

Schade aan composietvullingen

M.J.A. Braem, tandarts¹
G. Willems, tandarts²
P. Lambrechts³
G. Vanherle³

Uit 'het Lab Tandheelkundige Materialen van de UA-RUCA te Antwerpen, België, ²de School voor Tandheelkunde, Mondziekten en Kaakchirurgie, Afdeling Orthodontie en ³de School voor Tandheelkunde, Mondziekten en Kaakchirurgie, Lab Tandheelkundige Materialen en Biomaterialen van de Katholieke Universiteit te Leuven, België.

Trefwoorden: Materiaalkunde – Restauratieve tandheelkunde – Composit

Datum van acceptatie: 18 juni 1996.

Adres: Prof.dr. M.J.A. Braem, UA-RUCA, Groenenborgerlaan 171, 2020 Antwerpen, België.

Samenvatting. Schade aan composietvullingen doet zich voor in verschillende vormen. Dit varieert van lokale schade, bijvoorbeeld in de vorm van slijtage, tot een algemeen falen van een vulling. De basis van beide fenomenen is 'scheurgroei'. Het is dan ook belangrijk een juist inzicht te krijgen in de wijze waarop structureel verschillende materialen reageren onder belasting. In dit artikel wordt een overzicht gegeven van recent *in vitro*-onderzoek, waarbij testopstellingen werden uitgewerkt die slijtage- en vermoeiingsverschijnselen in composiet-vulmaterialen induceren.

BRAEM MJA, WILLEMS G, LAMBRECHTS P, VANHERLE G. Schade aan composietvullingen. Ned Tijdschr Tandheelkd 1996; 103: 455-7.

1 Inleiding

Het gebruik van composiet-vulmaterialen in steeds breder wordende indicatiegebieden heeft niet alleen geleid tot succes, maar ook tot, soms onverwacht, falen. Meestal ligt 'scheurgroei' aan de basis van het ontstaan van schade. Algemeen kan men stellen dat het type composiet-vulmateriaal van doorslaggevend belang zal zijn voor de levensduur van de restauratie.

2 Mogelijke vormen van schade-ontwikkeling

2.1 'Chipping' in microfijne composieten

Bij het gebruik van microfijne composieten in klasse IV-restauraties kunnen door het lage vulstofgehalte, de grote thermois expansie-coëfficiënt en de waterabsorptie 'chipping fractures' ontstaan.^{1,2} Onderzoek van de breukvlakken (afb. 1) liet karakteristieke sporen van cyclische vermoeiing zien.³

2.2 Algemene vermoeiing in microfijne composieten

Het lage vulstofgehalte impliceert eveneens een lage weerstand tegenover vervorming. Als gevolg hiervan kunnen microfijne materialen bij belasting ernstige vormveranderingen onder-

Afb. 1. Breukvlak van een microfijn composiet, waarop golfachtige breuklijnen zijn waar te nemen. Dit is vaak een indicatie voor een cyclisch gegroeide scheur.



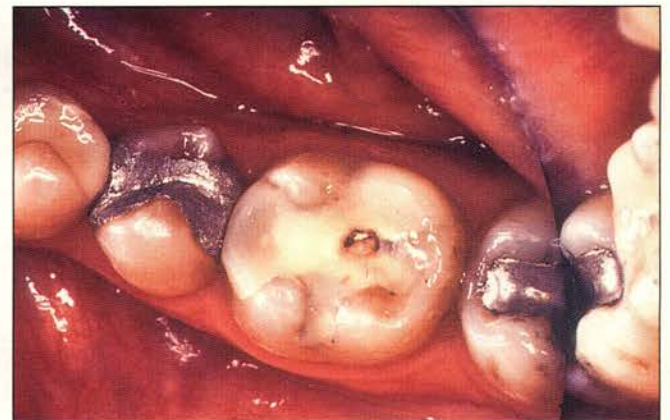
gaan.⁴ Hierdoor komt de matrixfase onder spanning, waardoor er scheurtjes ontstaan. Zo'n scheurtje groeit bij afwisselende druk- en trekspanningen. Op het eerste gezicht lijken er tijdens de kauwbelasting alleen drukspanningen aanwezig te zijn. Nochtans staat het vulmateriaal dat grenst aan het belaste vullingsoppervlakje onder trekspanning, zeker wanneer men rekening houdt met de schuifbewegingen die een knobbel uitvoert tijdens het kauwen.⁵

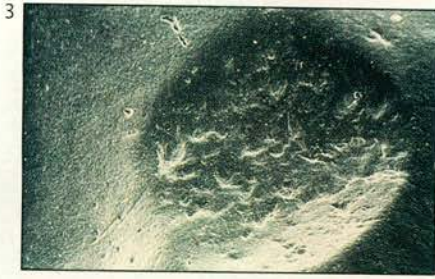
Druk- en trekspanningen wisselen elkaar dus cyclisch af, waardoor vermoeiings-scheurgroei mogelijk wordt. De scheurtjes strekken zich uit vanuit het oppervlak naar de onderliggende regio's toe, groeien gestadig, en vertakken zich. Wanneer talrijke scheuren met elkaar vervloeien, zal de vulling plotseling uiteenvallen, zonder dat er overdreven slijtage zichtbaar is (afb. 2).

2.3 Slijtage en vermoeiing in hybride composieten

Hooggepulde composieten vertonen een hoge weerstand tegenover vervorming. De spanning die onder kauwbelasting ontstaat, zal eveneens scheurtjes in de harsfase induceren, die echter op hun weg afgeremd worden door de talrijke vulstofpartikels.⁴ Het samenvloeien van scheurtjes zal lokaal materiaalverlies tot gevolg hebben (afb. 3). Zowel *in vitro* als *in vivo* konden dergelijke scheurtjes worden aangetoond.⁶

Afb. 2. Catastrofale breuk in een microfijn composiet onder kauwbelasting. De slijtage daarentegen is minimaal.





Afb. 3. Duidelijke afgelijnd attritiefacet met oppervlaktebeschadigingen in een hoog-ge vuld composiet.

Afb. 4. Brosse breuk in een glazuur-omringde en beschermde vulling, uitgevoerd met een hoog-ge vuld composiet.



2.4 Brosse fracturen in hybride composieten

Wanneer de vulstofgraad te hoog wordt, neemt het risico op brosse fractuur toe. Breuk kan dan zelfs plaatsvinden in goed beschermde, met glazuur omringde vullingen die niet rechtstreeks aan kauwbelasting onderhevig zijn (afb. 4). Zulke materialen bezitten evenwel een druksterkte die vergelijkbaar is met die van glazuur. De invloed van herhaaldelijke belasting zou hierbij dan ook een rol kunnen spelen.

2.5 Vermoeiing *in vivo*: een klinische casus

Een microfijne vulling in een klasse V-restauratie stond onder zware belasting, waardoor de hechting aan de tand verloren ging. Bijgevolg kleefde de vulling nog slechts volgens een diagonaal verlopende scharnieras aan de tand vast. Elektronenmicroscopisch onderzoek toonde op deze aslijn scheurtjes aan, die geleidelijk groeiden tot de vulling na drie jaren verloren ging.

2.6 Verwerking van composiet

Uit het voorgaande blijkt dat scheurgroei zich in de harsfase voordoet. Elke verwerkingsfactor die op deze fase inwerkt, zal de scheurgroei beïnvloeden. Het is het duidelijk dat de lichtintensiteit, de belichtingstijd en de kleur van composiet de polymerisatiegraad van lichthardende composieten direct zal beïnvloeden.

Daarnaast kunnen ook verborgen aspecten de kwaliteit van de composietvulling beïnvloeden. Zo is gebleken dat de druk die ontstaat in een composietspuit, het hars als het ware tussen de vulstofpartikels uitperst, zodat de laatste porties een beduidend hoger vulstofgehalte zullen vertonen.⁷

3. Simulatie

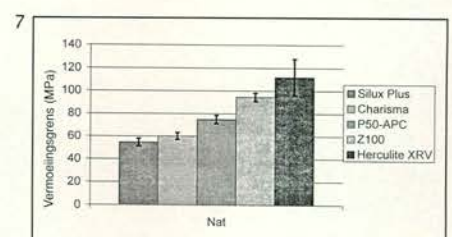
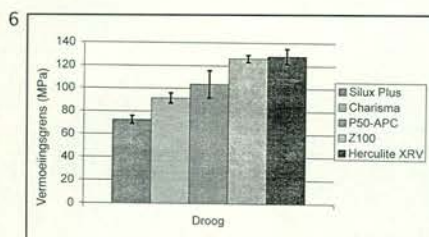
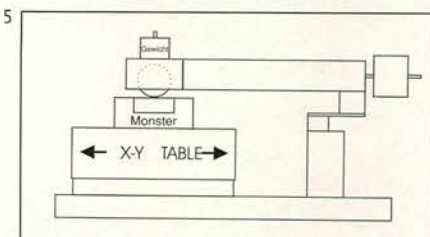
3.1 *In vitro* slijtage-onderzoek

Karakteristiek voor het slijtage-onderzoek is de vergelijking van eigenschappen van bepaalde materialen met die van een

Afb. 5. Schematische weergave van de gebruikte *in vitro* slijtagetest.

Afb. 6. Vermoeiingsgrens na 1 maand droog bewaren en testen: de rangschikking die ontstaat is in goede overeenstemming met de opbouw van het composiet.

Afb. 7. Vermoeiingsgrens na 1 maand nat bewaren en testen: de invloed van waterabsorptie heeft een negatieve invloed op de vermoeiingsgrens. De rangschikking die ontstaat is nog steeds in goede overeenstemming met de opbouw van composiet.



standaard, waarbij men vaak het humane glazuur als referentie neemt.

In deze optiek werden verscheidene composieten onderworpen aan een vibrerende slijtagebeweging (afb. 5) met een chromstalen bal ($\varnothing = 10$ mm) als antagonist. Eerst onderging deze bal een warmtebehandeling om zijn oppervlaktehardheid vergelijkbaar te maken aan humaan glazuur. De verzachte bal werd samen met een gewicht van 100 gram gemonteerd op de oscillerende arm. De amplitude van de oscillatie bedroeg 100μ met een frequentie van 8 Hz. De wrijving die aldus ontstond tussen de metalen bal en de onderzochte materialen resulteerde in slijtage. Als testmaterialen werden composieten geselecteerd die representatief waren voor de verschillende types.⁶ Daarnaast werden tevens amalgaam en glazuur onderzocht. Voor al deze materialen werd de wrijvingscoëfficiënt (WC) en het slijtagevolume zowel ter hoogte van het onderzochte materiaal (SV_{om}) als ter hoogte van de antagonist (SV_a) berekend (tab. I).

Algemeen blijkt dat binnen de onderzochte materialen, diegene die opgebouwd zijn uit met prepolymerblokken gevuld hars (Heliomolar Radiopaque, Vivadent), weinig schade aan de antagonist toebrengen en zelf weinig slijten gedurende de test. Wanneer de composiet hoog gevuld is met relatief kleine vulstofpartikels (Adaptic II, Johnson & Johnson) ontstaat eveneens een redelijk gunstige situatie. Composieten met zeer harde vezelvormige quartspartikels (Restolux SP-4, Lee Pharmaceuticals) slijten zelf erg weinig, maar de antagonist krijgt het zwaar te verduren. De test weerspiegelt eveneens het adhesief slijtagegedrag van amalgaam (Cavex non-gamma 2, Kuraray).

Voornoemde test is dus in staat vulmaterialen te ordenen op basis van hun *in vitro*-slijtagegedrag. Tevens laat de opstelling toe het antagonistisch effect van de onderzochte materialen te evalueren.

3.2 *In vitro*-vermoeiing

Om het scheurgroeigedrag van composieten te bestuderen dient men te beschikken over een testopstelling die op een reproduceerbare wijze scheurgroei processen initieert, onder

Tabel I. Resultaten van de *in vitro*-slijtagetest.

Producten	WC	SV _{om} x10 ³ µm ³	SV _a x10 ³ µm ³	TSV x10 ³ µm ³
Adaptic II	0,31	1975	1975	3049
Bis-Fil I	0,30	1855	2341	4196
Clearfil Ray Posterior	0,27	1165	1843	3008
Estilux Posterior CVS	0,30	1487	2242	3729
Ful Fil Compules	0,30	1761	1905	3666
Heliomolar Radiopaque	0,22	340	254	594
Herculite XR	0,31	1845	2672	4517
Marathon	0,31	1041	1911	2951
P-50 APC	0,24	1392	2146	3538
Palfique Estelite	0,29	2470	3458	5928
Pertac Hybrid	0,33	612	820	1432
Post Comp II LC	0,30	1408	2005	3413
Prisma APH	0,29	1778	2527	4305
Restolux SP-4	0,33	320	6430	6750
Superlux Molar	0,22	851	802	1653
Visio Fil	0,31	1383	2222	3605
Visio Molar Radiopaque	0,31	1482	2294	3776
Cavex non gamma 2	0,10	147	0	147
Menselijk glazuur	0,28	632	562	1194

WC = wrijvingscoëfficiënt; SV_{om} = slijtagevolume van het onderzochte materiaal; SV_a = slijtagevolume van de antagonist; TSV = totale slijtagevolume.

klinisch vergelijkbare omstandigheden: een testfrequentie van 2 Hz, bij een temperatuur van 35°C, in een driepunts-belastingsmode, en spanningsgecontroleerd.⁹

In een eerste opstelling werden composieten onderzocht in in oplopende reeks van laaggevulde materialen (Silux Plus, 3M) over Charisma (Kulzer) tot aan hooggevulde materialen (P50-APC, 3M; Z100, 3M; Herculite XRV, Kerr). Eén groep werd getest na 1 maand droog bewaard te zijn en één groep na 1 maand nat bewaard te zijn, telkens bij 35°C. De nat bewaarde specimen werden ook onder continue waterspray getest. De vermoeiingsgrens werd bepaald relatief ten opzichte van de breuksterkte van de materialen en verloopt volgens het 'staircase' principe: indien na een van te voren arbitrair bepaald aantal cycli het testmonster niet faalde, werd de testspanning voor het volgende monster verhoogd met een arbitrair percentage van de breuksterkte; indien het monster wel

faalde, werd de spanning verminderd. Het resultaat is een vermoeiingsgrens waarboven de kans dat een monster faalt 50% bedraagt.

De resultaten bevestigen in grote lijnen de structuregebonden reacties van de geteste composieten (afb. 6, 7).^{9,10} De rangschikking van de materialen verloopt gelijk met hun classificatie volgens hun structuur: van laag naar hoog gevuld. De materialen vertonen ook in hun vermoeiingsgrens duidelijk de invloed van waterabsorptie, waardoor de vermoeiingsgrens tussen de 13% (Herculite XRV) en 47% (P50-APC) lager komt te liggen.

4 Conclusie

De recente onderzoeken tonen aan dat nieuwe inzichten met betrekking tot de verouderingsverschijnselen in composietvulmaterialen, de evaluatie en toepassing van beschikbare restauratiematerialen weer wat verder vooruit helpen.

Literatuur

- 1 Lambrechts P, Ameye C, Vanherle G. Conventional and microfilled composite resins. Part II: Chip fractures. *J Prosthet Dent* 1982; 48: 527-30.
- 2 Vanherle G, Verschueren M, Lambrechts P, Braem M. Clinical investigation of dental adhesive systems. Part I: An in vivo study. *J Prosthet Dent* 1986; 55: 157-62.
- 3 Lambrechts P, Vanherle G. Structural evidences of microfilled composites. *J Biomed Mater Res* 1982; 17: 249-60.
- 4 Albers HF. In: *Tooth Colored Restoratives: A Syllabus for Selection, Placement and Finishing*. Cotati (CA): Alto Books, 1985.
- 5 Reid RN, Fisher J, Jacobsen PH. Fatigue and wear of dental materials. *J Dent* 1990; 18: 209-15.
- 6 Wu W, Toth EE, Moffa JF, Ellison JA. Subsurface damage layer of in vivo worn dental composite restorations. *J Dent Res* 1984; 63: 675-80.
- 7 Braem MJA, Lambrechts G, Davidson CL, Vansant EF, Vanhoof C. Derangement of composite filler distribution inside syringe-type delivery systems. *Dent Mater* 1993; 9: 23-7.
- 8 Willems G, Lambrechts P, Braem M, Celis JP, Vanherle G. A classification of dental composites according to their morphological and mechanical characteristics. *Dent Mater* 1992; 8: 310-19.
- 9 Braem MJA, Davidson CL, Lambrechts P, Vanherle G. In vitro flexural fatigue limits of dental composites. *J Biomed Mater Res* 1994; 28: 1397-402.
- 10 Braem MJA, Lambrechts P, Gladys S, Vanherle G. In vitro fatigue behavior of restorative composites and glass ionomers. *Dent Mater* 1995; 11: 137-41.

Summary

WEAR AND FATIGUE PHENOMENA IN DENTAL COMPOSITE RESTORATIVES

Key words: Dental materials – Dental restoration – Composites

The expression of damage in dental composite restoratives varies widely, going from some local damage as in attrition facets, to generalized failure or collapse of a restoration. However, crack growth lies on the basis of both aforementioned phenomena. It is therefore of primary importance to gain insight in the way structurally differing materials respond to external stress. It is the aim of the present review to summarize some recent in vitro studies that deal with simulation of wear and fatigue phenomena in dental composite restorative materials.