Downloaded from UvA-DARE, the institutional repository of the University of Amsterdam (UvA)
http://dare.uva.nl/document/71976

File ID 71976
Filename CHAPTER 8 Samenvatting en Klinische Discussie

SOURCE (OR PART OF THE FOLLOWING SOURCE):
Type Dissertation
Title Core build-up designs
Author H.P.B. Bolhuis
Faculty Faculty of Dentistry
Year 2004

FULL BIBLIOGRAPHIC DETAILS:
http://dare.uva.nl/record/158140

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)

CHAPTER 8

Samenvatting en Klinische Discussie

8.1 Samenvatting

De premolaar is door zijn positie in de tandboog bij de meerderheid van de mensen goed zichtbaar tijdens het spreken en lachen. Aan de tandheelkundige restauraties in deze elementen worden daarom, zeker in de huidige tijd, hoge esthetische eisen gesteld. Wanneer een premolaar vanwege te ver voortgeschreden cariës endodontisch behandeld dient te worden, is er vaak veel coronair tandweefsel verloren gegaan. In bepaalde gevallen resteert er slechts palatinaal en buccaal tandweefsel dat zodanig is ondergraven of verzwakt, dat een indirecte overkappingrestauratie noodzakelijk wordt geacht om occlusale bijt- en kauwkrachten op te vangen. Om deze overkapping te realiseren kunnen partiële onlay restauraties vervaardigd worden, van goud of van porselein. In de algemene praktijk echter, wordt er in deze gevallen helaas vaak de voorkeur aan gegeven het element te restaureren met een volledige kroon. Een gouden onlay wordt om esthetische redenen vermeden en een porseleinen onlay vanwege het breukrisico, maar ook de preparatie- of cementeringsprocedure van deze partiële restauraties wordt door clinici als tijdrovend en moeilijk ervaren. Verkleuring als gevolg van oude amalgaamrestauraties of vroegere kanaalbehandelingen kan een andere reden zijn om het element van een volledige kroon te voorzien.

Conventionele goudporselein en vol keramiek kronen, versterkt met een onderliggende zirkoniumoxide kap, hebben echter het grote nadeel, dat van het nog resterende palatinale (linguale) en buccale tandweefsel een flink gedeelte zal moeten worden afgeslepen, om zo de tandtechnicus genoeg ruimte te geven het opbakporselein in meerdere lagen op de metalen of keramische onderkap aan te brengen. Alleen dan kan een volledige kroon voldoen aan de eisen van esthetiek en oorspronkelijke vormgeving. Het gevolg van deze werkwijze is echter dat voor de onderliggende opbouwrestauratie zelf, die vervaardigd moet worden om de kroon van de benodigde retentie te voorzien, nauwelijks meer mechanisch houvast gevonden kan worden in het resterende tandweefsel. Daarom wordt er bij deze benadering veelal voor gekozen in één of

meer wortelkanalen een retentiestift aan te brengen, om zo de opbouwrestauratie van extra stabiliteit en houvast aan het resterende tandweefsel te voorzien.

De dagelijkse praktijk laat zien dat bovenstaande werkwijze en de toepassing van deze stiftopbouwrestauraties niet zonder risico's zijn. Juist bij de premolaren lijken dit soort restauraties vaker los te komen en laten op deze wijze gerestaureerde premolaren vaker verticale wortelfracturen zien dan andere elementen. Daarbij wordt verondersteld dat naast de ongunstige smalle mesio-distale afmetingen van de wortel ook een ongunstige distributie van spanningen in het worteldentine door de wortelkanaalstiften verantwoordelijk kan zijn voor dergelijke fracturen. Bestudering van de anatomie en de literatuur over de premolaar geeft inderdaad aan dat de toepassing van wortelstiften in dit element bij voorkeur vermeden zou moeten worden. Daarnaast zou in gevallen waar te weinig tandweefsel resteert en een wortelstift onontbeerlijk is voor adequate retentie van de opbouw, gekozen moeten worden voor een relatief korte wortelstift. De geringe retentie van een korte wortelstift ten opzichte van een lange wortelstift kan worden gecompenseerd door de stift in het wortelkanaal te plaatsen met een adhesief cement. Een probleem is echter, dat korte metalen stiften de kauwkrachten in het worteldentine betrekkelijk ongunstig distribueren. Dit aspect zou te ondervangen zijn door gebruik te maken van de nieuwe generatie wortelkanaalstiften, die zijn vervaardigd van kunststof en longitudinaal gerangschikte koolstof of glasfibervezels, omdat deze stiften een elasticiteitsmodulus (stijfheid) bezitten die veel dichter bij de elasticiteitsmodulus van tandweefsel ligt in vergelijking met metalen stiften.

Voor verdere verbetering van de kwaliteit van de opbouwrestauratie is het van essentieel belang, dat er een goede adhesieve verbinding tussen het opbouwmateriaal en het dentine tot stand wordt gebracht en dat de tandarts zich bewust is van de krimpspanningen die hierbij tijdens de verharding van het opbouwmateriaal kunnen optreden. Door de grote verscheidenheid aan dentine bondingsystemen met hun onderlinge chemische verschillen kunnen al snel fouten worden gemaakt in de keuze van de bondingsystemen en composietopbouwmaterialen.

In dit proefschrift worden een aantal studies beschreven, die gegevens verschaffen over de breukweerstand van verschillende soorten stiftopbouwen met een relatief korte stiftlengte van 6 mm en inzicht geven in hun gedrag bij vermoeiingsexperimenten. Behalve de traditionele gegoten stiftopbouw werden ook opbouwrestauraties met titaniumstiften en de nieuwere koolstof- en glasfiberstiften in de experimenten betrokken. Ook bestudeerd zijn de krimpspanningen, die ontstaan bij het gebruik van zelfhardende- en lichtuithardende opbouwcomposieten en de compatibiliteit van verschillende soorten bondingsystemen met deze opbouwcomposieten.

In **Hoofdstuk 1**, dat de introductie van dit proefschrift vormt, staat beschreven hoe het restaureren met behulp van een stiftopbouw is ontstaan en welke opbouwmaterialen, stiften en technieken daarvoor in de loop van de tijd zijn gebruikt. Vervolgens wordt beschreven welke belangrijke rol de restauratieve omvatting van natuurlijk tandweefsel (de ferrule) en het behoud van tandweefsel kunnen spelen, welke spanningen er in de wortel gedistribueerd kunnen worden bij het gebruik van wortelkanaal stiften, wat de voor en nadelen zijn van de verschillende cementen die worden gebruikt om stiften in het kanaal vast te zetten, waarom de premolaar minder geschikt is voor de toepassing van wortelkanaalstiften en tenslotte welke onderzoeksmethoden tot op heden zijn gebruikt om de opbouw op endodontisch behandelde elementen te evalueren.

In **Hoofdstuk 2** wordt beschreven hoe op een gestandaardiseerde wijze een stiftopbouw met kroon op premolaren kan worden vervaardigd om de sterkte van verschillende soorten opbouwen met elkaar te kunnen vergelijken. Hiervoor werden premolaren in koperen buisjes gefixeerd met kunsthars, waarna ze met behulp van de Celay machine op een gestandaardiseerde wijze werden gedecapiteerd. Vervolgens werden de elementen van een (stift)opbouw voorzien en wederom met behulp van de Celay machine geprepareerd voor een standaard kroon, die uiteindelijk over deze opbouwpreparatie heen op het element werd gecementeerd. Op deze wijze werden verschillende soorten opbouwen in premolaren vervaardigd en op sterkte getest. Behalve de maatvoering, die voor alle opbouwen hetzelfde was, was het tevens van belang dat de standaard metalen kroon, die over de opbouw heen was gecementeerd, 2 mm voorbij het opbouwmateriaal in het natuurlijke tandweefsel vastgreep. Het effect hiervan op de retentie van de kroon noemt men het ferrule effect. Alle testexemplaren in de bestudeerde groepen (n = 8 per groep) werden in bucco-palatinale richting, onder een hoek van 45°, tot breuk belast. In twee groepen werden de testexemplaren voorzien van opbouwen met een stift in het wortelkanaal,; de eerste kreeg een gegoten stiftopbouw van onedel metaal en de tweede een lichtuithardend opbouwcomposiet met een siliciumvezelstift. Daarnaast waren er drie groepen met testexemplaren, die werden voorzien van opbouwen zonder stift; de eerste van een zelf uithardend composiet, de tweede van een lichtuithardend composiet en de derde van een glasionomeer cement. Er waren twee controle groepen, één om de bijdrage van de ferrule te bestuderen en één om te bekijken of de grootte van de variatie in deze gestandaardiseerde testopstelling kleiner zou uitvallen dan bij een niet gestandaardiseerde testopstelling, waarbij de testexemplaren op het oog werden geprepareerd. De eerste controle groep bestond uit elementen, die *niet* waren opgebouwd met een opbouwmateriaal, maar waar de cementlaag tussen kroon en dentine louter houvast vond op 2 mm oorspronkelijk tandweefsel (ferrule). Bij de tweede controlegroep werd ieder element met behulp van een airrotor op hetzelfde niveau gedecapiteerd, opgebouwd met een lichtuithardend

opbouwcomposiet en vervolgens met de airrotor voorzien van een kroonpreparatie met ongeveer dezelfde afmetingen als de standaard kroonpreparatie, inclusief een ferrule van ongeveer 2 mm. Van deze preparaties werden afdrukken gemaakt, waarmee tenslotte in het laboratorium individuele metalen kronen werden vervaardigd (met ongeveer dezelfde afmetingen als de gestandaardiseerde kronen) en over de opbouw gecementeerd.

De resultaten lieten zien dat de gemiddelde breukweerstand van kronen die waren onderbouwd door een gegoten opbouw het grootste was. De maximale belasting leidde bij dit type opbouw in alle gevallen tot wortelbreuk. Het gemiddelde van deze groep verschilde echter alleen significant van de groep waar een composietopbouw met siliciumvezelstift als onderbouw was vervaardigd. Opvallend was dat de eerste controle groep, zonder opbouwvoorziening, niet significant verschilde van de groepen waar wel opbouwmateriaal onder de kroon was aangebracht. Blijkbaar speelt het effect van de ferrule, de omvatting van het natuurlijke tandweefsel door de kroon, bij het bepalen van de maximale breuksterkte een uitermate belangrijke rol. Zeker in deze testopstelling, waarbij het element belast werd onder een hoek van 45° en in de standaard kroonpreparatie slechts een smalle schouder van 0.5 mm in het axiale dentine was aangebracht, bleek het natuurlijke tandweefsel aan de rand van de kroon veel bij te dragen aan de breukweerstand. Verder bleken de uitkomsten van de testexemplaren in de niet gestandaardiseerde groep een grotere variatie te vertonen dan die van de gestandaardiseerde groepen.

Geconcludeerd werd, dat wanneer de breukweerstand van een opbouw- en kroonrestauratie getest wordt onder een hoek van 45° de ferrule een beslissende rol speelt. Om een beter beeld te krijgen van de bijdrage van de (stift)opbouw aan de uiteindelijke breukweerstand van het totaal van opbouw en kroon lijkt een testopstelling, waarbij belast wordt onder een meer loodrechte hoek, de voorkeur te hebben. Voor de algemene praktijk lijkt dit experiment aan te geven dat een ferrule is aan te bevelen, maar de tandarts moet zich daarbij bewust zijn, dat er steeds gestreefd moet worden naar een zo gering mogelijke weefselafname.

In **Hoofdstuk 3** werden twee groepen premolaren (n = 8 per groep) voorzien van conventionele gegoten stiftopbouwen ieder met een stiftlengte van 6 mm en opbouwhoogte van 5 mm. In de eerste groep waren deze in het wortelkanaal gecementeerd met een zinkfosfaatcement en in de tweede groep met een zelfuithardend composietcement. De helft van iedere groep werd aan vermoeiing blootgesteld en de andere helft diende als controle. De testexemplaren die vermoeid moesten worden, werden met kunsthars gefixeerd in koperen buisjes, die vervolgens geplaatst werden in PVC blokken in de vermoeiingsmachine. Alvorens de testexemplaren in kunsthars te fixeren werd de wortel eerst voorzien van een dunne laag siliconenmateriaal om zo een parodontaal ligament te imiteren. Vervolgens werden de testexemplaren, in bucco-linguale

richting, onder een hoek van 85° met de wortelrichting, één miljoen maal (met een frequentie 1 Hz) belast met een kracht van 40 N, die op de occlusaal-axiale hoek van de opbouw aangreep. Een kroon over de opbouw heen, voorzien van een ferrule, werd met opzet achterwege gelaten, om zo de opbouw op een zo ongunstig mogelijke wijze bloot te stellen aan vermoeiingsbelasting. Het falen van een materiaal als gevolg van vermoeiing wordt gedefinieerd als het breken ten gevolge van herhaalde belastingen, die qua grootte onder de elastische limiet blijven, en zich manifesteren als beginnende fijne barstjes, gevolgd door scheurtjes en scheuren, zodat het materiaal uiteindelijk in brokstukjes uit elkaar valt.

Om de kwaliteit van de cementlaag tussen stift en worteldentine, van testexemplaren met en zonder vermoeiing, te kunnen beoordelen, werden van het wortelsegment waarin zich het 6 mm lange stiftgedeelte bevond, drie dwarscoupes van 1,5 mm dikte gezaagd op coronaal, mediaal en apicaal niveau; van de coronale zijde van deze dwarscoupes werden afdrukken en replica's gemaakt. Met behulp van deze replica's werd in de Scanning Elektronen Microscoop (SEM) een score gemaakt van onregelmatigheden in de cementlaag, zoals scheuren, luchtbellen en onvoldoende aanhechting aan stift of dentine.

Om de retentie van het stiftsegment in het wortelkanaal te beoordelen werd gebruik gemaakt van de Push-out test. Daarvoor werden de dwarscoupes met het coronaire gedeelte naar beneden in een Instron testmachine geplaatst, en wel zo dat alleen het worteldentine rondom stift en cement goed ondersteund was. Vervolgens werd de kracht gemeten die nodig was om de stiftsectie uit het wortelsegment naar beneden toe los te drukken.

De resultaten lieten zien dat de vermoeiingskrachten niet leidden tot het loskomen van de gegoten opbouwen. Ook werden er bij deze opbouwen geen significante verschillen gevonden tussen de vermoeide en niet-vermoeide groep voor wat betreft de SEM evaluatie en de Push-out sterkte. Wel liet het composietcement, zowel in de SEM analyse als in de Push-out test, significant betere resultaten zien dan het zinkfosfaatcement.

In **Hoofdstuk** 4 werd gebruik gemaakt van dezelfde testopstelling als in Hoofdstuk 3 en werd eenzelfde maatvoering voor de opbouw gehanteerd. Nu echter was het cement rondom de wortelstift in alle gevallen een zelfuithardend composietcement, maar varieerde de combinatie van stift en opbouw. In de eerste groep werden conventionele gegoten stiftopbouwen gebruikt, terwijl in drie andere groepen een geprefabriceerde stift werd gecombineerd met een opbouw van lichtuithardend opbouwcomposiet dat adhesief aan het dentine was verbonden. Van deze geprefabriceerde stiften was de eerste vervaardigd van titanium, de tweede en de derde van kunsthars verstekt met respectievelijk glas- en koolstofvezels. Ook hier werd de helft van de testexemplaren van iedere groep aan vermoeiingskrachten blootgesteld en werd de kwaliteit van

de cementlaag tussen de stift en het worteldentine met behulp van SEM en de Push-out test beoordeeld.

Ook in dit deel van de studie lieten de resultaten zien, dat de vermoeiingskrachten niet leidden tot het losgaan van de opbouwen. Ook de Push out test liet geen significante verschillen zien tussen de vermoeide versus de niet-vermoeide groepen. De SEM analyse toonde echter wel significante verschillen tussen de vermoeide en de niet-vermoeide groepen. Ten aanzien van de samenstelling van de stiftopbouwen lieten de SEM scores zien dat de gegoten opbouw en de composietopbouw met glasvezelstift en koolstofvezelstift ongeveer gelijkwaardig presteerden, maar dat de titaniumstift significant minder presteerde. Verder bleek uit de SEM analyse dat de kwaliteit van de cementlaag significant verbeterde van apicaal naar coronaal.

In **Hoofdstuk 5** werd wederom dezelfde testopstelling gebruikt als in de hoofdstukken 3 en 4. De stiftopbouw was nu bij alle proefexemplaren samengesteld uit een koolstofvezelstift en een opbouw van lichtuithardend opbouwcomposiet dat adhesief aan het dentine was verbonden. In deze test varieerde het cement waarmee de koolstofvezelstift in het kanaal was geplaatst. In de eerste en tweede groep was dit respectievelijk een zelfuithardend en een duaaluithardend composietcement en in de derde groep een kunststofgemodificeerd glasionomeercement.

De SEM analyse en de Push-out resultaten lieten zien dat vermoeiing net niet significant verschilde van de controle (niet vermoeid). Wel waren er significante verschillen tussen de soorten cement en de locatie van de stiftsectie (apicaal, mediaal en coronaal). Voor het type cement verbeterden de resultaten zowel voor SEM als voor de Push-out test van het kunststofgemodificeerde glasionomeercement naar duaaluithardend composietcement, gevolgd door zelfuithardend composietcement. De kwaliteit van de cementlaag tussen stift en worteldentine verbeterde van apicaal naar coronaal.

In **Hoofdstuk 6** wordt beschreven hoe de compatibiliteit tussen opbouw composieten en verschillende bondingsystemen werd onderzocht met behulp van polymerisatiekrimpspanningsmetingen en hechtsterktebepalingen aan dentine. Er werd aangetoond dat de keuze van het bondingsysteem van invloed is op de sterkte van de hechting tussen dentine en zelfuithardend opbouwcomposiet. De oorzaak hiervan zou kunnen worden toegeschreven aan de zure monomeren, die aan de moderne adhesieven worden toegevoegd om het etsende vermogen en hydrofiele karakter te vergroten. De aanwezigheid van zuren ter plaatse van het contactvlak tussen adhesief en composiet kan een storende factor zijn, omdat H^+ ionen kunnen reageren met de tertiaire aminen, die een onmisbare schakel vormen voor de polymerisatie van composiet. Normaliter zullen het composiet en de bovenste laag van het adhesief, dat door zuurstofinhibitie niet volledig uithardt, in elkaar kunnen overvloeien en goed aan elkaar kunnen hechten na uitharding. Doordat de polymerisatie van een zelfuithardend composiet enige tijd in beslag

neemt zal deze aan het hechtvlak worden verstoord indien de zuurstofinhibitielaag een te lage zuurgraad (pH) heeft. Voor een van de geteste zure adhesieven, waarin zich een zout van een zwak zuur bevindt (Natriumbenzeensulfinaat), bleek een verstoring van de polymerisatie niet op te treden, waarschijnlijk omdat de vrije H^+ ionen zich eerder aan het benzeensulfinaatanion binden dan aan de aminen. Lichtuithardende composieten ondervonden geen hinder van de zuurgraad van de bonding, omdat deze direct na aanbrengen door belichting abrupt polymeriseren en er dus feitelijk geen tijd is om de polymerisatiereactie negatief te beïnvloeden.

Verder bleken de krimpspanningen in het zelfuithardende composiet zich langzamer op te bouwen en in een aantal gevallen lager uit te komen dan in het lichtuithardende composiet. Dit is het gevolg van het feit dat het zelfuithardende composiet tijd nodig heeft om te polymeriseren en het lichtuithardende composiet direct bij belichting abrupt en bijna volledig wordt uitgehard. Desalniettemin blijkt dat het adhesief tussen dentine en composiet bij beide opbouwmaterialen goed in staat is de krimpspanningen op te vangen.

8.2 Klinische discussie

Er is nog steeds een grote vraag naar wortelkanaalstiften, hetgeen wordt bevestigd door dental depots, die met enige regelmaat weer andere en "betere" stiftsystemen introduceren. In Nederland wordt ongeveer 30% van de opbouwrestauraties op endodontisch behandelde elementen voorzien van een wortelkanaalstift [1]. Voor de indicatie van deze wortelkanaalstift hanteert de tandarts een aantal criteria, op grond van literatuurkennis, persoonlijke ervaringen of overtuiging. In veel van deze gevallen wordt verondersteld dat de stift een onmisbare bijdrage levert aan de stevigheid en duurzaamheid van de opbouwrestauratie. Natuurlijk zijn er gevallen waar er zoveel tandweefsel verloren is gegaan dat het noodzakelijk is om de opbouwrestauratie met behulp van een wortelkanaalstift van extra retentie te voorzien. Daarnaast kunnen er ook andere overwegingen zijn om een stift in het kanaal te plaatsen. De mechanische eisen die aan de opbouwrestauratie worden gesteld zijn immers ook afhankelijk van stand en positie in de gebitsboog van het betreffende gebitselement. In geval van ongunstige occlusie en articulatie in het front kan de horizontale component in de belasting relatief groot zijn. In de molaarstreek zal de horizontale component weliswaar kleiner zijn, maar zullen de kauwkrachten meestal hoger zijn. Ook zullen aan een solitaire kroon andere eisen worden gesteld dan aan de pijler voor een brugconstructie of frameprothese. Tenslotte zijn er ook nog patiënt afhankelijke factoren, zoals bruxisme, erosie, matige mondhygiëne enz., die van belang zijn. Binnen dit spectrum zal de tandarts voor elk geval opnieuw moeten vaststellen welke benadering de beste is.

Dit onderzoek laat zien dat voor een opbouw, ook zonder wortelkanaalstift, houvast aan het gebitselement kan worden verkregen door gebruik te maken van adhesieve technieken. In de praktijk zal er in het merendeel van de gevallen genoeg tandweefsel resteren om het opbouwmateriaal aan te hechten en zal door de onregelmatige vorm van het geëxcaveerde dentine ook mechanische retentie voor handen zijn. Het is dan wel zaak bij een kroonpreparatie zoveel mogelijk van het oorspronkelijke tandweefsel te handhaven. Dat betekent dat bij een volledige kroon een balans moet worden gezocht tussen het streven naar voldoende omvatting (ferrule) en een minimale opoffering van gezond tandweefsel. Dit is mede van belang, omdat bij de afwezigheid van een starre stiftopbouw de distributie van spanningen in het cervicale tandweefsel hoger kan zijn, waarbij naarmate de elasticiteitsmodulus van het opbouwmateriaal lager is de distributie van krachten hoger zijn [2]. De consequentie van deze benadering is dat, om overcontour te voorkomen, de randen van een goudporselein kroon dun uitgewerkt dienen te worden en in metaal moeten worden uitgevoerd. Het behoeft geen betoog dat voor een volledig metalen kroon minder en voor de volledig keramieke kroon vaak meer tandweefsel moet worden opgeofferd. Het is de taak van de tandarts om aan de patiënt uit te leggen dat bij volledige kronen een afweging gemaakt moet worden tussen behoud van tandweefsel en esthetiek. In de testopstelling van het eerste onderzoek is hiernaar gestreefd door een schouder van slechts 0,5 mm te prepareren.

In het onderzoek naar de cementen rondom de stift in het wortelkanaal werd geïllustreerd dat het wortelkanaal tandheelkundig een lastig en kritisch gebied is, waarin het moeilijk is tussen stift en worteldentine een cementlaag van constante kwaliteit te verkrijgen. Daarom moet worden voorkomen dat de retentie van een opbouw hoofdzakelijk afhankelijk is van de wortelkanaalstift en moet zoveel mogelijk adhesieve aanhechting worden verkregen op het resterende tandweefsel buiten het wortelkanaal. Het handhaven van zoveel mogelijk supragingivaal tandweefsel lijkt dus geboden. Het moge duidelijk zijn dat een volledige kroon op gespannen voet staat met dit principe en dat, daar waar mogelijk, gestreefd moet worden naar restauraties waarbij het buccale en palatinale (linguale) tandweefsel wordt gehandhaafd. Adhesief bevestigde overkappingsrestauraties, indirect van metaal of porselein, of direct van composiet hebben daarom de voorkeur.

In het laatste onderzoek is aangetoond dat bij een zelfuithardend composiet de hechting aan dentine negatief beïnvloed kan worden door het gebruik van een adhesief met een lage pH waarde. Bij het loskomen van de opbouwrestauratie zou in deze gevallen ten onrechte geconcludeerd kunnen worden dat een wortelkanaalstift noodzakelijk is om de hechting tussen dentine en opbouwcomposiet mechanisch te ondersteunen.

Een verstoring van de polymerisatie van opbouwcomposiet zou op chemisch vergelijkbare wijze kunnen optreden bij het gebruik van zelf- en duaaluithardende composietcementen, waarbij geen adhesief als tussenlaag tussen cement en dentine wordt gebruikt, maar waarbij het composiet direct aan het dentine vasthecht. Bij veel van deze cementen wordt een zelfetsende primer gebruikt om het dentine te conditioneren. De op het dentine achtergebleven zelfetsende primer, die een lage pH waarde heeft, zal direct in contact komen te staan met het composietcement en dus op eenzelfde wijze een verstoring van de polymerisatie kunnen bewerkstelligen als beschreven in Hoofdstuk 6. Om dit probleem te ondervangen wordt daarom door een aantal fabrikanten ook hier, net als bij bondingsystemen met een lage pH, een zout van een zwak zuur toegevoegd, maar nu aan de primer. Feit blijft, dat door de anaërobe omstandigheden in het wortelkanaal, de polymerisatiereactie in het composietcement aanzienlijk wordt versneld, waardoor de verwerkingstijd in het wortelkanaal relatief kort is. Om de kans op een goede cementlaag tussen stift en worteldentine te vergroten heeft een langzaam hardend cement de voorkeur, omdat er dan meer tijd beschikbaar is om het cement op een adequate wijze tot onder in het kanaal aan te brengen alvorens de stift te plaatsen.

Een ander aspect is dat het onderzoek laat zien dat bij het gebruik van zelfuithardende composietopbouwmaterialen het wel 10 minuten duurt voordat er een redelijke hechtsterkte is verkregen om de opbouw te kunnen bewerken. In de algemene praktijk wordt dikwijls al sneller met de kroonpreparatie begonnen omdat het uitgehard lijkt. Het is niet duidelijk welke consequenties dit heeft in de praktijk. Een voordeel van het lichtuithardende opbouwcomposiet is, dat het na belichting nagenoeg volledig is uitgehard en direct kan worden beslepen. De krimpspanningen zijn weliswaar wat hoger, maar bij een minder gunstige C-factor (pulpakamer en entree van het wortelkanaal) kan dit enigszins worden opgevangen door het composiet laagsgewijs aan te brengen; meer coronaal speelt dit probleem nauwelijks meer een rol omdat het opbouwmateriaal grotendeels ongehinderd kan krimpen.

8.3 Toekomstig onderzoek

De literatuur [3-5] en dit onderzoek laten zien dat, nadat het wortelkanaal is geprepareerd voor een wortelkanaalstift, er resten wortelkanaalvulmateriaal (wortelkanaalsealer en gutta percha) achter kunnen blijven. Door het kanaal te etsen met 32% fosforzuur en grondig te spoelen met water kan het grootste deel van dit residu worden weggenomen, waarna het wortelkanaal vervolgens van een adhesief kan worden voorzien, dat dan een dunne flexibele laag tussen composietcement en dentine vormt. Deze procedure is weliswaar gecompliceerder dan bij cementen, waarbij alleen een primer wordt gebruikt, maar een voordeel van adhesieven kan zijn

dat het makkelijker in het dentine penetreert dan een visceus cement [6,7]. Daarnaast zou de flexibele adhesieve laag de hoge krimpspanning in het cement (de C-factor is ongunstig) in enige mate kunnen opvangen. De eventuele voordelen van deze benadering, inclusief de applicatie van cementen in het wortelkanaal met behulp van spuittechnieken (needle tubes), zullen nog verder onderzocht moeten worden. Behalve de hechtsterkte zou daarbij ook vooral de lekkage binnen in het wortelkanaal bestudeerd moeten worden. Doelstelling zou moeten zijn een systeem te vinden, waarbij de adhesieve componenten zich adequaat aan dentine en stift kunnen hechten, krimpspanningen worden geminimaliseerd en een goede endodontische afsluiting is gegarandeerd. Een onderzoeksprotocol hiervoor is inmiddels ontworpen.

Een ander aspect dat aandacht verdient, is de sterkte van endodontisch behandelde premolaren die zijn gerestaureerd met partiële directe of indirecte adhesief bevestigde restauraties. Hierbij zou ook de stressdistributie in het resterende tandweefsel moeten worden bestudeerd. Ontwikkelingen in de CAD-CAM technologie [8] en betere verwerking van composietmaterialen hebben wegen geopend waarbij het behoud van tandweefsel voorop kan staan. Ten aanzien van dit aspect kan ook veel winst worden geboekt als er voorspelbare resultaten met directe pulpa-overkappingen kunnen worden gerealiseerd [9-13], dit in plaats van volledig wortelkanaalbehandelingen, waarvoor veel meer tandweefsel moet worden opgeofferd.

Naast *in vitro* onderzoek kunnen natuurlijk ook *in vivo* studies ons informatie geven over welke opbouwtechnieken succesvol kunnen zijn. Probleem bij deze meestal retrospectieve onderzoeken is echter dat er opbouwsystemen worden onderzocht op elementen waarvan de hoeveelheid resterend tandweefsel sterk varieert. Dit laatste zal dikwijls ook nog voor de keuze van het type opbouwsysteem een rol spelen. Daarnaast is het klinische succes van een opbouw zeer afhankelijk van de wijze waarop deze belast wordt en dat zal per patiënt sterk verschillen.

Hoe dan ook, bij toekomstige onderzoeken in dit kader zal behoud van tandweefsel, dat feitelijk onvervangbaar is, centraal moeten staan. Dit standpunt blijkt ook binnen de tandheelkundige professie steeds meer aan terrein te winnen [14]. Het moge duidelijk zijn dat de adhesieve tandheelkunde hiervoor een onmisbare schakel is.

8.4 Referenties

[1] Bruers JJ (2002). NMT Peilstations. Onderzoek Tandheelkundige Consumptie: resultaten over 2001. Nederlandse Maatschappij tot bevordering der Tandheelkunde (NMT), Onderzoek & Informatievoorziening. Nieuwegein.

[2] Pierrisnard L, Bohin F, Renault P, Barquins M. Corono-radicular reconstruction of pulpless teeth: a mechanical study using finite element analysis. J Prosthet Dent 2002; 88: 442-448.

[3] Hagge MS, Wong RD, Lindemuth JS. Retention of posts luted with phosphate monomer-based composite cement in canals obturated using a eugenol sealer. Am J Dent 2002; 15: 378-382.

[4] Hagge MS, Wong RD, Lindemuth JS. Retention strengths of five luting cements on prefabricated dowels after root canal obturation with a zinc oxide/eugenol sealer: 1. Dowel space preparation/cementation at one week after obturation. J Prosthodont 2002; 11: 168-175.

[5] Hagge MS, Wong RD, Lindemuth JS. Effect of three root canal sealers on the retentive strength of endodontic posts luted with a resin cement. Int Endod J 2002; 35: 372-378.

[6] Carvalho RM, Pegoraro TA, Tay FR, Pegoraro LF, Silva NR, Pashley DH. Adhesive permeability affects coupling of resin cements that utilise self-etching primers to dentine. J Dent 2004; 32: 55-65.

[7] El Zohairy AA DGA, Mohsen MM, Feilzer AJ. Effect of conditioning time of self-etching primers on dentin bond strength of three adhesive resin cements. Dent Mater In press.

[8] Denissen HW, El-Zohairy AA, van Waas MA, Feilzer AJ. Porcelain-veneered computer-generated partial crowns. Quintessence Int 2002; 33: 723-730.

[9] Horsted-Bindslev P, Vilkinis V, Sidlauskas A. Direct capping of human pulps with a dentin bonding system or with calcium hydroxide cement. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2003; 96: 591-600.

[10] Pereira JC, Segala AD, Costa CA. Human pulpal response to direct pulp capping with an adhesive system. Am J Dent 2000; 13: 139-147.

[11] Clement AW, Willemsen WL, Bronkhorst EM. [Success of direct pulp capping after caries excavations]. Ned Tijdschr Tandheelkd 2000; 107: 230-232.

[12] de Souza Costa CA, Lopes do Nascimento AB, Teixeira HM, Fontana UF. Response of human pulps capped with a self-etching adhesive system. Dent Mater 2001; 17: 230-240.

[13] Schuurs AH, Gruythuysen RJ, Wesselink PR. Pulp capping with adhesive resin-based composite vs. calcium hydroxide: a review. Endod Dent Traumatol 2000; 16: 240-250.

[14] Mileman PA, Van Den Hout WB. Preferences for oral health states: effect on prescribing periapical radiographs. Dentomaxillofac Radiol 2003; 32: 401-407.