

# Hechting van composiet aan dentine

## Mechanismen en klinische resultaten

**Samenvatting.** Hoewel al geruime tijd een goede hechting van composiet aan glazuur te verkrijgen is, geldt dat nog niet voor dentine. Na de mislukkingen van de dentine-etsstechniek en van de chemische dentine-adhesie, wordt tegenwoordig een micromechanische verankering als hechtingsmechanisme van moderne dentine-adhesieven vooropgesteld. Aan de hand van een morfologisch onderzoek werd een groot aantal dentine-adhesieven ingedeeld op basis van de wijze waarop zij zich hechten. Daarna volgt de bespreking van een geselecteerde groep dentine-adhesieven die klinisch werden getoetst.

VAN MEERBEEK B, BRAEM M, LAMBRECHTS P, VANHERLE G. Hechting van composiet aan dentine. Mechanismen en klinische resultaten. *Ned Tijdschr Tandheelkd* 1993; 100: 489-94.

B. Van Meerbeek, tandarts<sup>1</sup>  
M. Braem, tandarts<sup>2</sup>  
P. Lambrechts, tandarts<sup>1</sup>  
G. Vanherle, tandarts<sup>1</sup>

Uit de <sup>1</sup>afdeling Conserverende Tandheelkunde en Tandheelkundige Materialen, School voor Tandheelkunde, Mondziekten en Kaakchirurgie van de Katholieke Universiteit te Leuven en de <sup>2</sup>afdeling Tandheelkundige Propedeuse van het Universitair Centrum Antwerpen (RUCA).

Trefwoorden: Restauratieve tandheelkunde – Composiet

Datum van acceptatie: 16 november 1992.

Adres: B. Van Meerbeek, UZ St.-Rafaël, Kapucijnenvoer 7, B-3000 Leuven, België.

### 1 Inleiding

Een duurzame, lekvrije verbinding tussen tandweefsel en restauratiemateriaal is een voorwaarde om microlekkage, randverkleuring, secundaire cariës en uiteindelijk verlies van de restauratie te voorkomen. Hoewel met de glazuur-etsstechniek al geruime tijd een goede hechting aan glazuur te verkrijgen is, geldt dat nog niet voor dentine.<sup>1</sup> Het hermetisch kunnen afsluiten van een caviteit met behulp van een kleeftechniek zou ongetwijfeld een welkome verruiming betekenen van het toepassingsgebied van composietmaterialen, vooral nu het gebruik van amalgaam meer en meer op bezwaren stuit.<sup>2</sup> In de eerste plaats zou met een adhesieve restauratietechniek de behandeling aanzienlijk worden vereenvoudigd. Het is dan immers mogelijk met een beperkte caviteitsvorm, met minimale opoffering van gezond tandweefsel, toch voldoende retentie en stabiliteit te verkrijgen. Dit geldt vooral voor de specifieke dentinelaesies (als cervicale erosies en abrasieën) met hun weinig retentie biedende kom- en wigvorm. Behalve tandkleurige composietmaterialen in de premolaarstreek, past de esthetische tandheelkunde ook composietcementen toe voor het vastzetten van porseleinen inlays. Ook in deze gevallen is een goed dentine-adhesief onontbeerlijk om de duurzaamheid van de postcaniene restauraties te garanderen. Bovendien zijn bepaalde esthetische behandelingen (tandvormwijziging, diastemsluiting, maskering van verkleuringen) alleen mogelijk met hechtmaterialen.

De dentale industrie, zich bewust van de vraag naar dergelijke materialen, heeft reeds menig dentine-adhesief in de handel gebracht, maar steeds met een wisselend succes. Tegenwoordig wordt de markt overspoeld met een grote verscheidenheid

aan producten die alle hechting aan tandweefsels, in het bijzonder aan dentine, waarborgen. De hoeveelheid nieuwe producten en de snelheid waarmee ze elkaar opvolgen, maakt het er voor menig tandarts niet gemakkelijker op het juiste dentine-adhesief te kiezen. Met een elektronenmicroscopisch onderzoek naar de hechtingsmechanismen van dentine-adhesieven is getracht hierin enige duidelijkheid te verschaffen. In een tweede deel wordt de toetsing van een geselecteerde groep dentine-adhesieven in de kliniek beschreven.

### 2 Adhesiemechanismen

#### 2.1 Dentine-etsstechniek

Sinds Buonocore in 1955 een eenvoudige methode heeft beschreven om kunststofmaterialen met een zuur-etsstechniek aan het glazuuroppervlak te verankeren,<sup>3</sup> heeft men gepoogd de hechting van composiet aan dentineweefsel op verschillende manieren te verwezenlijken. Met de allereerste dentine-adhesieven, onder meer in de handel gebracht onder de namen Cosmic Bond® (De Trey, 1965), Cervident® (SS-White, 1965) en Palakav® (Kulzer, 1968) werd een micromechanische verankering in de dentinekanaaltjes nagestreefd naar analogie van de glazuurhechting. Dentine werd geëtsd met fosforzuur, gevolgd door applicatie van een conventionele glazuur bonding agent en het composiet vulmateriaal. De zuurapplicatie op het dentineoppervlak opent echter de dentinectubuli zodat weefselvocht, vanuit de tandpulpa, vrij en overvloedig daar doorheen wordt gestuwd. De tegendruk van dit dentinevocht en zijn aanwezigheid op het hechtvlak belemmeren een effectieve hechting van de waterafstotende bonding agent aan het

vochtige dentine-oppervlak. Tevens werd de vraag gesteld naar de reactie van fosforzuur op het onderliggende pulpaweefsel.<sup>4</sup> In Japan bleef men echter geloven in deze dentine-etsstechniek – en het gebruik van fosforzuur – met de introductie van Clearfil Bond System-F® (Kuraray, 1978).<sup>5</sup>

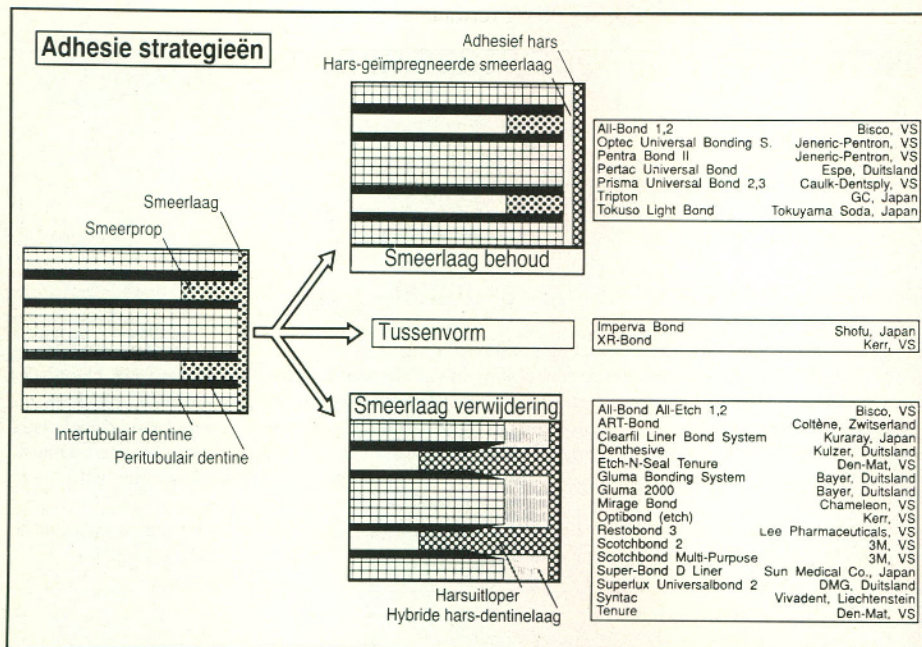
#### 2.2 Chemische dentine-adhesie

Na de mislukkingen van de dentine-etsstechniek zocht menig onderzoeker zijn heil in de chemische dentine-adhesie. Dentinehechters als Scotchbond® (3M), Dentin Bonding Agent® (Johnson & Johnson), Bondlite® (Kerr) en Dentin-Adhesit® (Vivadent) werden op de markt gebracht en samengesteld uit verscheidene chemisch-actieve componenten. Met deze producten werd een echte adhesie aan anorganische en/of organische dentineweefselcomponenten beoogd, elk volgens zijn eigen chemisch bindingsbeginsel. De basis-molecule is bifunctioneel met aan het ene uiteinde vrije, dubbele methacrylaatbindingen voor copolymerisatie met het composiet en aan het andere uiteinde een specifiek chemisch-actieve groep voor adhesie aan het dentine. In de klinische procedure werd het dentine vooraf gereinigd met een desinfecterende oplossing, gevolgd door de applicatie van de bifunctionele bonding agent en het composiet-vullingsmateriaal. Een belangrijk obstakel voor deze chemische binding wordt gevormd tijdens de caviteitspreparatie, wanneer het dentineoppervlak bedekt wordt met een structuurloze laag van slijpafval, die een direct contact tussen tandweefsel en composiet, nodig voor elke chemische reactie, verhindert. Verwijdering van deze smeerlaag biedt geen oplossing, daar de hele omgeving dan

opnieuw vochtig wordt en de chemische hechting vatbaar maakt voor hydrolyse. Een ideale chemische dentinehechter zou in staat moeten zijn de iatrogen geproduceerde smeerlaag selectief op te lossen, waarbij de partikels die de dentinekanaaltjes afsluiten behouden blijven. Een dergelijke dichte afsluiting van de dentinekanaaltjes zou het wegvloeien van dentinevocht (dentinepermeabiliteit) voorkómen en omgekeerd de pulpa, als een natuurlijke 'cavity liner', tegen een bacteriële invasie beschermen.<sup>6</sup> Bovendien zou het composiet direct, zonder enige tussenlaag, aan natuurlijk dentine kunnen worden gebonden. Helaas is een dergelijke selectieve dentinebehandeling klinisch niet realiseerbaar.

### 2.3 Micromechanische verankering

Moderne dentine-adhesieven hebben, klinisch gezien, een gecompliceerde verwerkingsprocedure en een relatief lange verwerkingstijd als nadeel. Het dentine en de gecreëerde smeerlaag worden voorbehandeld met conditioners en/of primers, alvorens de hechtlaag wordt aangebracht. Een conditioner wordt omschreven als een agens dat het tandoppervlak door zijn zure of calcium-chelerende (EDTA: ethyleendiamine-tetra-azijnzuur) eigenschappen reinigt, daarbij doorgaans de smeerlaag verwijdert en het oppervlakkige dentine ontkalkt. Volgens voorschrift moeten deze conditioners grondig worden afgespoeld om alle zuurresten en opgeloste mineralen geheel te verwijderen. Wat de biocompatibiliteit van deze zuren ten opzichte van het

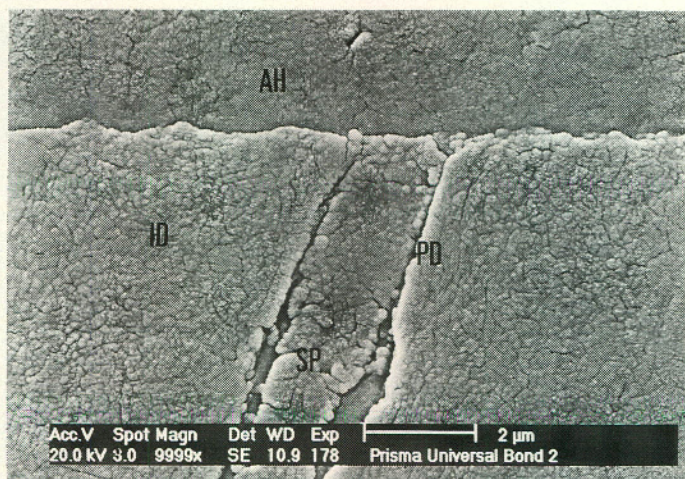


Afb. 1. Overzicht van dentine-adhesiefsystemen ingedeeld volgens hun specifieke adhesiestrategie.

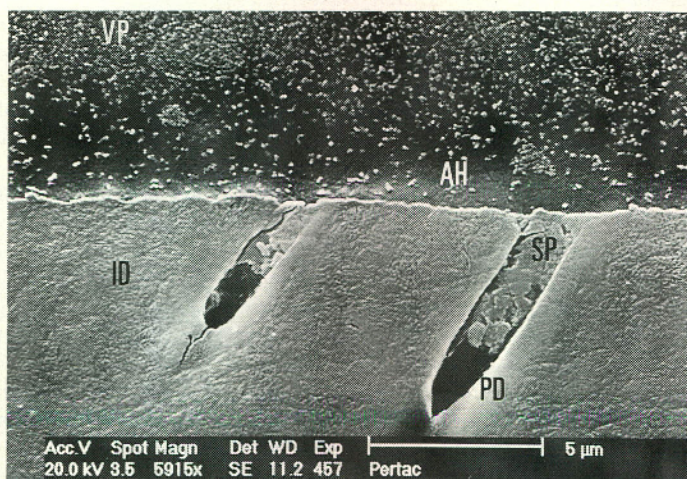
onderliggende dentine betreft, hebben recente histopathologische onderzoeken aangetoond dat het etsen van dentine met een zuur geen negatieve pulpreacties uitlokt, mits de dentinekanaaltjes hermetisch worden verzegeld tegen bacteriële invasie vanuit het mondmilieu. Ook tracht men tegenwoordig het nadelig effect van een vochtig hechtoppervlak te voorkomen door de applicatie van primers die monomeren met zowel hydrofiele als hydrofobe eigenschappen bevatten. Dankzij hun hydrofiele eigenschappen zijn deze monomeren in staat het hechtoppervlak in voldoende

de mate te bevochtigen. Dankzij hun waterafstotende eigenschap zorgen zij voor de nodige bindmogelijkheden voor co-polymerisatie met de vervolgens aangebrachte bonding agent. Bovendien zijn deze bifunctionele moleculen vaak opgelost in alcohol of aceton, die door hun waterverdrijvende en vluchtige eigenschappen bij uitstek in staat zijn om deze monomeren op het vochtige dentine-oppervlak uit te spreiden. Vanzelfsprekend mogen deze primers niet afgespoeld worden, maar het oplosmiddel kan met de luchtspuit worden verdampt.

Afhankelijk van de wijze waarop het



Afb. 2. SEM-opname van de hars-dentinehechting tot stand gekomen door Prisma Universal Bond 2<sup>®</sup>. De dentinetubulus is opgevuld met een smeerprop (SP). De hars-dentinehechting ter hoogte van het intertubulair dentine (ID) laat zich duidelijk onderscheiden, wat op een onvoldoende bevochtiging van het dentine-oppervlak zou kunnen wijzen. AH = adhesief hars; PD = peritubulair dentine.



Afb. 3. SEM-opname van de hars-dentinehechting, tot stand gekomen door Pertac<sup>®</sup>. Beide kanaalopeningen zijn duidelijk met een smeerprop (SP) afgesloten. Het adhesiefhars (AH) sluit nauw aan bij het intertubulair dentine (ID). De kleine witte korrels zijn microfine vultofpartikels (VP) van een laag-viskeus hars dat bovenop het adhesiefhars werd uitgehard; PD = peritubulair dentine.

Tabel 1. Dentine-adhesieven die de smeerlaag verwijderen.

<i>Specifiek-dentine hechtsystemen</i>	
A.R.T. Bond	Coltène, Zwitserland
Denthesive	Kulzer, Duitsland
Gluma	Bayer Dental, Duitsland
Scotchbond 2	3M, V.S.
Superlux Universal Bond 2	DMG, Duitsland
Syntac	Vivadent, Liechtenstein
Tenure	Den-Mat, V.S.
<i>Universele hechtsystemen</i>	
All-Bond 2 (All-Etch)	Bisco, V.S.
Clearfil Liner Bond System	Kuraray, Japan
Etch-N-Seal/Tenure	Den-Mat, V.S.
Gluma 2000	Bayer Dental, Duitsland
Mirage Bond	Chameleon, V.S.
Optibond (etch)	Kerr, V.S.
Restobond 3	Lec Pharmaceuticals, V.S.
Scotchbond Multi-Purpose	3M, V.S.
Super-Bond D Liner	Sun Medical Co., Japan

dentine-oppervlak en de smeerlaag worden voorbehandeld, functioneren deze dentine-adhesieven ieder op hun eigen, specifieke manier. Op basis van een scanning-elektronenmicroscopisch onderzoek van de kunsthars-dentinehechting, waarbij het monsteroppervlak volgens een argonion etsprocedure werd behandeld,<sup>8</sup> werden 25 dentine-adhesieven onderverdeeld in twee hoofdgroepen en één tussengroep (afb. 1). Een eerste groep omvat die adhesiefsystemen die de smeerlaag nagenoeg intact laten en een tweede, uitgebreide groep dentine-adhesieven die de smeerlaag volledig ver-

wijderen. Een derde, beperkte groep omvat die producten die functioneren op een wijze die tussen beide andere systemen in ligt, waarbij het dentine-oppervlak gedeeltelijk wordt ontkalkt, maar de dentinetubuli afgesloten blijven met een smeerprop.

### 2.3.1 Behoud van de smeerlaag

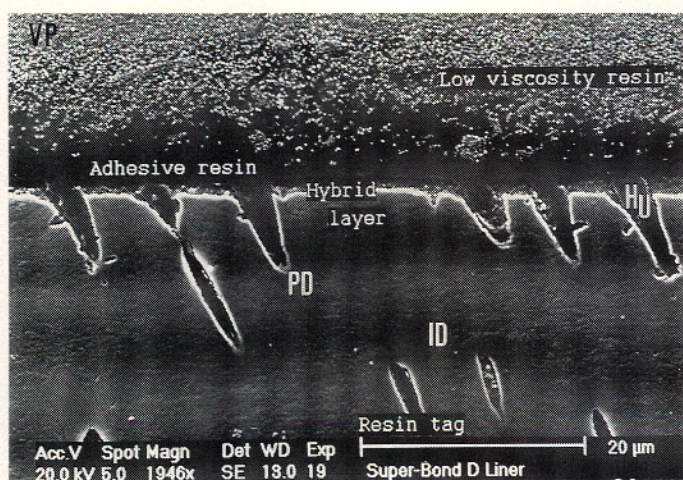
Het behouden van de smeerlaag stoelt op de afkeer van het etsen van dentine en vraagt om dentine-adhesieven die erin slagen in de smeerlaag te infiltreren met bi-functionele monomeren (primer). Op die

manier wordt een micromechanische – al dan niet chemische – hechting verkregen aan het onderliggende dentine. Tot deze groep behoren: Tripton® (ICI) en Prisma Universal Bond 2 en 3® (Caulk-Dentsply), werkzaam volgens het tweecomponenten-systeem, die, naar men veronderstelt, voornamelijk met behulp van elektrostatische aantrekkingskrachten aan het dentine-oppervlak hechten (afb. 2). Ter bestrijding van eventueel aanwezige bacteriën en/of hun toxinen zijn aan de primer antibacteriële middelen toegevoegd. Als uitzondering is Pertac Universal Bond® (Espe) werkzaam volgens een cencomponentsysteem en hecht het zich dankzij de matig zure en hydrofiele samenstelling – op basis van de polyacrylzuur-component – volgens een glasionomeerachtige chemische reactie (afb. 3).

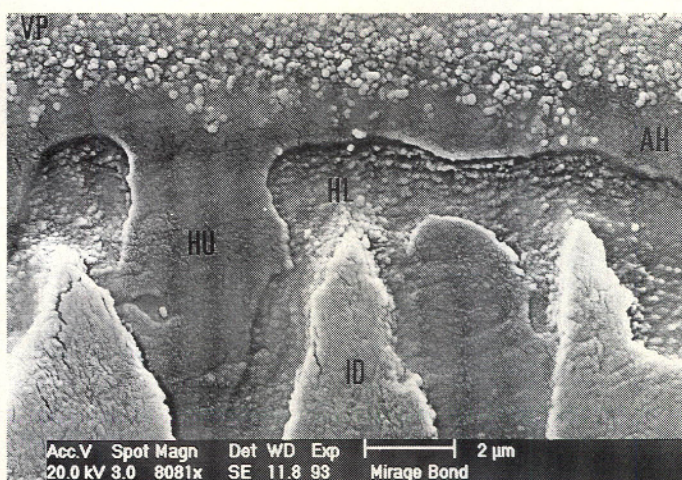
Klinisch gaat bij het gebruik van al deze producten vanzelfsprekend het etsen van het glazuur met fosforzuur vooraf.

### 2.3.2 Verwijderen van de smeerlaag

Een andere groep van dentine-adhesieven verwijdert de smeerlaag. Ze zijn volgens twee hechtsystemen in te delen: de specifiek-dentinehechtsystemen en de universele hechtsystemen (zie tab. I). Verwijdering van de smeerlaag vereist de applicatie van zuren of calciumchelators (EDTA), die tevens het dentine tot op zekere diepte ontkalken. De afstand, waarover in de diepte gerekend wordt ontkalkt, varieert van 0,5 tot 7,5 µm voor de verschillende producten en is afhankelijk van het etsvermogen en de applicatietijd van het gebruikte middel.<sup>8</sup> Door calciumfosfaten aan de oppervlakkige



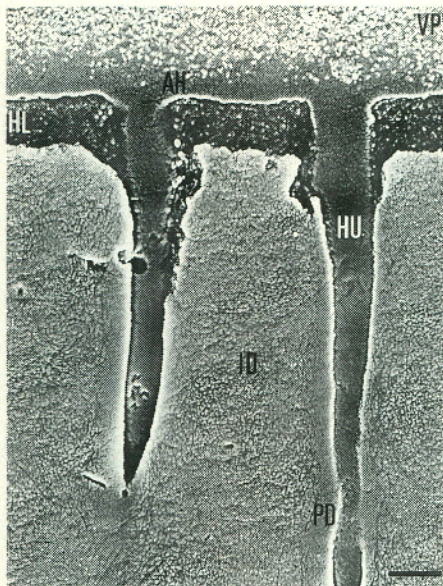
Afb. 4. SEM-opname van de hars-dentinehechting tot stand gekomen door Super-Bond D Liner®. Een zone van ongeveer 1,5 µm, die duidelijk kan worden onderscheiden van het donkere adhesiefhars en het onderliggende intertubulaire dentine, stelt de hybride hars-dentinelaag (HL) voor. Harsuitlopers (HU) dringen door de hybride laag heen tot diep in de geopende dentinetubuli. PD = peritubulair dentine; VP = vulstofpartikels van een laag-viskeus hars.



Afb. 5. SEM-opname van de hars-dentinehechting, verkregen met Mirage Bond®. Een hybride hars-dentinelaag (HL) van ongeveer 2 µm scheidt het adhesiefhars (AH) van het intertubulair dentine (ID). De vrij agressieve conditioner, die 2,5% salpeterzuur en 4% NPG (N-fenylglycine) als actieve bestanddelen bevat, heeft de tubuli-openingen aanzienlijk verwijd, waarbij zowel peritubulair als intertubulair dentine werd ontkalkt. Harsuitlopers (HU) penetreren in de geopende dentinetubuli. VP = vulstofpartikels van een laag-viskeus hars.

ge dentinelaag te onttrekken, wordt een netwerk van collageenvezels vrijgelegd. Daar deze collageestructuur zijn oorspronkelijke minerale verband heeft verloren, valt het als een dicht netwerk neer op het onderliggende niet-ontkalkte dentine. Men veronderstelt dat de applicatie van hydrofiele primers, in een volgende stap, dit collageen netwerk zodanig wijzigen dat infiltratie van het adhesiefhars wordt bevorderd. De interfibrillaire ruimten worden in ultramicroscopische zin vergroot, zodat het geïnfiltrerde monomeer zich tussen de collageenvezels kan innestelen en ter plaatse polymeriseren. Deze zogenaamde hybride laag, samengesteld uit gepolymeriseerd hars en verankerd tussen de talrijke collageenvezels, vormt een micromechanische verbinding tussen het diepere, niet-ontkalkte dentine en het composiet-restauratiemateriaal (afb. 4-7).

Specifiek-dentinehechtsystemen vereisen een afzonderlijke etsbehandeling van het glazuur. Producten als Gluma® (Bayer Dental) en Denthesive® (Kulzer) kennen een EDTA-voorbehandeling en produceren slechts een hybride laag die dunner is dan 1 µm. Adhesieven als A.R.T. Bond® (Coltène), Scotchbond 2® (3M), Superlux Universal Bond 2® (DMG) en Syntac® (Vivadent) combineren een conditioner (maleïnezuur) met een primer en bevatten daarnaast voornamelijk HEMA (hydroxyethylmethacrylaat)-monomeren als actieve bestanddelen. Deze combinatie vraagt slechts om een enkelvoudige voorbehandeling van het dentine alvorens het eigenlijke adhesiefhars wordt aangebracht. Ten slotte wordt bij gebruik van Tenure® (Den-Mat) – de pionier van deze smeerlaag-verwijde-



Afb. 6. SEM-opname van de hars-dentinehechting verkregen met Scotchbond Multi-Purpose®. Een hybride laag (HL) van ongeveer 2,5 µm is zichtbaar ter hoogte van het intertubulair dentine (ID). De tubuli-openingen zijn aanzienlijk verbreed door de inwerking van 10% maleïnezuur, waardoor harsuitlopers (HU) tot diep in de dentinetubuli doordringen. AH - adhesief hars; PD = peritubulair dentine; VP = vulstofpartikels van een laag-viskeus hars; Staaf 3 µm.

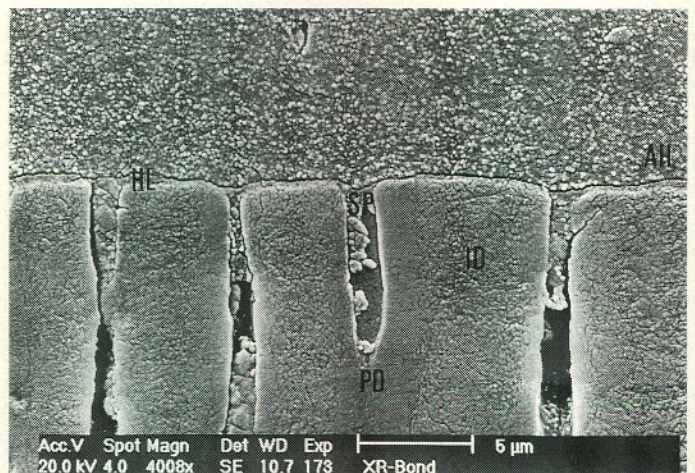
rende adhesieven – het dentine-oppervlak vooraf met aluminiumoxalaat geïmpregneerd.

Recente produktontwikkelingen sturen echter – met de introductie van zogenaamde universele dentine-adhesieven – op een vereenvoudiging van de klinische hecht-

procedure aan (tab. I). Verdund fosforzuur, dat voorkomt in All-Bond® (Bisco) en in Etch-N-Seal® (Den-Mat), citroenzuur in Clearfil Liner Bond System® (Kuraray) en in Super-Bond D Liner® (Sun-Medical Co.), salpeterzuur in Mirage Bond® (Chameleon), in Restobond 3® (Lee Pharmaceuticals Co.) en in combinatie met oxaalzuur in Gluma 2000® (Bayer Dental) en maleïnezuur in Scotchbond Multi-Purpose® (3M) worden toegepast om het glazuur- en dentine-oppervlak gelijktijdig te conditioneren tijdens een zogenaamde 'totale ets'-procedure. Onderling verschillen deze producten voornamelijk in de mate waarin zij het dentine ontkalken en dat is afhankelijk van het soort zuur, de concentratie daarvan en de applicatietijd. Revolutionair is het hechtvermogen van All-Bond® aan vochtig dentine, hetgeen voornamelijk kan worden toegeschreven aan het waterverdrijvend effect van aceton, dat als oplosmiddel in de All-Bond-primer wordt verwerkt. Scotchbond Multi-Purpose werkt, naast een micromechanisch ook volgens een glasionomeer-achtig hechttingsprincipe, aangezien de primer behalve HEMA-monomeren ook water als oplosmiddel en een Vitrebond® polymeer bevat (afb. 6). De nieuwste ontwikkeling op het gebied van de dentine-adhesieven is gebaseerd op het inbouwen van een elastische bufferlaag tussen tand en restauratie, ter compensatie van de polymerisatiekrimp van het composiet-restauratiemateriaal. Deze bufferlaag is geïntroduceerd met het Clearfil Liner Bond System. Een relatief dikke harslaag, gevuld met microfijne silicapartikels, die wordt aangebracht tussen het stugge dentine-oppervlak en het krim-



Afb. 7. SEM-opname van de hars-dentinehechting verkregen met Optibond®. Het dentine werd geëtsd met een 37% fosforzuurgel gedurende 15 seconden. Een hybride laag (HL) van ongeveer 5 µm is zichtbaar ter hoogte van het intertubulair dentine (IS) en is bedekt met een adhesief hars (AH), gevuld met natrium-fluoridesilicaat en barium-glaspartikels. De dentinekanaaltjes zijn aanzienlijk door de forforzuurconditionering verwijderd en door een harsuitloper (HU) verzegeld. PD = peritubulair dentine.



Afb. 8. SEM-opname van de hars-dentinehechting verkregen met XR-Bond®. De kanaalingangen worden geobliteerd door smeerprop (SP) die de vorming van harsuitlopers in de dentinetubuli verhindert. Hoewel ter hoogte van het intertubulair dentine (ID) een dunne hybride hars-dentine laag (HL <0,5 µm) werd gevormd, verraadt een scheiding tussen dentine en adhesiefhars (AH) de zwakke schakel in deze hechting. PD = peritubulair dentine.

pende composiet, is enigszins in staat de spanningen die ontstaan in het krimpende composiet, op te vangen. Daardoor is de eigenlijke dentine-harsverbinding minder onderhevig aan de krimpkrachten.<sup>1</sup> Optibond®, dat recent op de markt werd gebracht, bevat een soortgelijke harslaag gevuld met partikels (afb. 7). Het grote voordeel van deze 'totale-ets'-produkten is ongetwijfeld hun korte applicatietijd. Ook wordt de toepassing van deze universele adhesiesystemen door de fabrikanten aanbevolen voor de hechting aan amalgaam, porselein en metaal. Deze laatste indicaties moeten echter nog klinisch worden bevestigd.

### 2.3.3 Intermediaire werkwijze

Een derde groep bevindt zich, wat het hechtingsmechanisme betreft, tussen beide voorgaande typen. Een gedeeltelijk hybride laag wordt gevormd, terwijl de dentinekanaaltjes afgesloten blijven met een smeerprop. Slechts twee onderzochte produkten, Imperva Bond® en XR-Bond®, functioneren volgens dit principe (afb. 8).

## 3 Klinische resultaten

Ook *in vitro*-onderzoek naar bindsterkte en microlekkage is essentieel voor de beoordeling van nieuwe dentine-adhesieven. Maar aangezien dergelijke proeven qua opzet van laboratorium tot laboratorium vaak sterk verschillen, is een onderling vergelijken van de uitkomsten vrijwel niet mogelijk.<sup>9</sup> Bovendien gaan laboratoriumresultaat en klinisch succes (waar het uiteindelijk om gaat) lang niet altijd samen. Hoewel in het laboratorium in de eerste plaats de klinische condities zo goed mogelijk moeten worden benaderd, kunnen niet alle klinische omstandigheden worden gesimuleerd.<sup>10</sup> Daarom werd een uitgebreide studie opgezet om de hechting van composiet-restauratiematerialen aan dentine onder klinische omstandigheden na te gaan. Er waren 960 cervicale restauraties bij betrokken.

In totaal werden acht verschillende dentine-adhesieven getest die volgens twee verschillende technieken (A en B) werden toegepast (tab. II). Techniek A werd gebruikt bij cervicale laesies zonder enige vorm van caviteitspreparatie toe te passen, zodat de retentie van de restauratie geheel afhankelijk was van de hechting aan het dentine. Bij techniek B werd een glazuurbevel gerealiseerd. Controles werden uitgevoerd na zes maanden, een en twee jaar na vervaardiging van de restauraties. De volledige testperiode is nog niet voor alle systemen voltooid en dat geldt vooral voor beide experimentele Bayer-versies, die nog steeds lopende is. Als evaluatiecriterium geldt het percentage restauraties dat tijdens

Tabel II. Overzicht van de onderzochte dentine-adhesieven in combinatie met hun composiet vullingsmateriaal per groep.

Dentine-adhesief	Composiet	A	B	Totaal
Scotchbond	Silux	66	90	156
Gluma	Lumifor	59	115	174
Clearfil New Bond	Clearfil Ray	41	141	182
Scotchbond 2	Silux Plus	47	66	113
Tenure	Herculite XR*	31	32	63
Tripton	Opalux	29	40	69
Bayer exp. 1	Pekafill	49	51	100
Bayer exp. 2	Pekafill	51	52	103
Totaal		373	587	960

De naam van de fabrikant van de respectieve adhesief-composiet combinatie wordt vermeld in afb. 1, tenzij specifiek vermeld: \* Kerr.

de duur van het onderzoek in tact is gebleven. Naar gelang van het tijdstip waarop de produkten beschikbaar kwamen, werden de ADA-specificaties van respectievelijk 1987 of 1991 als richtlijnen voor het klinische resultaat van dentine-adhesieven gehanteerd.<sup>11,12</sup> Volgens de ADA-specificatie van 1987 is het gebruik van een dentine-adhesief klinisch verantwoord wanneer een retentiegraad van 95% na zes maanden en van 80% na drie jaar wordt gegarandeerd. Met de opkomst van de totale-ets-systemen werden deze ADA-normen in 1991 aangescherpt: na één jaar mag maximaal 5% van de restauraties verloren zijn gegaan en 10% na drie jaar. Hoewel beide specificaties alleen betrekking hebben op techniek A (waarbij alleen de adhesieve capaciteiten van de dentinehechter en geen bijkomende geometrische of externe verankeringsmethoden in het geding zijn), worden ze toch voor beide technieken gehanteerd.

Indien de resultaten in groep A worden beschouwd in het licht van de ADA-richtlijnen, blijkt duidelijk dat adhesiesystemen die omstreeks 1980 op de markt verschenen, niet aan de gestelde eisen voldoen (afb. 9).

Verliespercentages na twee jaar van 42 (Scotchbond®) en van maar liefst 67 (Gluma®) zijn onaanvaardbaar. De zogenaamde 'zelf-etsende' dentine bonding agents, zoals Scotchbond® maar ook de Clearfil-generatie met Clearfil Bond System-F®, Clearfil New Bond® en Photo Bond®, bevatten matig zure fosforesters die de smeerlaag en het onderliggende dentine gedeeltelijk ontkalken. Deze produkten behoren tot de groep van dentine-adhesieven met een intermediair hechtingsmechanisme. Hoewel Gluma®, als één van de pioniers, tot de meest belovende groep van smeerlaag-verwijderende adhesieven behoort, blijkt de matige dentine-ontkalking met EDTA onvoldoende te zijn om het composietvullingsmateriaal van een voldoende micromechanische verankering aan dentine te voorzien. De negatieve resultaten die

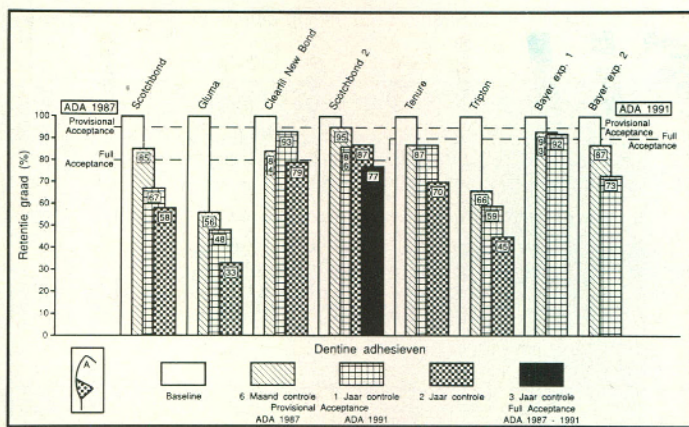
uit laboratoriumproeven met Gluma® werden genoteerd, worden toegeschreven aan de niet-afzonderlijke uitharding van de bonding agent. Dit onderstreept de absolute noodzaak van een voldoende dikke laag adhesiefhars ter compensatie van de polymerisatie-inhibitie voor zuurstof en van de polymerisatiekrimping van het composiet.<sup>13</sup>

Terwijl Clearfil New Bond® met een retentiegraad van 79% na twee jaar maar net de ADA-limiet (die weliswaar voor drie jaar is opgesteld) overschrijdt, slaagt Scotchbond 2® erin het percentage uitgevallen restauraties enigszins te beperken tot 13. Uiteindelijk zal Scotchbond 2® maar net het verliespercentage van twintig na drie jaar overschrijden met een percentage van 23. Vergeleken met deze resultaten en met de eveneens gunstige resultaten uit andere klinische studies,<sup>14</sup> heeft Scotchbond 2® als eerste en tot nu toe als enige produkt volledige ADA-goedkeuring ontvangen.

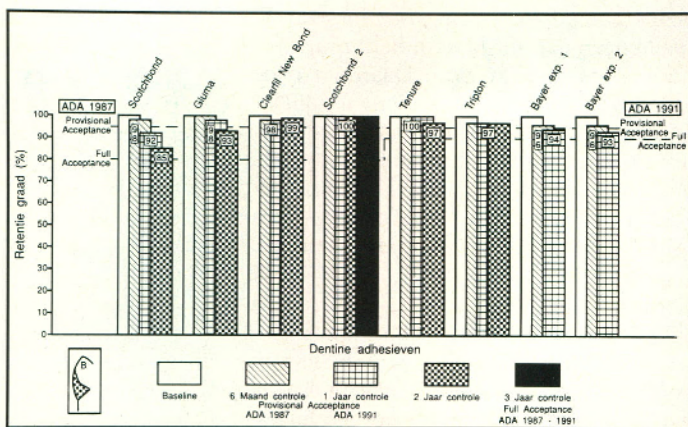
Minder gunstige resultaten werden genoteerd voor Tenure® en Tripton® met verliespercentages van respectievelijk dertig en 55 na twee jaar. Terwijl Tenure® een hechtingsysteem is dat de smeerlaag verwijderd, laat Tripton® deze nagenoeg intact.

Ten slotte lijken beide experimentele Bayer-systemen, met een vrij aanzienlijk verliespercentage van 27 voor Bayer Exp. 2® na één jaar, geen betrouwbare oplossing voor de toekomst te bieden. Ook voor deze produkten geldt volgens de instructies van de fabrikant – evenals voor Gluma® – dat het adhesiefhars niet afzonderlijk mag worden uitgehard, waardoor nagenoeg geen elastische bufferlaag tussen het tandoppervlak en het krimpende composiet ontstaat.

Zodra de adhesiesystemen uit groep B werden toegepast in combinatie met een afzonderlijke glazuur-etsprocedure, voldeden zes produkten aan de ADA-eisen (afb. 10). Hogere verliespercentages van respectievelijk zes en zeven werden echter genoteerd voor beide experimentele Ba-



Afb. 9. Schematische voorstelling van de retentiegraad als functie van de tijd van acht dentine-adhesieven uit groep A.



Afb. 10. Schematische voorstelling van de retentiegraad als functie van de tijd van acht dentine-adhesieven uit groep B.

yer-systemen. Het gelijktijdig etsen van glazuur en dentine met oxaalzuur in combinatie met calciumnitraat lijkt onvoldoende glazuurhechting te bieden in vergelijking met een klassieke fosforzuur etsbehandeling.

Ten slotte spelen andere factoren, afhankelijk van het adhesiefsysteem of de caviteitspreparatie, een belangrijke rol bij de hechting van composietrestauratiematerialen aan dentine. Een niet onbelangrijke factor is de keuze van het composietmateriaal. Daar een excentrische incisale of oclusale belasting, bij een onvoldoende uitgebalanceerde oclusie en articulatie, druk- en trekkrachten induceert die een etiologische factor vormen bij het ontstaan van cervicale laesies,<sup>15</sup> zijn adhesieve halsrestauraties ongetwijfeld onderhevig aan dezelfde spanningen. Relatief elastische restauratiematerialen, die deze druk- en trekkrachten enigszins absorberen, dragen bij tot het in-stand-houden van de kwetsbare dentinehechting. In deze klinische onderzoeken werden de beste resultaten behaald met Silux Plus<sup>®</sup>, dat als microfijne composiet enige elasticiteit bezit, in tegenstelling tot de stugge hybride composieten.<sup>1</sup>

#### 4 Conclusie

Gelet op de grote verscheidenheid van producten, is het voor de algemeen-practicus moeilijk een juiste keuze te maken. Globaal kunnen de onderzochte dentine-adhesieven in twee hoofdgroepen, elk met hun specifieke hechtmechanisme, worden onderverdeeld. Een lichte voorkeur gaat wellicht uit naar de producten die een 'totale ets'-procedure voorschrijven. Het etsen van dentine gebeurt dan steeds in beperkte mate en is niet schadelijk, op voorwaarde dat de wond nadien volledig en liefst hermetisch kan worden verzegeld. De klinische resultaten zijn bij deze keuze duidelijk

richtinggevend. Het etsen van glazuur is nog steeds een absolute noodzaak, hoewel enige terughoudendheid in de keuze van een universeel etsmiddel, als vervanger van fosforzuur, is aan te raden. Verder klinisch onderzoek met andere producten die tot deze 'totale ets'-procedure voorschrijven, is daarom noodzakelijk. Als restauratiema-

teriaal voor de behandeling van cervicale laesies is in de eerste plaats een microfijn composiet geïndiceerd. Het is altijd belangrijk om – welk type adhesiefsysteem ook wordt gekozen – de instructies van de fabrikant nauwkeurig op te volgen teneinde de kans op een goede dentinehechting zo groot mogelijk te maken.

#### Summary

##### MORPHOLOGICAL AND CLINICAL ASPECTS OF DENTIN ADHESION

Key words: Dental restoration – Dentin adhesion

Although an efficient bond of resin composites to enamel can be realized since quite a long time, reliable dentine bonding is nowadays still a clinical problem. After the failure of the dentine-etch technique, followed by the misfortunes of the chemical dentine adhesion technique, modern dentine adhesive systems are believed to function by a micromechanical attachment mechanism. Based on a morphological study of the resin-dentine interface, a broad selection of dentine adhesive systems was classified following their adhesion-strategy. In a second part, eight dentine adhesive systems were clinically tested in terms of retention.

#### Literatuur

- DAVIDSON CL. Volledige afsluiting. Ned Tijdschr Tandheelkd 1990; 97: 114-7.
- VERMEULEN M, GLADYSS, VANHERLE G. Angst voor amalgaam. Tandheelkundige Tijdingen 1992; 58: 5-25.
- BUONOCORE MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. J Dent Res 1955; 34: 849-53.
- STANLEY HR. Pulpal consideration of adhesive materials. Oper Dent 1992; suppl. 5: 151-64.
- FUSAYAMA T. New concepts in operative dentistry. Berlijn: Quintessence Publishing Co., 1980.
- PASHLEY DH. In: Spångberg LSW, ed. Dentin permeability: Theory and Practice. Experimental endodontics edr. Boca Raton, Florida: CRC press, 1990.
- COX CF. Effects of adhesive resins and various dental cements on the pulp. Oper Dent 1992; suppl. 5: 165-76.
- VAN MEERBEEK B, INOKOSHI S, BRAEM M, LAMBRECHTS P, VANHERLE G. Morphological aspects of the resin-dentin interdiffusion zone with different adhesive systems. J Dent Res 1992; 71: 1530-40.
- RETIEF DH. Standardizing laboratory adhesion test. Am J Dent 1991; 4: 231-6.
- PASHLEY DH. In vitro simulations of in vivo bonding conditions. Am J Dent 1991; 4: 123-6.
- AMERICAN DENTAL ASSOCIATION. Council on dental materials, instruments and equipment. Acceptance program ADA guidelines, 1987.
- AMERICAN DENTAL ASSOCIATION. Council on dental materials, instruments and equipment. Revised acceptance program ADA guidelines, 1991.
- CRIM GA. Prepolymerization of Gluma 4 sealer: effect on bonding. Am J Dent 1990; 3: 25-7.
- DUKE ES, ROBBINS JW, SNYDER DS. Clinical evaluation of a dental adhesive system: three-year results. Quintessence Int 1991; 22: 889-95.
- LEE WC, EAKLE WS. Possible role of tensile stress in the etiology of cervical lesions of teeth. J Prosthet Dent 1984; 52: 374-80.
- VAN MEERBEEK B, BRAEM M, LAMBRECHTS P, VANHERLE G. Evaluation of two dentin adhesives in cervical lesions. J Prosthet Dent 1992; 70: 308-14.