

# Amalgaam

## VIII. Substituut voor amalgaam: de biocompatibiliteit van composietrestauraties

*Samenvatting.* Uit esthetische overwegingen en omdat uit amalgaam kwik vrijkomt, hebben vele patiënten een voorkeur voor restauraties van composiet. Maar net zoals voor amalgaam geldt voor composiet de vraag of het een biocompatibel materiaal is. Uit composiet kunnen alle samenstellende componenten en biogetransformeerde stoffen vrijkomen. In geval van restauratie met composiet hangt schade aan de pulpa bewijsbaar samen met bacteriële lekkage, hetgeen een gevolg is van aan composiet inherente hardingskrimp. Lokale en algemene symptomen van allergie treden sporadisch op, maar zouden in de toekomst vaker kunnen voorkomen. Dit is het geval bij de werkers in de tandheelkunde. Een toxische werking van composiet lijkt gezien hun geringe massa weinig waarschijnlijk, een carcinogene lijkt voorsnog uitgesloten.

SCHUURS AHB, VAN AMERONGEN JP. Amalgaam. VIII. Substituut voor amalgaam: de biocompatibiliteit van composietrestauraties. *Ned Tijdschr Tandheelkd* 1993; 100: 389-91.

A.H.B. Schuurs, tandarts  
J.P. van Amerongen, tandarts

Uit de vakgroep Cariologie en Endodontologie van het Academisch Centrum Tandheelkunde Amsterdam (ACTA).

Trefwoorden: Restauratieve tandheelkunde – Composiet – Allergie

Datum van acceptatie: 16 juli 1993.

Adres: Dr. A. H. B. Schuurs, ACTA, Louwesweg 1, 1066 EA Amsterdam.

### 1 Inleiding

Vanwege cosmetische redenen en/of twijfel aan de veiligheid van amalgaam hebben steeds meer patiënten een voorkeur voor restauraties van composiet. Voor de tandarts geldt echter de vraag of composiet biocompatibel is én of caviteiten met composiet in plaats van met amalgaam adequaat kunnen worden hersteld. In deze bijdrage wordt de biocompatibiliteit van composiet kritisch beschouwd.

### 2 Samenstelling van composiet

De meeste tandheelkundige composieten bevatten het viskeuze monomeer Bis-GMA (Bis-glycidylmethacrylaat), een combinatie van epoxyhars met methacrylaatgroepen, en verder laag-vlocibare monomeren. Andere bevatten urthaan-dimethacrylaat in plaats van Bis-GMA. Voorts zijn initiatoren al of niet met activatoren aanwezig om de polymerisatie op gang te brengen, maar ook inhibitoren (ofwel stabilisatoren) om spontane polymerisatie tegen te gaan. Verder bevatten zij anorganische vulstof (partikels van kwarts, glas en diverse oxiden, in verschillende grootte en per merk in verschillende hoeveelheid), en bovendien silaan voor de adhesie hars-vulstof, kleurpigmenten en kleurstabilisatoren.<sup>1,2</sup> In principe kunnen al deze componenten vrijkomen.

### 3 Biocompatibiliteit

#### 3.1 Conversie

De monomeren vormen bij verharding driedimensionele ketens, maar in de chemisch hardende composieten heeft na 24 uur 25%-40% van de methacrylaatgroepen

niet gereageerd.<sup>3</sup> Dat ligt bij de lichthardende composieten niet beter, integendeel. Er bestaan dan méér mogelijkheden voor fouten tijdens de verwerking, waardoor zelfs in niet al te diepe restauraties 27%-46% van de methacrylaat-groepen niet reageert.<sup>1</sup> Als oorzaken gelden een verminderde of variërende intensiteit van de lichtbron, voor licht moeilijk toegankelijke plaatsen, te korte belichting, belichting van te dikke lagen waardoor absorptie van licht en lichtverstrooiing optreden. Ook kunnen onzuiverheden en additieven, zoals de kleurpigmenten, aanwezig zijn, die langere belichtingstijden dan opgegeven nodig maken. Als gevolg van de onvolledige conversie zullen de restauraties biodegradatie tonen.<sup>4</sup>

#### 3.2 Vrijkomende stoffen

Het monomeer dat niet gereageerd heeft, zou voor bijna 100% gedurende de eerste dag na het restaureren uit de vulling lekken.<sup>5</sup> Omdat echter een groot deel van de niet-gereageerd hebbende methacrylaatgroepen een binding met andere (niet-monomere) moleculen in het composiet aangaat,<sup>6</sup> kan er relatief toch maar weinig monomeer uit de vulling vrijkomen of, anderszijds, hydrolyseren. In vooral de oppervlaktelagen en in porositeiten wordt door oxydatie uit het onvolledig gepolymeriseerde monomeer formaldehyde (0,1-0,5 µg/cm<sup>2</sup>) gevormd. Het formaldehyde, dat vermoedelijk afkomstig is van de methacrylaatgroepen, komt grotendeels de eerste dag vrij, maar ook na circa vier maanden is nog afgifte waarneembaar.<sup>7</sup> Door hydrolyse en mede onder invloed van onder andere speekselenzymen komen allerlei producten vrij, zoals methylacrylzuur, benzoëzuur en silaan.<sup>1,4,6,8</sup> Dit alles leidt tot verval van de vulling.<sup>4</sup>

#### 3.2.1 Schade aan de pulpa

*Bacteriën.* De gedachte dat de pulpa door toxiciteit van composiet wordt geschaad, kwam op losse schroeven te staan toen bleek dat met zinkoxyde-eugenolcement overdekte composiet- en silicaatvullingen geen of slechts een geringe onsteking van de pulpa veroorzaakten; onder en naast de vullingen werden vrijwel geen bacteriën aangetroffen. Als daarentegen het vullingoppervlak niet met cement werd afgedekt, bleek de pulpa matig tot ernstig ontstoken en waren grote hoeveelheden bacteriën rondom de vullingen aanwezig.<sup>9</sup> Later werd op gelijke wijze de onschadelijkheid van acht afzonderlijke componenten van composiet aangetoond.<sup>10</sup> Zelfs het contact tussen de geëxponeerde pulpa met zinkfosfaatcement, composiet, amalgaam of silicaat leidde niet tot pulpitis en necrose, mits over deze restauratiematerialen heen zinkoxyde-eugenol cement was aangebracht; er werd een dentinebrug gevormd, uitgezonderd onder amalgaam.<sup>11</sup>

*Cytotoxiciteit.* In celculturen waren composieten, al dan niet uitgehard, cytotoxisch.<sup>12</sup> De cytotoxiciteit op fibroblastenculturen bleek samen te hangen met de mate van conversie van het monomeer.<sup>14</sup> Bij apen werkten kunstharsen, gebruikt als cementteermiddel, licht toxisch wanneer slechts een dunne dentinewand de pulpa van de materialen scheidde.<sup>15</sup>

*Krimp.* De hardingskrimp veroorzaakt spleetvorming tussen composiet en tandweefsel of scheuren in het composiet zelf,<sup>16</sup> dan wel fractuur of infractie van het glazuur. De krimp van een aantal *in vivo* onderzochte composieten blijkt na 24 uur bijna vier volumepercent met een spreiding van 2,6% tot 7,1%.<sup>17</sup> De hybride en vaak in mindere mate de microfijne composieten tonen een grotere krimp dan de macroge-

Tabel I. Frequentie van dermatosen bij patiënten en personeel (tda. = tandartsen, ass. = assistenten, mh. = mondhygiënist) in verschillende disciplines van de tandheelkunde.<sup>36, 37</sup> De belangrijkste stoffen die de huidafwijkingen veroorzaken, zijn vermeld, maar vaak is niet bekend door welke stoffen de dermatosen worden veroorzaakt.

Discipline	Patiënten	Stoffen	Personeel	Belangrijkste stoffen
Orthodontie	1%	Apparatuur Nikkel/kunsthars	40% tda. 43% ass.	Zeep/composiet/MMA-monomeer* Desinfectantia/latex Alcohol/latex/alginaat
Parodontologie	0,3%	Chloorhexidine Eugenol Kunsthars	21% tda. 25% mh.	Latex/zeep/mondmaskers Latex/zeep/mondmaskers
Prothetiek	0,4%	Kunsthars Eugenol Kobalt/nikkel Scutan c.d.	34% tda.	MMA monomeer/latex/ Zeep/afdruk materiaal/ Eugenol/legeringen**
Pedodontologie	0,0026%	Kunsthars	20% tda.	Kunsthars/legeringen***
Algem.-practicus	0,7%		31%	Desinfectantia/zeep Latex/MMA monomeer
Tandtechnicus			41%	Gips/slijpwerk/ MMA monomeer/latex/ Formaldehyde

\*methylmethacrylaat monomeer uit prothesen

\*\*geen kwik bevattend

\*\*\*één reactie (urticaria) op glasionomeer

fulde, maar die van ongevulde harsen is nog groter.<sup>18</sup> Hoe hoger het percentage vulstof, des te kleiner de krimp.<sup>16</sup> *In vivo* is de krimp wat kleiner dan *in vitro*.<sup>18</sup> Composiet neemt water op, maar de daardoor veroorzaakte expansie is onvoldoende om de krimp te compenseren.

Krimp tegengaan betekent (bacteriële) lekkage bestrijden. Mede daarom is het aan te bevelen de caviteiten klein te houden. Een laagsgewijs aangebrachte en verharde composiet lekt minder dan een in één keer aangebrachte restauratie.<sup>19</sup> De (oudere) dentine-adhesieven (zoals Scotchbond 2) bleken onvoldoende in staat (cervicale) lekkage als gevolg van krimp tegen te gaan.<sup>20</sup> De nieuwste bondings, zoals Clearfil bond, OptiBond en Scotchbond Multi-Purpose blijken *in vitro* zeer goed te hechten,<sup>21</sup> maar *in vivo* zal de hechting negatief worden beïnvloed door de extern gerichte vloeistofstroom in de tubuli en door in de tijd optredende degradatie, zeker als de smeerlaag, die verval kan tonen, niet wordt weggehaald.<sup>21</sup> De grote hechtsterkten (tot ca. 20 MPa *in vitro*) introduceren een risico op scheuren in het dentine.

*Schade door etsing en adhesieven.* Etsen van het dentine verwijdert de smeerlaag, verwijdert de ingangen van de tubuli, en lost intertubulair dentine op. Daardoor wordt

een sterkere hechting aan het tandbeen verkregen, maar er ontstaat een porte d'entrée voor het zuur (en voor cytotoxische composietcomponenten), hetgeen de pulpa kan schaden. Belangrijker lijkt dat verwijdering van de smeerlaag de tubuli voor bacteriën en hun toxinen toegankelijk maakt. Tegenwoordig worden voor verwijdering van de smeerlaag zwakkere zuren aangewend.<sup>22</sup> Toxiciteit van dentinebondings en primers lijkt (vrijwel) afwezig, maar wordt als 'onvoldoende onderzocht' gekwalificeerd.<sup>23</sup> GLUMA en Scotchbond 2, alsmede daarin aanwezig glutaardialdehyde en hydroxyethylmethacrylaat (HEMA), bleken cytotoxisch in celculturen. Een scheidingswand van dentine (0,5 mm dik) tussen cultuur en de onderzochte stoffen verminderde de giftigheid aanzienlijk.<sup>24, 25</sup>

## Summary

### SUBSTITUTE OF AMALGAM: BIOCOMPATIBILITY OF COMPOSITE

Key words: Dental restoration – Composite – Allergy

Because of cosmetic reason and fear of mercury released from amalgam, many patients prefer tooth coloured restorations, i.e. made of composite. However, like in the case of amalgam, one has to ask whether composite is a biocompatible material. Either or not biotransformed, all components of

*Pijn.* Soms bestaat na aanbrengen van composiet pijn, maar dit hoeft niet op pulpitis te duiden. De bodem van een composietrestauratie kan door krimp loslaten van het tandbeen. Thermische of mechanische veranderingen zorgen dan voor beweging van het composiet. Door deze 'pompende' werking beweegt de vloeistof in de tubuli dan heen en weer, wat pijn veroorzaakt.<sup>26</sup> Maar onvolledige fractuur van het element door de krimpspanning kan ook tot, soms moeilijk verklaarbare, pijn leiden.<sup>18</sup> Pijn (voor koude) zal ook optreden nadat opnieuw cariës is ontstaan.<sup>27</sup>

### 3.2.2 Lokale verschijnselen in de mond

Vervanging van amalgaam- door composietrestauraties vanwege orale lichen planus deed deze verdwijnen, maar 3-12 maanden later trad recidief op, en dat soms verhevigd.<sup>28</sup> Elders werd geconstateerd dat vervanging van amalgaam door composiet weliswaar verbetering van lichenoïde laesies kan opleveren, maar lang niet altijd totale genezing.<sup>29</sup> Omdat professionele verwijdering van plaque in combinatie met goede, atraumatische mondhygiëne eveneens lichenoïde laesies verbeterde,<sup>30</sup> wordt recidief van de laesies na vervanging van amalgaam door composiet ook wel aan de zich op termijn reorganiserende plaque toegeschreven.<sup>31</sup> Echter, een aantal patiënten met slijmvlieslaesies naast composietvullingen werd in tests positief bevonden voor formaldehyde dat, zoals gezegd, uit composiet vrijkomt.<sup>28</sup>

### 3.2.3 Allergie, mutageniteit

*Allergie.* Composietrestauraties kunnen slechts weinig monomeer en dergelijke afgeven, waardoor toxische reacties onwaarschijnlijk lijken. Maar een allergische reactie (type IV, het vertraagde type) is wel mogelijk. Huidtests met bestanddelen van composiet geven vaak postieve reacties. Omdat deze bestanddelen in andere synthetische harsen en hobbymaterialen voorkomen, vergroot dat de kans op sensibilisatie.<sup>32</sup> Formaldehyde, een van de meest voorkomende allergenen, kan reacties geven bij personen die niet reageren op vrijkomend monomeer. Toch zijn in de literatuur maar enkele gevallen van allergie voor composiet beschreven.<sup>33-35</sup> Maar misschien is het veelbetekenend dat een toenemend

aantal tandartsen en assistenten soms ernstige allergisch eczeem toont aan vooral de eerste drie (linker)vingers ten gevolge van het gebruik van composiet. Latex handschoenen vormen geen barrière voor de laag- noch hoog-moleculaire monomeren, zoals BiS-GMA.<sup>34</sup> Daarnaast bestaat de mogelijkheid van intolerantie voor composiet,<sup>22</sup> d.w.z. niet-immunologische processen, met symptomen op huid/slijmvliezen, die lijken op die van allergie. Enige gegevens over patiënten en tandheelkundige werkers zijn ontleend aan Scandinavische landen (tab. I).<sup>36-37</sup>

**Mutageniteit.** Composiet en bestanddelen daarvan bleken mutageen voor bacteriën,<sup>38</sup> reden om carcinogeniteit niet uit te sluiten. De vraag is of onderzoek aan bacteriën relevant voor mensen is. Daarom is nader onderzoek nodig. Bekend is dat formaldehyde carcinogeen is. Uit voedingsmiddelen en de omgeving worden dagelijks ten minste honderden microgrammen formaldehyde opgenomen,<sup>39</sup> wat – naar mag worden aangenomen – aanmerkelijk meer is dan uit composietrestauraties vrijkomt.

#### 4 Conclusies en slot

Composiet lijkt niet of weinig toxisch voor de pulpa, mogelijk omdat de meest substantiële afgifte van monomeer en andere stoffen slechts van korte duur is. Een dentinelaag van circa 1 mm dik beschermt de pulpa al redelijk tegen eventuele toxiciteit, ook van bondings. Pulpitis en necrose van de pulpa hangen in geval van restauratie met composiet bewijsbaar samen met bacteriën naast en onder de vulling. (Bacteriële) lekkage tussen element en composiet als gevolg van hardingskrimp kan voor een belangrijk deel worden opgevangen door het composiet laagsgewijs aan te brengen en door gebruik van de nieuwste bondings. Deze laatste geven echter door hun grote hechtkracht kans op scheuren in dentine of het composiet zelf. Of de goede kwaliteit van de hechting permanent is, is nog onbekend.

Composiet of afbraakproducten daarvan kunnen lichenoïde afwijkingen van het mondslijmvlies en algemene verschijnselen van allergie veroorzaken, maar de frequentie hiervan lijkt vooralsnog laag. Een algemeen toxische werking mag uitgesloten worden geacht, evenals een carcinogene werking (formaldehyde).

Composiet lijkt in het licht van het bovenstaande in het algemeen biocompatibel. Met het toenemend gebruik van composiet kan over dit punt meer duidelijkheid ontstaan, maar op dit moment zijn er geen aanwijzingen dat composiet uit het oogpunt van gezondheid niet gebruikt mag worden.

composite may be released. Damage to the pulp of teeth restored with composite has been proven to be due to bacterial leakage, which in turn is a consequence of the shrinkage associated with the material itself. Rarely local and general symptoms of allergy appear, but they may become more common, as is already the case with the dentists and their assistants. Toxicity of composite seems unlikely in view of their smallness and carcinogenicity for the time being is excluded.

#### Literatuur

- <sup>1</sup>RUYTER IE, OSËD H. Composite for use in posterior teeth: composition and conversion. *J Biomed Mater Res* 1987; 21: 11-23.
- <sup>2</sup>BOWEN RL, MARJENHOFF WA. Dental composites/glass ionomers: the materials. *Adv Dent Res* 1992; 6: 44-9.
- <sup>3</sup>RUYTER IE, SVENDSEN SA. Remaining methacrylate groups in composite restorative materials. *Acta Odontol Scand* 1977; 36: 75-82.
- <sup>4</sup>OILO G. Biodegradation of dental composites/glass-ionomer cements. *Adv Dent Res* 1992; 6: 50-4.
- <sup>5</sup>FERRACANE JL, CONDON JR. Rate of elution of leachable components from composite. *Dent Mater* 1990; 6: 282-7.
- <sup>6</sup>BAYNE SC. Dental composites/glass ionomers: clinical reports. *Adv Dent Res* 1992; 6: 65-77.
- <sup>7</sup>OSËD H, RUYTER IE, KLEVEN IJ. Release of formaldehyde from dental composites. *J Dent Res* 1988; 67: 1289-94.
- <sup>8</sup>MUNKSGAARD EC, FREUND M. Enzymatic hydrolysis of (di)methacrylates and their polymers. *Scand J Dent Res* 1990; 98: 261-7.
- <sup>9</sup>BRÄNNSTRÖM M, NYBORG H. Pulpal reaction to composite resin restoration. *J Prosthet Dent* 1972; 27: 1819.
- <sup>10</sup>STANLEY HR, BOWEN RL, FOLIO J. Compatibility of various materials with oral tissues. II: Pulp responses to composite ingredients. *J Dent Res* 1979; 58: 1507-17.
- <sup>11</sup>COX CF. Biocompatibility of dental materials in the absence of bacterial infection. *Oper Dent* 1987; 12: 146-52.
- <sup>12</sup>LAMPERT F, HEINEMANN D. Compositestückmaterialien in der Zellkultur. *Dtsch Zahnarzt Z* 1980; 35: 483-5.
- <sup>13</sup>HUME WR, HOOD AM. Comparing cytotoxicity *in vitro* between cured and uncured composite resins. *J Dent Res* 1990; 69: 943, abstr. 81.
- <sup>14</sup>CAUGHMAN WF, CAUGHMAN GB, SHIFLETT RA, RUEGGERBERG F, SCHUSTER GS. Correlation of cytotoxicity, filler loading and curing time of dental composites. *Biomaterials* 1991; 12: 737-40.
- <sup>15</sup>PAMEIER CH, STANLEY HR. Pulp reactions to resin cements. *Am J Dent* 1992; 5: 81-7.
- <sup>16</sup>JENSEN ME, CHAN DCN. Polymerization shrinkage and microleakage. In: Vanherle G, Smith DC, eds. *Posterior composite resin dental restorative materials*. St. Paul: Minnesota Mining + Mfg. Co., 1985.
- <sup>17</sup>FEILZER A, DE GEE AJ, DAVIDSON CL. Curing contraction of composites and glass-ionomer cements. *J Prosthet Dent* 1988; 59: 297-300.
- <sup>18</sup>LAMBRECHTS P, BRAEM M, VANHERLE G. Evaluation of clinical performance for posterior composite resins and dentin adhesives. *Oper Dent* 1987; 12: 53-78.
- <sup>19</sup>SAUNDERS WP, MUIRHEAD JM. Microleakage of composite restorations with Syntac Bond and Denthesive. *Am J Dent* 1992; 5: 255-7.
- <sup>20</sup>SIDHU SK, HENDERSON LJ. Dentin adhesives and microleakage in cervical resin composites. *Am J Dent* 1992; 5: 240-4.
- <sup>21</sup>DAVIDSON CL, ABDALLA AI, DE GEE AJ. An investigation into the quality of dentine bonding systems for accomplishing a durable bond. *J Oral Rehabil* 1993; 20: 291-300.
- <sup>22</sup>STANLEY HR. Local and systemic responses to dental composites and glass ionomers. *Adv Dent Res* 1992; 6: 55-64.
- <sup>23</sup>MONGKOLNAM P. The adverse effects of dental restorative materials- a review. *Aust Dent J* 1992; 37: 360-7.
- <sup>24</sup>HANKS CT, WATAHA JC, PARSELL RR, STRAWN SE. Delineation of cytotoxic concentrations of two dentin bonding agents. *J Endod* 1992; 18: 589-96.
- <sup>25</sup>HÖRSTED-BINDSLEV P. Monkey pulp reactions to cavities treated with Gluma Dentin Bond and restored with a micro-filled composite. *Scand J Dent Res* 1987; 95: 347-55.
- <sup>26</sup>FUSAYAMA T. Factors and prevention of pulp irritation by adhesive composite resin restorations. *Quintessence Int* 1987; 18: 633-41.
- <sup>27</sup>BARNES DM, HOLSTON AM, STRASSLER HE, SHIRES PJ. Evaluation of clinical performance of twelve posterior composite resins with a standardized placement technique. *J Esthetic Dent* 1990; 2: 36-43.
- <sup>28</sup>LIND PO. Oral lichenoid reactions related to composite restorations. *Acta Odontol Scand* 1988; 46: 63-5.
- <sup>29</sup>LUNDSTRÖM IMC. Allergy and corrosion of dental materials in patients with oral lichen planus. *Int J Oral Surg* 1984; 13: 16-24.
- <sup>30</sup>HOLMSTRUP P, SCHIOTZ AW, WESTERGAARD J. Effect of dental plaque control on gingival lichen planus. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1990; 156: 585-90.
- <sup>31</sup>HOLMSTRUP P. Reactions of the oral mucosa related to silver amalgam: a review. *J Oral Pathol Med* 1991; 20: 1-7.
- <sup>32</sup>BERGMAN M. Side-effects of amalgam and its alternatives: local, systemic and environmental. *Int Dent J* 1990; 40: 4-10.
- <sup>33</sup>HENSTEN-PETTERSEN A, LYBERG T. Contact allergy to constituents of dental materials. *J Dent Res* 1986; 65: 567, abstr. 573.
- <sup>34</sup>MUNKSGAARD EC. Toxicology versus allergy in restorative dentistry. *Adv Dent Res* 1992; 6: 17-21.
- <sup>35</sup>STENMAN E, BERGMAN M. Hypersensitivity reactions to dental materials in a referred group of patients. *Scand J Dent Res* 1989; 97: 76-83.
- <sup>36</sup>HENSTEN-PETTERSEN A, JACOBSEN N. The role of biomaterials as occupational hazards in dentistry. *Int Dent J* 1990; 40: 159-66.
- <sup>37</sup>KALLUS T, MJÖR IA. Incidence of adverse effects of dental materials. *Scand J Dent Res* 1991; 99: 236-40.
- <sup>38</sup>SIEW C, LIM J, SIEW SE. Mutagenicity of composite resins and components using Ames test. *J Dent Res* 1991; 70: 423, abstr. 1256.
- <sup>39</sup>LARSSON KS. Potential teratogenic and carcinogenic effects of dental materials. *Int Dent J* 1991; 41: 206-11.