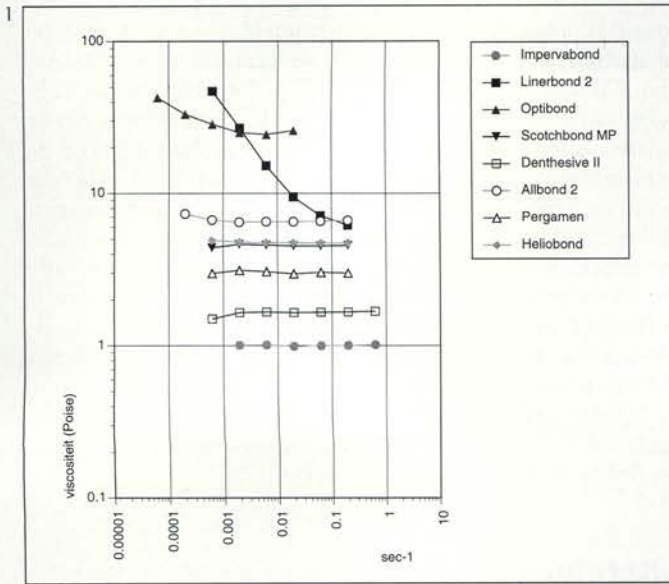
In de literatuur ontbreken onderzoeksgegevens over de invloed van viscositeit of consistentie van de hechtvlak op de dikte van de adhesieflaag. Dit onderzoek heeft tot doel antwoord te geven op de volgende vragen:

1. Beïnvloedt de viscositeit van de hechtvlak de dikte van een adhesieve laag (aangebracht volgens voorschrift van de fabrikant)?
2. Wordt bij het gebruik van één en dezelfde hechtvlak steeds een constante laagdikte verkregen?
3. Beïnvloedt de viscositeit de mate waarin pooling optreedt?

2 Materiaal en methode

Teneinde voor het onderzoek twee hechtvlakken te kunnen selecteren die substantieel in viscositeit van elkaar verschillen, werd eerst de viscositeit bepaald van een aantal veel gebruikte hechtvlakken met een Weissenberg-reogoneometer (Sangamo). Bij een dergelijke meter wordt de hechtvlak aangebracht tussen een ronde plaat en een afgeronde kegel. De plaat en de kegel worden op korte afstand van elkaar gehouden. Als de kegel gaat draaien, zal de plaat mee willen draaien. De kracht die nodig is om de plaat tegen te houden, is een maat voor de viscositeit. Naarmate de benodigde kracht toeneemt, is de viscositeit van de hechtvlak groter. Van de volgende adhesief-systemen werd de hechtvlak getest: Impervabond (Shofu), Clearfil Linerbond 2 (Cavex), Optibond (Kerr), Scotchbond MP (3M), Denthesive II (Kulzer), Allbond 2 (Bisco), Pergamen (Ultradent) en Syntac Heliobond (Vivadent). Het nadeel van de gebruikte reogoneometer is dat het onmogelijk is de viscositeit te bepalen als de hechtvlakken uit twee componenten bestaan (Clearfil Photobond; Cavex) of als de hechtvlakken zeer vluchtige oplosmiddelen bevatten (Prime & Bond 2.1, De Trey Dentsply en One-step; Bisco)

In afbeelding 1 is de viscositeit van de adhesieven weergegeven als functie van de snelheid waarmee de kegel van de



Afb.1. De viscositeit van de hechtlakken weergegeven als functie van de snelheid waarmee de basisplaat van de reogoneometer ronddraait.
 Afb.2. Schematische dwarsdoorsnede van de coupe met daarin aangegeven de 4 meetpunten: 1. cervicale outline; 2. halverwege de bodem van de box; 3. hoek tussen bodem en opstaande wand; 4. opstaande wand.
 Afb.3. Laagdiktes van de 2 materialen per meetpunt. A = Allbond, D = Dentesive.

gens voorschrift uit te harden. Alle caviteiten werden met dezelfde composiet (Clearfil Ray posterior; Cavex) in drie lagen met een spuit gevuld en uitgehard. De elementen werden uit de fantoomkaak genomen en afgewerkt. Vervolgens werden per restauratie in mesiodistale richting twee coupes gezaagd. De zaag had een dikte van 0,5 mm. Beide coupes waren 0,4 mm dik zodat ze met een doorvallendlichtmicroscop (vergroting 160) konden worden beoordeeld.

De laagdikte van de hechtlak werd op 4 plaatsen in de preparatie gemeten: 1. cervicale outline; 2. halverwege bodem box; 3. hoek tussen bodem en opstaande wand; 4. opstaande wand (afb. 2).

reogoneometer ronddraait. Hieruit blijkt dat de viscositeit van Linerbond 2 en Optibond lager wordt wanneer de kegel sneller ronddraait; dit verschijnsel wordt 'shearthinning' genoemd. Poise is de eenheid waarin viscositeit wordt uitgedrukt. Op basis van de viscositeitsmetingen zijn er twee hechtlakken uitgekozen met een zo groot mogelijk verschil in viscositeit en die op een zelfde manier worden verwerkt. Na applicatie wordt de hechtlak zachtjes uitgeblazen en vervolgens belicht.

Met ieder materiaal zijn in geëxtraheerde derde molaren 13 grote klasse II-restauraties gemaakt. Voor de preparaties is een diamantboor gebruikt (Horico FG 109.012). De afmetingen van de box waren 5 mm breed en 1,5 mm diep naar axiaal; de cervicale outline lag net onder de glazuur-cementgrens. De opstaande wanden werden voorzien van een bevel van 0,5-1,0 mm breed. Na het plaatsen van de elementen in een fantoomkaak werd een plastic matrixbandje aangebracht dat met een houten wig werd vastgezet. Voorafgaande aan het etsen en het aanbrengen van de primer werd de door de fabrikant voorgeschreven procedure gevolgd. De hechtlak werd geapliceerd met een kwastje en over bodem en wanden van de preparatie verdeeld. Gedurende drie seconden werd de hechtlak uitgeblazen met een zachte luchtstroom uit een meerfunctiespuit. Deze spuit werd op een vaste afstand van de preparatie gehouden en de luchtstroom was constant (2 liter per minuut). Daarna werd twee seconden gewacht alvorens de hechtlak vol-

3 Resultaten

Uit de gegevens in afbeelding 1 blijkt dat de meeste hechtlakken een viscositeit hebben tussen 1 en 10 Poise. De viscositeit van Optibond en Linerbond 2 ligt duidelijk hoger dan die van de andere hechtlakken, waarbij tevens opvalt dat de viscositeit ook afhankelijk is van de rotatiesnelheid van de basisplaat van de reogoneometer. Het blijkt dat de hechtlakken die in de praktijk als een dik adhesief worden ervaren ook een hoge viscositeit hebben en dunne adhesieven een lage viscositeit.

De voor het verdere onderzoek geselecteerde adhesieven Allbond 2 en Dentesive II hebben een viscositeit van respectievelijk 6,5 en 1,6 Poise. Deze materialen zijn uiteindelijk gekozen omdat hun viscositeit constant blijft bij verschillende snelheden en de materialen volgens de fabrikanten op dezelfde manier verwerkt kunnen worden. Per restauratie zijn er 2 coupes gemaakt en beoordeeld. De uitgevoerde metingen lieten geen significante verschillen zien tussen de 4 meetpunten (Student T-toets). In buccolinguale richting heeft de hechtlak een constante dikte. Uit de metingen die op de 4 verschillende meetpunten gedaan zijn, blijkt dat voor beide hechtlakken de laag het dikst is in de hoek van de preparatie (plaats 3). De laag is het dunst op de bodem van de preparatie (plaats 2). Tussen de 2 adhesieven is er geen significant verschil in laagdikte in de

hoek en de opstaande wand van de preparatie (plaats 3 en 4). Er is wel een duidelijk verschil in laagdikte aan de outline van de preparaties (plaats 1). Op de bodem is het verschil echter niet relevant aangezien beide hechtlakken een dunne laag te zien geven. Dentesive II laat op de plaatsen 1 en 2 een dikke laag zien dan Allbond 2, ondanks het feit dat Allbond 2 een hogere viscositeit heeft (afb. 3).

4 Discussie en conclusie

Allbond 2 en Dentesive II zijn op dezelfde (standaard-) manier verwerkt. De resultaten laten zien dat er geen verschil in laagdikte te meten is ondanks het feit dat de viscositeit van Allbond 2 4 keer zo hoog is als die van Dentesive II. Er wordt alleen een verschil in laagdikte gemeten aan de cervicale outline van de preparatie. Op die plaats geeft Dentesive II een dikkere adhesieflaag dan Allbond 2. Dit is tegenovergesteld aan wat op grond van viscositeit van het adhesief verwacht mag worden, namelijk dat een dikker adhesief een dikkere laag geeft. Het is mogelijk dat er tijdens het aanbrengen van de hechtlak een hoeveelheid materiaal op het plastic matrixbandje achterblijft. Tussen het aanbrengen en uitharden liggen enkele seconden waarin de hechtlak langs het bandje in de caviteit terugvloeit. Mogelijk vloeit Dentesive II gemakkelijker terug dan Allbond 2.

Voor beide materialen geldt dat in de lijnhoeken van de preparatie de hechtlak veel dikker is dan op de bodem en de opstaande wanden. Tussen de 2 coupes, die per restauratie gemaakt zijn, waren geen verschillen te meten. Op de platte vlakken is een min of meer constante laagdikte adhesief aanwezig.

In de praktijk wordt men regelmatig geconfronteerd met de nadelige effecten van een te dikke adhesieflaag. Als een radiolucente hechtlak dikker is dan 40 µm dan geeft dit een zichtbare radioluentie op de röntgenfoto (Opdam *et al*, 1997). Het is mogelijk dat in een preparatie met veel onregelmatigheden de adhesieflaag lokaal veel dikker is dan in een gladde preparatie. Wanneer lijnhoeken van een preparatie scherp zijn, zal daar de hechtlak een dikkere laag geven. Factoren zoals bevochtigingseigenschappen van primer en hechtlak,

oppervlaktespanning van voorbehandeld dentine, hydrofobe of hydrofiële eigenschappen van de hechtlak spelen daarbij mogelijk een belangrijke rol. Ook kan er een verschil in laagdikte van de hechtlak ontstaan als gevolg van de locatie van de caviteit in het element of in de mond. De luchtspuit zal op de verschillende locaties anders worden gehanteerd. Uit dit onderzoek blijkt dat, zelfs als de verwerking van de materialen gestandaardiseerd plaatsvindt, er op verschillende plaatsen in de preparatie een relatief grote spreiding in de metingen is (afb. 3). De enige manier om een dikke laag hechtlak te krijgen is waarschijnlijk het in meerdere lagen aanbrengen en laten uitharden van de hechtlak. Men moet er dan wel op bedacht zijn dat de variaties in laagdiktes dan nog groter zullen worden.

De viscositeit van een hechtlak blijkt niet de enige bepalende factor te zijn voor de laagdikte en hoeft geen rol te spelen bij de keuze van een totaal-etsysteem.

Literatuur

- ABDALLA AI, DAVIDSON CL. Comparison of the marginal integrity of in vivo and in vitro class II composite restorations. *J Dent* 1993; 21: 158-162.
- BARKMEIER WW, LOS SA, TRIOLO PT. Bondstrengths and SEM evaluation of Clearfil linerbond 2. *Am J Dent* 1995; 8: 289-293.
- DAVIDSON CL, ABDALLA AJ, GEE AJ DE. An investigation into the quality of dentin bonding systems for accomplishing a durable bond. *J Oral Rehabil* 1993; 20: 291-300.
- HARDISON JD, RAFFERTY-PARKER D, MITCHELL RJ, BEAN LR. Radiolucent Halos associated with radiopaque composite resin restorations. *J Am Dent Assoc* 1989; 118: 595-597.
- KEMP-SCHOLTE CM, DAVIDSON CL. Marginal integrity related to bond strength and strain capacity of composite resin restorative systems. *J Prosthet Dent* 1990; 64: 658-664.
- KEMP-SCHOLTE CM, DAVIDSON CL. Marginal sealing of curing contraction gaps in class V composite resin restorations. *J Dent Res* 1988; 67: 841-845.
- OPDAM NJ, ROETERS FJ, VERDONSCHOT EH. Adaptation and radiographic evaluation of four adhesive systems. *J Dent* 1997; 25: 391-397.
- STANINEC M, MARSHALL GW, KAWAKAMI M, LOWE A. Bondstrength, interfacial characterization, and fracture surface analysis for a new stress-breaking bonding agent. *J Prosthet Dent* 1995; 74: 469-475.
- SWIFT EJ, TRIOLO PT, BARKMEIER WW, BIRD JL, BOUNDS SJ. Effect of low-viscosity resins on the performance of dental adhesives. *Am J Dent* 1996; 9: 100-104.

Summary

LAYER THICKNESS OF DENTAL ADHESIVES:RELATION BETWEEN LAYER THICKNESS AND VISCOSITY

Key words: Dental restorations – Composite – Viscosity

OBJECTIVE. To investigate the viscosity of two dental adhesives in relation to the adhesive layer thickness.

Design. In vitro study.

METHODS. The viscosity of several dental adhesives has been determined with a reogoneometer. Both a high and a low viscous adhesive was used to restore class II preparations. These restorations were sectioned and the thickness of the adhesive layer was measured on several defined locations. A statistical analysis was performed.

RESULTS. The high viscous adhesive resulted in a thinner layer along the cervical outline of the restoration. With both materials pooling occurred at the line angles of the preparation. On the flat surfaces of the preparations there was a layer of even thickness.

CONCLUSION. The differences in thickness of the adhesive layer as often seen on radiographs cannot be explained solely by the use of adhesives with a different viscosity.