

University of Groningen

Degradation of dental resin composites during intra-oral wear

Yulianto, Heribertus Dedy Kusuma

IMPORTANT NOTE: You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.

Document Version

Publisher's PDF, also known as Version of record

Publication date:

2017

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

Citation for published version (APA):

Yulianto, H. D. K. (2017). *Degradation of dental resin composites during intra-oral wear*. [Thesis fully internal (DIV), University of Groningen]. University of Groningen.

Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

The publication may also be distributed here under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license. More information can be found on the University of Groningen website: <https://www.rug.nl/library/open-access/self-archiving-pure/taverne-amendment>.

Take-down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.

Samenvatting

SAMENVATTING

Samenvatting

Achtergrond

Tandheelkundige composieten worden wereldwijd gebruikt om verloren gegane tandstructuren te vervangen ten behoeve van de esthetiek en/of het herstel van de functie. De mondholte is een complexe, vijandige en agressieve omgeving. Wanneer composiet langere tijd in de mondholte aanwezig is, verandert het van vorm, afmetingen en kleur als gevolg van functionele slijtage en secundaire cariës door onvoldoende mondhygiëne en materiaal afbraak.

In de loop der jaren zijn er veel veranderingen met betrekking tot de chemische samenstelling van composieten voorgesteld om de klinische eigenschappen en de duurzaamheid te verbeteren. Een diepgaand en gedetailleerd begrip van de etiologie van falende restauraties is daarbij van groot belang, zowel vanuit het perspectief van de mondgezondheid als vanuit economisch perspectief. Kortom, het is een voorwaarde voor verdere verbeteringen.

Intra-orale slijtage is het resultaat van verschillende chemische, mechanische en fysieke factoren, met de tijd als overbruggende factor. Hoe deze factoren samenwerken wordt nog niet goed begrepen. *In vitro* verouderingsmodellen die worden gebruikt voor de evaluatie van composieten, bestuderen enkelvoudige factoren. Daarmee wordt voorbij gegaan aan de synergie van factoren die werkzaam zijn in de mondholte. Bovendien is weinig bekend over het complexe samenspel van de verschillende factoren die tijdens slijtage en noodzakelijke mondhygiënemaatregelen, zoals tanden poetsen, de composieten beïnvloeden.

Het doel van dit proefschrift is om het effect van orale factoren op de slijtage van directe en indirecte tandheelkundige composieten te onderzoeken met betrekking tot kleurstabiliteit, biofilmvorming en de fysisch-chemische afbraak *in vivo*.

SAMENVATTING

Op basis van de resultaten, wordt de multifactoriële etiologie van de slijtage van tandheelkundige composieten belicht. Daarnaast worden aanbevelingen gedaan die anderen kunnen helpen bij het ontwikkelen van toekomstige slijtagestudies en klinische overwegingen voorgesteld, die betrekking hebben op de selectie en het onderhoud van composieten ten behoeve van de duurzaamheid en voordelen voor de patiënt.

Klinische studie, resultaten, conclusies en aanbevelingen

De ruggengraat van dit proefschrift wordt gevormd door een klinisch onderzoek waarbij 16 proefpersonen uitneembare plaatapparaten droegen met geïntegreerde schijfjes van directe (Beautifil II, Filtek Z350 XT) en indirecte tandheelkundige composieten (Lava Ultimate CAD / CAM, Estenia C & B) voor een periode van 30 dagen. In deze periode werden drie manieren van reinigen voor de composieten toegepast: poetsen met een fluoride houdende tandpasta, poetsen met water en niet poetsen om zo het cumulatieve effect van blootstelling aan de mondholte te evalueren, inclusief slijtage en poetsen op de verschillende parameters.

De plaatapparaten bevatten een thermosensitieve chip (TheraMon®) om de daadwerkelijke draagtijd te controleren. Dit resulteerde in de uitsluiting van één proefpersoon wegens gebrek aan medewerking. Daarom kwam een dataset bestaande uit 15 proefpersonen beschikbaar, die kan worden beschouwd als voldoende voor de verschillende analyses. Afhankelijk van het doel en de focus van de studie, werd een selectie van directe en indirecte composieten opgenomen in de **Hoofdstukken 2, 3 en 4**.

De uitgangspunten voor het proefschrift en specifieke doelstellingen worden in **Hoofdstuk 1** uiteengezet en op basis van de observaties in de **Hoofdstukken 2, 3 en 4** worden specifieke aanbevelingen voor verschillende partijen (met name fabrikanten, onderzoekers en klinici) in de algemene discussie (**Hoofdstuk 5**) naar voren gebracht.

Hoofdstuk 2 behandelt de kleurstabiliteit van drie tandheelkundige composieten (Beautifil II, Filtek Z350 XT en Estenia C & B), die verband houdt

SAMENVATTING

met de inhoud van de massavulstof, de blootstelling aan het oppervlak en de chemische oppervlakte samenstelling. Kleurwaarden (ΔE) werden geëvalueerd volgens het L, a, b , kleurcoördinatensysteem (International Commission on Illumination). In alle composieten kwamen significante verkleuring voor wat zich uitte in een iets donkerder, meer rood en gelige kleur van het composiet, dat niet beïnvloed werd door wel of niet poetsen. De verkleuring ΔE had betrekking op het massa-vulstofgehalte, maar niet op de blootstelling van vulstofpartikels aan het oppervlak en werd altijd vergezeld van een verdubbeling of verdrievoudiging van de %N op het oppervlak van het composiet. Er werden significante verhogingen in %N waargenomen na intra-orale slijtage, waaruit de conclusie getrokken kon worden dat aminen (d.w.z. foto-co-initiatoren) diffundeerden vanuit het bulk materiaal naar het oppervlak en daarmee verkleuringen aantrekken. Deze conclusie werd bevestigd door afwezigheid van significante en systematische effecten van poetsen of niet poetsen. De foto-initiator camphorquinon werd, vanwege zijn gelige tint, verantwoordelijk gehouden. Dit suggereert dat de kleurstabiliteit van tandheelkundige composieten kan worden verbeterd door een andere keuze van het foto-initiator/co-initiator systeem.

De focus van **Hoofdstuk 3** ligt op de biofilm samenstelling in relatie met de intra-orale slijtage van tandheelkundige composieten. Zoals hierboven vermeld, worden de functionele en esthetische levensduur van het composiet beperkt door intra-orale slijtage, wat wordt toegeschreven aan de agressieve orale omgeving, inclusief biofilmvorming op composietrestauraties. Aangezien biofilmvorming plaats vindt op alle oppervlakken in de mondholte, waarbij individuele bacteriën in de biofilm verschillende hoeveelheden en soorten afbrekende enzymen kunnen produceren, veronderstellen wij dat de slijtage van composiet verband houdt met de samenstelling van de biofilm. Deze hypothese werd getest in **Hoofdstuk 3** met verschillende tandheelkundige composieten (Beautifil II en Lava Ultimate CAD / CAM). Beautifil II is een nano-hybride Bis-GMA / TEGDMA composiet met glazen ionomeer partikels (83 gew.%), terwijl Lava Ultimate CAD / CAM Restorative een CAD / CAM gemalen, nano-keramische Bis-GMA, UDMA, TEGDMA, PEGDMA, bis-EMA (80 gew.% gevuld) composiet is.

SAMENVATTING

De twee composieten verschillen in de hoeveelheid esterverbindingen, zoals bepaald met behulp van röntgen foto- elektronenspectroscopie (XPS).

PCR-denaturerende gradiënt gel elektroforese (DGGE) patronen van biofilms op beide composieten na intra-orale slijtage vertoonden een hogere prevalentie van *Streptococcus mutans* op het composiet met een hoog gehalte aan esterverbindingen dan op het composiet met een laag gehalte aan esterverbindingen, vooral bij afwezigheid van poetsen. Composiet slijtage werd uitgedrukt als het percentage vulstofpartikels bloot gesteld aan het oppervlak, berekend uit gemeten waterrandhoeken met behulp van de Cassie- en Baxter vergelijking. Degradatie na intra-orale slijtage was significant sterker bij veel esterverbinding dan bij weinig esterverbindingen in het composiet, in het bijzonder bij afwezigheid van poetsen, terwijl er geen significante toenames in vulstofblootstelling van het composiet met weinig esterverbindingen, indicatief voor slijtage werden waargenomen.

Deze resultaten wijzen erop dat bacteriële esterasen in biofilms die *S. mutans* bevatten, aantoonbaar verantwoordelijk zijn voor de *in vivo* afbraak van composieten die een groot aantal esterverbindingen bevatten. Aangezien de ontwikkeling van een composiet-degraderende biofilm kon worden vertraagd door poetsen, benadrukken deze resultaten de noodzaak van een goede mondhygiëne van composietrestauraties en geven een richting aan voor ontwikkeling voor composieten die minder vatbaar zijn voor degradatie in de intra-orale omgeving.

Identificatie van gevoelige methoden om vroege afbraak van composieten te detecteren, hetzij na *in vitro* experimenten of intra-oraal gebruik, is belangrijk aangezien het gebruik van gevoeligere methodes kortere experimentele evaluatietijden mogelijk maakt om statistisch significante en relevante conclusies te trekken. Het doel van de studie beschreven in **Hoofdstuk 4** was het vergelijken van de resultaten van de verschillende conventionele methoden en meer oppervlakte gevoelige technieken, zoals toegepast in de vorige hoofdstukken om de vroege afbraak van composieten te onderzoeken.

Gegevens van vier composieten (Beautiful II, Filtek Z350 XT, Lava Ultimate CAD / CAM en Estenia C & B), verkregen met diverse technieken,

SAMENVATTING

werden vergeleken. De vroege composietslijtage werd geëvalueerd aan de hand van twee conventionele methoden (hardheids- en oppervlakteruwheidsmetingen) en twee minder conventionele oppervlaktegevoelige technieken om de blootstelling van de vulstof te berekenen (water randhoeken en XPS-analyses). Het dynamische bereik waarover de resultaten van de verschillende methoden en technieken varieerden, was het grootste voor de oppervlakteruwheidsmetingen, gevolgd door randhoekmetingen en XPS-analyses. Bovendien is de blootstelling van de vulstof, berekend uit gemeten randhoeken, gecorreleerd met de oppervlakte ruwheidsdata. Dit leidde tot de conclusie dat vroege afbraak van composiet het beste gemeten kan worden door oppervlakte-ruwheidsmetingen of analyse van waterrandhoeken. Beide technieken bevestigen elkaars resultaten voor het meten van vroege composiet slijtage. XPS is ook geschikt voor oppervlakteanalyse van vroege composiet slijtage, maar de resultaten daarvan laten de vulstofmatrix gedeeltelijk zien, waardoor het iets minder geschikt is. Hardheid, hoewel geschikt om informatie te verstrekken over de afbraak van de bulkmassa, is niet geschikt om vroege composiet slijtage te meten, die nog beperkt is tot het oppervlak.

In de algemene discussie (**Hoofdstuk 5**) wordt een overzicht gegeven van de huidige stand van zaken in tandheelkundige composieten. De introductie van composieten in de tandheelkunde en de weg naar verbetering worden besproken. Een beter inzicht in de factoren die relevant zijn voor het proces van (weerstand tegen) afbraak van tandheelkundige materialen en hun interactie met de orale omgeving kunnen met de actuele kennis leiden tot verbetering van kwaliteit van bestaande gebruikte tandheelkundige materialen.

Het ideale restauratie materiaal dient uitstekende optische eigenschappen te hebben, moet fysieke eigenschappen hebben die overeenstemmen met die van de tandstructuur die het vervangt, moet een vergelijkbare slijtvastheid hebben als het glazuerooppervlak van de antagonist en moet bestand zijn tegen vermoeidheid. Daarnaast moet een goede binding tussen het composiet materiaal en het glazuur en vooral dentine bestaan en moet de composiet smakeloos zijn, gemakkelijk te herstellen en biocompatibel. Ook moet het materiaal klinisch makkelijk te hanteren zijn, te polijsten en goedkoop. Een

SAMENVATTING

materiaal met ook nog antimicrobiële eigenschappen zou de ‘heilige graal’ van de restauratieve tandheelkunde zijn. Dit is nog niet de klinische realiteit.

Tevens worden in de algemene discussie (**Hoofdstuk 5**) de bevindingen in perspectief gebracht. Schematische figuren worden weergegeven die illustreren en samenvatten wat het huidige begrip is van de literatuur en van onze verschillende studies die in dit proefschrift worden gepresenteerd. Het hoofdstuk presenteert de veronderstelde parameters die een rol spelen in het proces van afbraak van tandheelkundige composieten.

Het is duidelijk dat de materiaal-factor een belangrijke sleutelindicator is in het voorspellen van slijtage van het composiet. Polyurethaan met het hoogste vulstofgehalte (% gewicht) vertoonde de beste prestatie op de drie beoordeelde parameters, met name door hogere hardheid en lagere oppervlakte-ruwheid zoals aangetoond in **Hoofdstuk 4** en een betere kleurstabiliteit, zoals beschreven in **Hoofdstuk 2**.

De moleculaire basis voor het fenomeen van de kleurverandering is vermoedelijk gerelateerd aan het vulstofgehalte, wat aangeeft dat composieten met het hoogste vulstofgehalte stabiel zijn. Dit is het resultaat van superieure mechanische en chemische slijtvaste eigenschappen. Onze resultaten ondersteunen het vermoeden door overeenstemming met onze oppervlakte-ruwheidsmetingen. Het geeft aan dat de verandering van fysieke eigenschappen aan het buitenste oppervlak invloed heeft op de kleurstabiliteit en de ruwheid van een composiet. Derhalve bepaalt het vulstofpercentage de stabiliteit van deze twee oppervlakteslijtageparameters in het intra-orale milieu. Zoals ook in andere studies is aangetoond, kunnen bacteriën in de mondholte mogelijk een afbraak van het composiet veroorzaken. We hebben aangetoond dat een orale biofilm die rijk is aan *S. mutans* geassocieerd was met slijtage van het composiet (**Hoofdstuk 3**).

SAMENVATTING

Algemene aanbevelingen voor toekomstige materiaalontwikkeling omvatten de ontwikkeling van alternatieve monomeren en composietformuleringen met verbeterde biochemische stabiliteit en een minder cariogene biofilm adhesie, aangezien dit de weerstand van de composieten tegen degradatie in de orale omgeving zal verhogen.