Downloaded from UvA-DARE, the institutional repository of the University of Amsterdam (UvA)
http://dare.uva.nl/document/125279

File ID	125279
Filename	Samenvatting en conclusies
Version	Final published version (publisher's pdf)

SOURCE (OR PART OF THE FOLLOWING SOURCE):

Type	Dissertation
Title	A better understanding of orthodontic bracket bonding
Author	T.J. Algera
Faculty	Faculty of Dentistry
Year	2009
Pages	127

FULL BIBLIOGRAPHIC DETAILS:
http://dare.uva.nl/record/294720

Copyright

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), other then for strictly personal, individual use.

UvA-DARE is a service provided by the library of the University of Amsterdam (http://dare.uva.nl)

Samenvatting en conclusies

Hoofdstuk 1 beschrijft in het kort de geschiedenis van de orthodontie, de ontwikkeling van tandheelkundige composietmaterialen en het gebruik hiervan in de orthodontie. In 1965 werd voor het eerst de directe hechtingstechniek voor orthodontische doeleinden beschreven. Sindsdien heeft het onderzoek naar orthodontische cementen geresulteerd in meer dan 500 wetenschappelijke artikelen. In dit hoofdstuk worden de *in vitro* testen, die in dit vakgebied worden toegepast, beschreven. Verder komen de factoren die de uitkomsten van deze testen kunnen beïnvloeden aan de orde. Het zoeken naar verbeteringen en alternatieven leidde tot de ontwikkeling van composietcementen die tegenwoordig in de orthodontie worden toegepast. Glasionomeer cement is het meest voor de hand liggende alternatief. Het doel van dit onderzoek is om een beter begrip te krijgen van de hechtingskwaliteit van orthodontische brackets aan glazuur in het algemeen en van het gebruik van glasionomeer cement in het bijzonder.

In **hoofdstuk 2** wordt de literatuur gerecenseerd voor één van de meest toegepaste, lichtuithardende orthodontische composietcementen: Transbond XT. De schuifsterkte in het algemeen, de schuifsterkte in relatie tot de tijd, de invloed van externe variabelen op de hechtsterkte zoals de snelheid van de trekbank tijdens de test en het type glazuur, zijn beoordeeld. Na het toepassen van de in- en exclusie criteria op de systematisch gezochte artikelen bleven er 61 wetenschappelijke publicaties over. De conclusies die werden getrokken uit de resultaten van de geselecteerde artikelen zijn dat de gemiddelde schuifsterkte tussen de 9,3 en 15,4 MPa ligt. Het materiaal is volledig uitgehard na 24 uur en het type glazuur en de trekbanksnelheid lijken nauwelijks invloed te hebben op de gemeten hechtsterkte.

In eerder gepubliceerde artikelen wordt een positief effect van het in contact brengen van verhardend cement met ultrasone trilling beschreven. Om deze reden wordt in **hoofdstuk 3** de invloed van ultrasone trilling op de brackethechting onderzocht wanneer glasionomeer cement wordt gebruikt. Hiervoor zijn 3 materialen op glasionomeer cement-basis gebruikt, namelijk: Fuji Ortho LC, Fuji IX Fast en Fuji Plus. De brackets zijn geplakt met deze cementen waarna er ultrasone trilling of warmte werd geappliceerd. De verharding van de controle groep verliep volgens de instructies van de fabrikant. Na 15 minuten werden de monsters met behulp van een trektest gebroken. De resultaten laten zien dat het toedienen van warmte een positief effect heeft op alle drie de materialen terwijl de toediening van ultrasone trilling alleen de hechting van de kunststof gemodificeerde glasionomeer cementen, Fuji Ortho LC en Fuji Plus, bevordert. Geconcludeerd wordt dat het versnellen van de verhardingsreactie nog niet resulteert in een toename van de hechtsterkte, zodanig dat

die vergelijkbaar is met die van composieten 15 minuten na aanvang van de verharding. Deze bevindingen resulteren in vragen met betrekking tot het werkingsmechanisme van de verhardingsversnelling en de ideale verhardingsomstandigheden voor glasionomeer cementen.

Het is duidelijk dat temperatuur een belangrijke rol speelt tijdens het verharden van glasionomeer cementen. De gevoeligheid voor waterabsorptie wordt ook als cruciaal gezien. Deze twee eigenschappen, de invloed van temperatuur en bewaarmedium op het verhardende cement, zijn onderzocht in **hoofdstuk 4**. Twee conventionele glasionomeer cementen, Fuji IX Fast en Ketac Molar, zijn hierbij gebruikt. In het eerste deel van dit onderzoek zijn de "verwerkingstijd" en de "verhardingstijd" bepaald bij verschillende temperaturen met behulp van de Wilson's rheometer. Voor het tweede deel van het onderzoek zijn cilindrische monsters gemaakt. Deze monsters zijn bij verschillende temperaturen bewaard in olie of in water gedurende verschillende tijdsperioden. De druksterkte van deze monsters is vervolgens bepaald. De resultaten tonen aan dat een verhardingstemperatuur tussen 60 °C and 70 °C een significant hogere initiële druksterkte en verhardingssnelheid geeft, waarbij het laatste leidt tot een verharding die vrijwel 'op commando' voor beide materialen verloopt. Ook de bewaartemperatuur, de bewaartijd en het medium waarin het monster bewaard wordt zijn significant van invloed op de druksterkte van Ketac Molar en Fuji IX Fast. Dit zijn factoren waar rekening mee dient gehouden te worden wanneer deze materialen klinisch of voor onderzoeksdoeleinden worden gebruikt.

In **hoofdstuk 5** is de invloed van verschillende voorbehandelingen van de bracketbasis op de hechtsterkte en de plaats van de breuk (ARI scores) onderzocht. Uit de literatuur blijkt dat de meeste breuken plaatsvinden in het cement of tussen de bracket en het cement. Dit betekent dat de bracket-cement hechting waarschijnlijk de zwakste schakel is in het bracket-cement-glazuur systeem. De hypothese is daarom geformuleerd dat verandering van de basis een positieve invloed zou kunnen hebben op de schuif- en treksterkte. Naast de controlegroep zijn er drie bracketbasis voorbehandelingen, namelijk: zandstralen van de basis, vertinnen van de basis en de basis voorzien van een gesilaniseerde glaslaag. De resultaten laten geen duidelijk positief effect van één van de voorbehandelingen zien.

Om de variatie in hechtsterkte van de verschillende componenten van het bracket-cement-glazuur systeem te kwantificeren is de individuele schuifsterkte gemeten van deze componenten en beschreven in **hoofdstuk 6**. Het gehele bracket-cement-glazuur system werd als controlegroep gebruikt. Niet alleen de initiële schuifsterkte werd gemeten maar ook de invloed van herhaalde mechanische belasting.

Deze schuifsterkte vermoeiingslimiet liet eenzelfde patroon zien voor de drie cementen. De hechting tussen de bracket en het cement gaf de hoogste resultaten terwijl het totale systeem de laagste resultaten gaf voor twee van de drie cementen. Dit is opmerkelijk omdat veel breuken plaatsvinden in het cement of tussen het cement en de bracket. Het 10.000 keer mechanisch belasten van een monster gaf een gemiddelde sterkte daling van 50%.

In **hoofdstuk 7** is de invloed van trekbelasting en van schuifbelasting op de lange en de korte zijde van een bracket onderzocht. Tevens zijn de spanningen aanwezig op het moment van breuk geanalyseerd met een scannende elektronen microscoop en verklaard met eindige elementenanalyse. De resultaten tonen aan dat de schuifsterkte van identieke brackets, belast op de lange of de korte zijde, verschillen. Er zijn verschillende verklaringen voor dit resultaat. De meest voor de hand liggende verklaring is dat de hoek waaronder belast wordt een belangrijke rol speelt. Wanneer een kracht niet volledig loodrecht op de basis wordt uitgeoefend dan is er niet alleen sprake van een schuifkracht maar ook van een duwkracht. De weerstand tegen een duwkracht is groter dan tegen schuifkracht. Er is geconcludeerd dat vanwege de niet-homogene krachtenverdeling die optreedt tijdens dit soort schuiftesten en vanwege de moeilijkheid om de testvariabelen onder controle te houden, hechtsterkte testen het beste kunnen worden uitgevoerd in een trekopstelling.

Conclusies

Geconcludeerd kan worden dat dit onderzoek in detail de ingewikkeldheid van een ogenschijnlijk simpel probleem, de hechting van een bracket aan een tand, laat zien. Volgens de literatuur is Transbond XT een klinisch goed presterend orthodontisch composiet cementeermateriaal met een gemiddelde *in vitro* schuifsterkte van 9,3-15,4 MPa. Experimenteel *in vitro* onderzoek, beschreven in dit proefschrift, laat zien dat de hechtsterkte van Transbond XT, Fuji IX Fast en Fuji Ortho LC significant afneemt als gevolg van vermoeiing. Warmte applicatie en het verharden in een watervrije omgeving verhoogt de sterkte van conventioneel glasionomeer cement significant. Ook een ‘op commando’ verharding kan bij deze materialen worden bereikt door voldoende warmte toe te dienen. Een versnelde verharding als gevolg van de toediening van ultrosone trilling of warmte heeft een significante hogere treksterkte tot gevolg. Ondanks deze verbetering wordt niet geadviseerd om deze materialen klinisch toe te passen vanwege de onvoldoende hechteigenschappen.

Modellen berekend met eindige elementen analyse toonden aan dat geen van de toegepaste belastingsrichtingen op het bracket-cement-glazuur systeem leidde tot een

homogene spanningsverdeling in de cementlaag. Om deze reden zou de presentatie van de resultaten in Mega-Pascal moeten worden heroverwogen. In lijn met het voorgaande is het aan te bevelen om trektesten uit te voeren in plaats van schuiftesten. Om de hechtsterkte te verbeteren is het aan te bevelen de elasticiteit van de verschillende componenten van het bracket-cement-glazuur systeem te onderzoeken en te verbeteren in plaats van te zoeken naar verbetering van de zwakste schakel, bepaald met de “adhesive remnant index”.