

Funderingsrestauraties bij uitgebreid weefselverlies van gebitselementen

Vitale gebitselementen kunnen na (uitgebreid) weefselverlies volledig worden geresatureerd met composiet. Soms is hierbij het aanbrengen van additionele retentiepreparaties geïndiceerd. In een enkel geval komt een wortelkanaalbehandeling in aanmerking, waarna eventueel een wortelstift wordt toegepast. Endodontisch behandelde meerwortelige gebitselementen kunnen eveneens volledig met composiet worden geresatureerd, waarbij de pulpakamer en de wortelkanaalingangen worden benut voor retentie. Bij eenwortelige gebitselementen is na veel weefselverlies wel een wortelstift nodig, waarvoor vaak een geprefabriceerde wortelstift wordt gebruikt. Traditioneel werden metaalstiften gebruikt in combinatie met een aangegoten indirect vervaardigde funderingsrestauratie. Later werd het op directe wijze opbouwen door middel van de combinatie van metaalstiften met amalgaam, tegenwoordig met composiet, gebruikelijk. De huidige trend is geprefabriceerde of individueel vervaardigde vezelstiften te gebruiken. Na het aanbrengen van een funderingsrestauratie kan worden gekozen voor een gecombineerde funderingskroonrestauratie of een (in)directe kroonrestauratie.



Afb. 1. Uitgebreid weefselverlies als gevolg van cariës, gebitslijtage en een knobelfractuur van gebitselement 14.

Fokkinga WA, Fennis WMM, Witter DJ, Kreulen CM, Creugers NHJ. Funderingsrestauraties bij uitgebreid weefselverlies van gebitselementen. *Ned Tijdschr Tandheelkd* 2013; 120: 81-90
doi: 10.5177/ntvt.2013.02.12259

Inleiding

Wanneer door verlies van delen van gebitselementen een onvoldoende functioneel occlusiesysteem dreigt, kunnen restauraties nodig zijn (Witter et al, 2012). In dat kader is bij een gebitselement met uitgebreid weefselverlies allereerst het opbouwen van een deel van de klinische kroon geïndiceerd met als doel voldoende houvast te creëren voor de daaropvolgende kroonrestauratie van het gebitselement (afb. 1). Dit wordt gedaan met een zogenaemde funderingsrestauratie. Met een dergelijke fundering wordt de preparatievorm van het gebitselement zodanig hersteld dat aan de mechanische eisen – retentie en resistentie – voor de kroonrestauratie wordt voldaan.

Traditioneel was de kroonrestauratie een indirect vervaardigde gegoten kroon. De gegoten kroon herstelt daarbij de vorm en de functie van het gebitselement en draagt door de omvatting van de funderingsrestauratie en van het cervicaal nog aanwezige gezonde gebitsweefsel bij aan de integriteit van het gebitselement. Met integriteit wordt bedoeld de samenhang tussen het resterende gebitselement, de funderingsrestauratie en de gegoten kroon. Door de ontwikkeling van adhesieve methoden wordt tegenwoordig in de meeste gevallen een direct vervaardigde uit 1 geheel bestaande composietrestauratie toegepast, waarbij dus het restauratiemateriaal zowel de funderingsrestauratie als de

kroonrestauratie vormgeeft. Dit wordt een gecombineerde funderingskroonrestauratie genoemd. Desgewenst kan het gebitselement later alsnog worden geprepareerd voor een gegoten kroon als dit is geïndiceerd in het behandelplan.

In dit artikel worden de verschillende mogelijkheden besproken voor het restaureren van gebitselementen na uitgebreid weefselverlies. Specifiek wordt daarbij ingegaan op het verschil in benadering tussen vitale en endodontisch behandelde gebitselementen.

Vitale versus endodontisch behandelde gebitselementen

Een endodontische behandeling gaat gepaard met verwijdering van weefsel waardoor de integriteit van het gebitselement wordt aangetast. Door de verwijdering van het pulpadak ontbreekt de horizontale verbinding binnen de kroon en is er door de endodontische behandeling sprake van verwijde wortelkanaalingangen en wortelkanalen. Daardoor hebben endodontisch behandelde gebitselementen een groter fractuurrisico, waarbij ook het al eerder opgetreden weefselverlies door cariës, caviteitspreparatie en (micro)fracturen een rol speelt.

Lange tijd heeft de opvatting bestaan dat dentine na een endodontische behandeling brosser is ten gevolge van uitdroging. Daardoor zou het fractuurrisico van endodontisch behandelde gebitselementen groter zijn dan dat van vitale gebitselementen. Deze veronderstelling wordt niet ondersteund door onderzoek. Als er al een zekere vorm van uitdroging van het dentine optreedt, blijkt dat nauwelijks invloed te hebben op de fysische of mechanische eigenschappen. De empirische observatie dat endodontisch behandelde gebitselementen frequenter fractureren, is dan ook vooral te wijten aan verzwakking van de gebitselemen-



Afb. 2. Fractuur van de disto-palatinale knobbel van een met amalgaam gerestaureerd gebitselement 16.

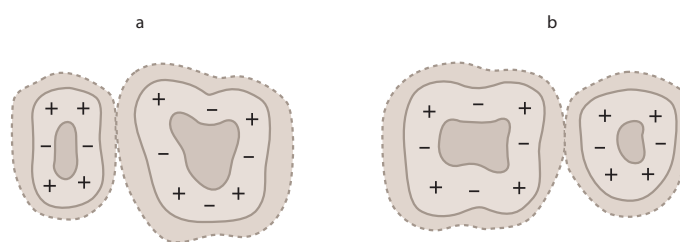
ten door de endodontische behandeling (Schwartz en Robbins, 2004).

Fractuurrisico

Voor knobbelfracturen van zowel vitale als avitale gebitselementen zijn incidenties beschreven van 21 tot 71 per 1.000 persoonjaren (afb. 2) (Bader et al, 2001; Fennis et al, 2002). Geëxtrapoleerd naar de gemiddelde tandartspraktijk in Nederland met ongeveer 2.600 patiënten betekent dit per praktijk 1 tot 3 knobbelfracturen per week (Bruers et al, 2000). Uit longitudinaal onderzoek bleek dat bij ongeveer 30% van endodontisch behandelde premolaren in de maxilla die waren voorzien van een drievlaksamalgaamrestauratie binnen 3 jaar fracturen ontstonden; na 5 jaar bij meer dan 50% (Hansen et al, 1990). Bij endodontisch behandelde premolaren in de maxilla met een drievlaks-composietrestauratie werden na 3 jaar geen knobbelfracturen gezien; na 10 jaar was dat bij 20% wel het geval (Hansen, 1988). Fractuur van endodontisch behandelde gebitselementen is vaak uiterst complicerend omdat in bijna 40% van de gevallen een subgingivale fractuur ontstaat, waardoor opnieuw restaureren problematisch of zelfs onmogelijk is (Fennis et al, 2002). Dit is reden temeer om te trachten fractuur van endodontisch behandelde gebitselementen te voorkomen.

Intern en extern weefselverlies

Bij het ontwerpen van een funderingsrestauratie moet rekening worden gehouden met intern en extern weefselverlies door het prepareren. Onder intern weefselverlies wordt ver-



Afb. 3. Voorkeursplaatsen en minder geschikte plaatsen voor het aanbrengen van additionele retentiepreparaties in een premolaar en een molaar in de maxilla (a) en de mandibula (b); voorkeursplaats (+); minder geschikte plaats vanwege de kans op perforatie naar de pulpakamer (-).

staan weefselverlies in het centrum van een gebitselement ten behoeve van de funderingsrestauratie op zich; onder extern weefselverlies wordt verstaan weefselverlies in de periferie van een gebitselement ten behoeve van de kroonrestauratie. Van intern weefselverlies is vooral sprake bij het prepareren van een wortelkanaal ten behoeve van een gegoten wortelstift. Ook moet weefsel worden weggenomen in verband met de inzetrichting van de fundering die moet overeenstemmen met de inzetrichting van de wortelstift. Wat dat betreft is een direct vervaardigde (composiet) fundering meer defect-georiënteerd omdat daarbij de eventuele ondersnijdingen niet van belang zijn. Bij vitale gebitselementen leidt het aanbrengen van additionele retentie zoals retentiegroeven en parapulpaire pinnen eveneens tot intern weefselverlies, zij het in geringere mate.

Als een gebitselement na het aanbrengen van een funderingsrestauratie wordt voorzien van een gegoten kroon moet rekening worden gehouden met extern weefselverlies. Door het prepareren worden resterende opstaande dentinewanden smaller waarbij een aangebrachte additionele retentiepreparatie voor de funderingsrestauratie verloren kan gaan. Het verlagen van knobbels om ze te overkappen met restauratiemateriaal, hetzij bij een indirect te vervaardigen funderingsrestauratie of kroon hetzij bij het prepareren voor een gecombineerde funderingskroonrestauratie brengt ook extern weefselverlies met zich mee.

Restaureren van vitale gebitselementen

Om een gebitselement te kunnen restaureren, is retentie en resistentie nodig voor het toe te passen restauratiemateriaal. Dit kan macromechanisch, micromechanisch of met aanvullende methoden. Daarnaast bestaat de vraag of overkappen van resterende knobbels zinvol is.

Macromechanische retentie en resistentie

Totdat adhesieve methoden werden toegepast bij het restaureren van gebitselementen werd macromechanische retentie en resistentie gecreëerd in de vorm van retentieputten, retentiegroeven en/of parapulpaire pinnen (afb. 3). Hiermee zijn goede resultaten te bereiken: in een klinisch onderzoek was het overlevingspercentage van in molaren aangebrachte uitgebreide amalgaamrestauraties na een vervolgperiode van 8 jaar ongeveer 90 (Plasmans et al, 1998). Een nadeel van macromechanische retentie is evenwel de noodzaak tot het verwijderen van gezond weefsel.

Resterende massa coronair weefsel	Behandeloctie(s)	Alternatief/compensatiemogelijkheid
Veel: > 50%	Funderings- en kroonrestauratie van composiet	Funderingsrestauratie van composiet met additionele retentie en directe kroonrestauratie van composiet
Weinig: 30-50%	Gecombineerde funderingskroonrestauratie van composiet met: - additionele retentie - knobbeloverkapping	Funderingsrestauratie van composiet met gegoten kroon Wortelkanaalbehandeling*
Minimaal: < 30%	Extractie Wortelkanaalbehandeling* Gecombineerde funderingskroonrestauratie van composiet met: - additionele retentie - knobbeloverkapping	Verlengen klinische kroon Funderingsrestauratie van composiet met indirecte kroon

* Zie tabel 2

Tabel 1. Behandelocties voor vitale gebitselementen na (uitgebreid) weefselverlies.

Als te weinig restweefsel aanwezig is om op deze wijze voldoende retentie te verkrijgen, resteert geen andere optie dan een endodontische behandeling uit te voeren zodat daarna een funderingsrestauratie in de pulpakamer en de wortelkanaalingangen kan worden verankerd, eventueel additioneel met behulp van een wortelstift.

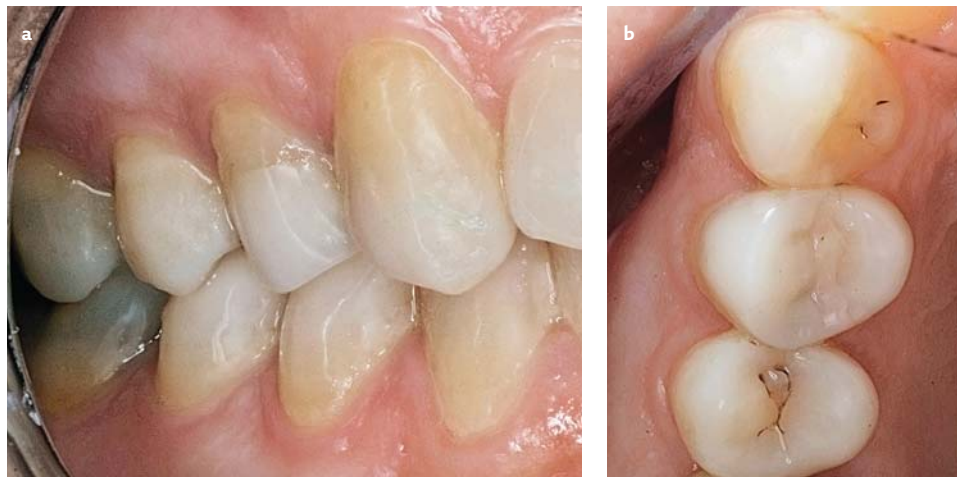
Micromechanische retentie en resistentie

Sinds composiet aan dentine kan worden gehecht, is de restauratie van gebitselementen niet meer alleen afhankelijk van macromechanische retentie (de Almeida Neves et al, 2011). Een adhesieffundering is dan ook een weefselbesparend alternatief voor de traditionele funderingsrestauratie. Tabel 1 presenteert behandelopties in relatie tot de hoeveelheid resterend coronair weefsel. In de praktijk vormt de adhesieffundering als gecombineerde funderingskroonrestauratie steeds vaker een alternatief voor een gegoten kroon. Composieten zijn op basis van hun mechanische eigenschappen goed toepasbaar voor zowel een funderings- als een kroonrestauratie. Bovendien is composiet vanwege de tandkleur geschikt voor gebruik in de esthetische zone. Dat composietrestauraties een goede prognose hebben, bleek uit een observatieonderzoek naar standaard klasse I- en klasse II-composietrestauraties, waarbij na 22 jaar een overlevingspercentage werd gezien dat varieerde van 33 tot 48 (Da Rosa Rodolpho et al, 2011). Van grote adhesieffunderingsrestauraties zijn in de literatuur echter nauwelijks klinische resultaten beschikbaar (afb. 4). Schattingen op basis van een onderzoek

waarbij knobbels van premolaren zijn vervangen, wezen op een 5-jaarsoverlevingspercentage van 85 (Kuijs et al, 2006a).

Aanvullende retentie en resistentie

Uitgebreide composietrestauraties zonder macromechanische retentie en resistentie hebben een verhoogd risico op mislukking vanwege de matige afschuifweerstand van de adhesieve verbinding (Kuijs et al, 2003). Deze afschuifweerstand kan worden verbeterd door de toepassing van parapulpaire pinnen, retentiegroeven en/of retentieboxen (Wassell et al, 2002). Metalen parapulpaire pinnen hebben echter nadelen zoals de introductie van spanningen in zowel het gebitsweefsel als in het restauratiemateriaal en het risico op perforatie van de pulpa of het parodontium (Wassell et al, 2002; Wilson et al, 2002). Toepassing van metalen parapulpaire pinnen is om deze redenen naar de achtergrond verschoven. Als alternatief kunnen ten behoeve van aanvullende retentie en resistentie retentieputten ('pinholes'), -groeven of -boxen worden geprepareerd



Afb. 4. Buccaal (a) en occlusaal (b) aanzicht van een composietrestauratie ter vervanging van de buccale knobbel van gebitselement 14.

Resterende massa coronair weefsel	Behandeloctie(s)	Alternatief/compensatiemogelijkheid
Veel: > 50%	Funderingsrestauratie van composiet: <ul style="list-style-type: none"> - pulpakamer voor additionele retentie - knobbeloverkapping 	Geen funderingsrestauratie: defect opnemen in kroonrestauratie
Weinig: 30-50%	Molaren: funderingsrestauratie van composiet: <ul style="list-style-type: none"> - pulpakamer voor additionele retentie - knobbeloverkapping Eenwortelige gebitselementen: <ul style="list-style-type: none"> - wortelstift en directe funderingsrestauratie van composiet met wortelstift - knobbeloverkapping 	Molaren: wortelstift en funderingsrestauratie van composiet: <ul style="list-style-type: none"> - pulpakamer voor additionele retentie Eenwortelige gebitselementen: (gegoten) funderingsrestauratie met wortelstift
Minimaal: < 30%	Wortelstift en directe funderingsrestauratie van composiet: <ul style="list-style-type: none"> - knobbeloverkapping - indirecte (gegoten) funderingsrestauratie 	Extractie Verlengen klinische kroon

Tabel 2. Behandelocties voor endodontisch behandelde gebitselementen na (uitgebreid) weefselverlies.

(Muhlbauer et al, 2002). Deze worden tijdens het restaureren van het gebitselement gevuld met het restauratiemateriaal. De reactie van de pulpa hierop is gunstiger dan op de plaatsing van schroefbare metalen retentiepinnen (Felton et al, 1991). Het effect van retentieputten op de afschuifweerstand van composietrestauraties is echter niet eenduidig. Redenen hiervan zijn de kwetsbaarheid van de dunne composietpinnen en de moeilijkheid om de composiet in de putten aan te brengen (Muhlbauer et al, 2002). Recent zijn vezelversterkte composietpinnen geïntroduceerd (Fennis et al, 2009). Hoewel dit nog een experimentele ontwikkeling betreft, kan hiermee mogelijk aan veel bezwaren van metalen parapulpaire pinnen worden tegemoetgekomen.

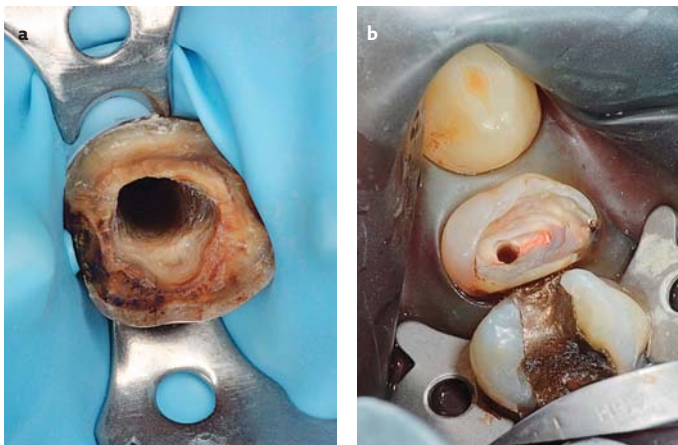
Knobbeloverkapping

Met laboratoriumonderzoek is aangetoond dat het overkappen van knobbels tot een grotere fractuurweerstand van een gerestaureerd gebitselement leidt. Als echter een fractuur ontstaat, leidt dit bij overkapte knobbels sneller

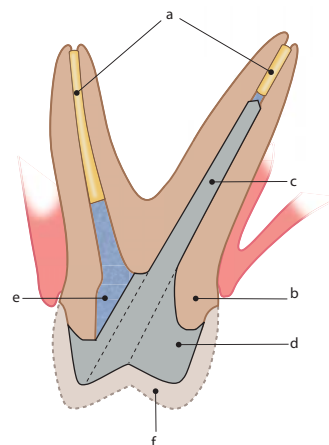
tot een subgingivaal doorlopende (verticale) fractuur in het gebitselement dan bij niet-overkapte knobbels (Fennis et al, 2004). Eveneens bleek uit laboratoriumonderzoek dat het risico van deze ongunstige fracturen wordt beperkt door het aanbrengen van een vezelversterkte composietonderlaag (Fennis et al, 2005; Fokkinga et al, 2006; Dere et al, 2010). Overigens komen dergelijke verticale fracturen bij vitale gebitselementen minder vaak voor dan bij endodontisch behandelde gebitselementen. In een epidemiologisch onderzoek bleek minder dan 10% van de fracturen van vitale gebitselementen subgingivaal gelegen te zijn (Fennis et al, 2002).

Restaureren van endodontisch behandelde gebitselementen

Het restaureren van endodontisch behandelde gebitselementen na uitgebreid weefselverlies is een uitdaging. Vaak resteert maar weinig gebitsweefsel hetgeen het creëren van voldoende retentie bemoeilijkt, ongeacht of het een directe of indirecte funderingsrestauratie wordt (afb. 5). Wortel-



Afb. 5. Eenwortelig gebitselement (a) en premolaar (b) met weinig resterend gebitsweefsel waarbij gebruik van het wortelkanaal ten behoeve van retentie voor een funderingsrestauratie is geïndiceerd.



Afb. 6. Funderingsrestauratie met wortelstift in een molaar in de maxilla: apicale afsluiting (a); dentinestomp (b); wortelstift (c); funderingsrestauratie (d); met cement opgevulde ondersnijding (e); gegoten kroon (f).

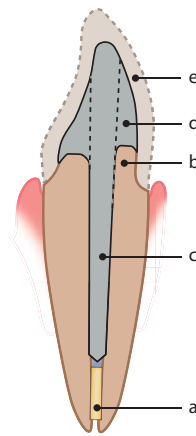


Afb. 7. Molaar met voldoende retentie in de pulpakamer en kanaalingangen voor een composietfunderingsrestauratie.

stiften zijn in die situatie een hulpmiddel om retentie en resistentie te realiseren. De wortelstift fungeert dan als het ware als een anker in het wortelkanaal voor de funderingsrestauratie. Tabel 2 presenteert behandelopties in relatie tot de hoeveelheid resterend coronair weefsel bij endodontisch behandelde gebitselementen.

Lange tijd werd verondersteld dat een wortelstift in een wortelkanaal tevens bijdraagt aan versterking van de wortel van een gebitselement. Hoewel al in de jaren '80 van de vorige eeuw twijfel ontstond over deze veronderstelling is dit argument nog vele jaren gebruikt om wortelstiften min of meer standaard toe te passen (Trope et al, 1985; Naumann et al, 2006). Het probleem bij het aanbrengen van een (geprefabriceerde) wortelstift is dat het wortelkanaal moet worden geprepareerd. Het wortelkanaal dat resteert na een wortelkanaalbehandeling is meestal niet breed of rond genoeg om een stift met een voldoende diameter van 1,3-1,6 millimeter te kunnen plaatsen (Doornbusch et al, 2003). De consequentie is meestal dat de diameter van het wortelkanaal over ongeveer twee derde van de lengte moet worden vergroot. Daardoor worden de wanden van de wortel dunner en neemt het fractuurrisico toe (afb. 6). Trope et al (1985) toonden in laboratoriumonderzoek aan dat de sterkte van de wortel van een gebitselement inderdaad afneemt na preparatie van het wortelkanaal en het plaatsen van een wortelstift. Later is ook aangetoond dat het verwijderen van weefsel rondom de kanaalingang de wortel aanmerkelijk verder verzwakt (Lang et al, 2006). De uitkomsten van *in vitro*-onderzoek wijzen er dus op dat terughoudendheid is geboden bij het verwijderen van weefsel in de kern van een gebitselement. De niet-beoogde maar altijd optredende verzwakking door preparatie, samen met de verdere ontwikkeling van adhesieve methoden, hebben de vraag doen rijzen in welke gevallen wortelstiften zijn geïndiceerd. Daarenboven heeft de ontwikkeling van adhesieve materialen geleid tot gebruik van individueel gevormde wortelstiften.

In molaren resteert vaak voldoende weefsel om een funderingsrestaura-



Afb. 8. Schematische weergave van een gegoten funderingsrestauratie met wortelstift in een incisief: apicale afsluiting (a); dentinestomp (b); wortelstift (c); aangegoten deel van de funderingsrestauratie (d); gegoten kroon (e).

tie zonder wortelstift voldoende retentie te geven. Retentie voor de funderingsrestauratie wordt dan verkregen in de pulpakamer en de kanaalingangen, eventueel door het aanbrengen van additionele ondersnijdingen (afb. 7). Daarentegen zal een wortelstift bij eenwortelige gebitselementen met weinig resterend weefsel eerder nodig zijn voor voldoende retentie van de funderingsrestauratie (afb. 8).

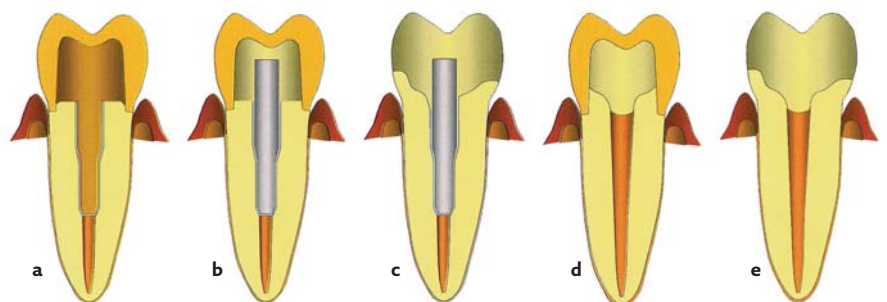
Wortelstiften

Er zijn verschillende soorten wortelstiften, primair te verdelen in metaalstiften en niet-metaalstiften.

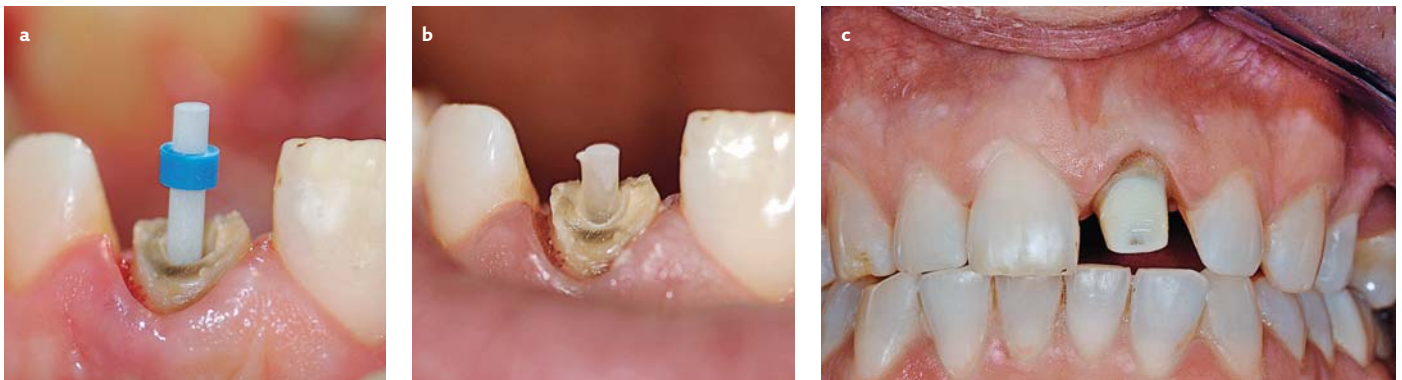
Metaalstiften

Voor een goede pasvorm van een gegoten wortelstift die als funderingsrestauratie wordt gemaakt van een legering van edelmetalen is het nodig alle ondersnijdingen te elimineren. Hierbij dicteert de wortelstift de inzet- en uitneemrichting (afb. 6). Naast de aangegoten constructie - waarbij een geprefabriceerde wortelstift wordt gebruikt - bestaat de mogelijkheid de stift en de fundering als 1 geheel te gieten. Een gegoten wortelstift als funderingsrestauratie wordt altijd voorzien van een gegoten kroon.

Een alternatief voor de gegoten wortelstift is een funderingsrestauratie van composiet met gebruikmaking van 1 of meer geprefabriceerde metalen wortelstiften. Deze wortelstiften zijn beschikbaar met verschillende kenmerken, zoals diameter, lengte, conisch/parallel, met/zonder retentiekop. Het wortelkanaal wordt eerst geprepareerd met gestandaardiseerde boren, vervolgens wordt de corresponderende ge-



Afb. 9. Schematische weergave van verschillende typen (wortelstift)funderingsrestauraties: gegoten funderingsrestauratie met wortelstift met gegoten kroon (a); geprefabriceerde wortelstift met gegoten kroon (b); geprefabriceerde wortelstift met een gecombineerde funderingskroonrestauratie (c); funderingsrestauratie zonder wortelstift met gegoten kroon (d); gecombineerde funderingskroonrestauratie (e).



Afb. 10. Frontelement met een vezelstift en een composietfunderingsrestauratie; vezelstift *in situ* (a); vezelstift gecementeerd en ingekort (b); composietfunderingsrestauratie met preparatie voor een gegoten kroon (c).

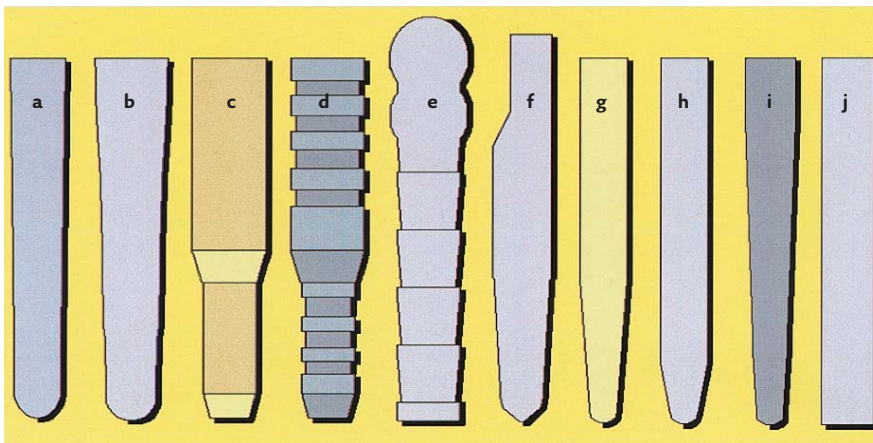
prefabriceerde metalen wortelstift gecementeerd. Daarna wordt vanuit de pulpakamer het gebitselement opgebouwd met composiet. De klinische kroon kan aansluitend worden hersteld met een gecombineerde funderingskroonrestauratie of door naderhand een gegoten kroon als aparte kroonrestauratie te vervaardigen. Deze directe methode maakt het mogelijk gebitselementen te restaureren met behulp van een wortelstift zonder dat weefsel moet worden verwijderd voor de eliminatie van ondersnijdingen. Vergeliken met een gegoten wortelstift is deze methode dus weefselbesparend. Toch moet deze methode worden afgewogen tegen methoden die nog meer weefselbesparend zijn. Dit kan bijvoorbeeld door een geprefabriceerde wortelstift achterwege te laten. Een andere methode is het wortelkanaal niet aan te passen aan de wortelstift door gebruik te maken van een individueel gevormde wortelstift of door de lengte en diameter van een geprefabriceerde wortelstift aan te passen aan de anatomie van het wortelkanaal. De verschillende typen (stift)opbouwen zijn schematisch weergegeven in afbeelding 9. Om een goede keuze te maken over de lengte en de diameter van het te prepareren wortelkanaal en om perforaties te voorkomen, is een goede röntgenopname onontbeerlijk. Als vuistregel geldt dat de lengte van de wortelstift ten minste gelijk moet zijn aan de lengte van de klinische kroon. Met adhesiemethoden kunnen waarschijnlijk kortere wortelstiften worden gebruikt (Doornbusch et al, 2003).

Niet-metaalstiften

Voor niet-metalen geprefabriceerde wortelstiften worden keramiek en vezelversterkte kunststof gebruikt. Geprefabriceerde keramiekwortelstiften (aluminiumoxide of zirkoniumdioxide) hebben een druksterkte die vergelijkbaar is met die van metaalstiften, maar door de hogere elasticiteitsmodulus zijn de keramiekwortelstiften brosser (Assussen et al, 1999; Fokkinga et al, 2004). Deze laatste eigenschap en de moeilijkheid om aan dit materiaal te hechten, maken keramiekwortelstiften minder geschikt voor gebruik.

Vezelversterkte kunststofstiften, vaak kortweg vezelstiften genoemd ('fiber post'), bestaan uit een hoog volumepercentage longitudinaal gerangschikte vezels die zijn ingebed in een polymatrix (afb. 10). De matrix kan uit ongevulde kunststof bestaan, bijvoorbeeld epoxy, of uit een deeltjesgevulde composiet. Er zijn veel verschillende soorten vezelstiften op de markt en het assortiment breidt nog steeds uit. Onderlinge verschillen zijn terug te vinden in de soort vezels, de matrix en de vorm van de stiften. De vezelstiften kunnen van koolstof zijn, maar tegenwoordig worden meestal glasvezels gebruikt. Wat betreft de vorm zijn er conische, dubbel conische, parallelle, dubbel parallelle of gecombineerd parallel-conische vezelstiften (afb. 11). Bijkomende voordelen van vezelstiften ten opzichte van metaalstiften zijn de kleur en de

translucentie, zeker in combinatie met een gecombineerde funderingskroonrestauratie. Vezelstiften worden in de regel gecementeerd met een composietcement. Daarbij geven translucente vezelstiften vergeleken met witte vezelstiften een betere geleiding van het licht van de polymerisatielamp naar apicaal, waardoor de polymerisatiegraad van het composietcement positief wordt beïnvloed. Een relatief nadeel is dat de meeste vezelstiften niet radiopaak zijn (afb. 12). Het is dus noodzakelijk in het patiëntdossier het merk, de lengte en de diameter van de wortelstift alsmede het gebruikte composietcement te vermelden.



Afb. 11. Schematische weergave van de verschillende vormen van vezelstiften: geheel conisch (a); dubbel conisch (b); 2 stadia parallel (c); 2 stadia parallel met retentiegroeven (d); parallel met retentiegroeven en retentiekop (e); parallel-conisch (f,g,h,i); parallel (j).

Individueel gevormde vezelstiften maken het mogelijk de wortelstift te vormen naar de bestaande anatomie van het wortelkanaal in plaats van andersom bij het gebruik van geprefabriceerde vezelstiften (afb. 13) (Rosentritt et al, 2000; Le Bell et al, 2003; Lassila et al, 2004).

Cementeren van wortelstiften

Klassieke cementen zoals zinkfosfaatcement worden steeds minder gebruikt, hoewel het gebruiksgemak een voordeel is. Macro-mechanische retentie, verankering door frictie van vulstofpartikels van het cement tussen het stiftoppervlak en de wand van het wortelkanaal, heeft plaatsgemaakt voor micro-mechanische retentie door middel van hechting en speciale composietcementen (Nissan et al, 2001). Wortelstift en funderingsrestauratie worden als het ware gelijmd aan het gebitsweefsel waardoor het risico op loskomen wordt beperkt. Daarnaast heeft de hechting invloed op de afsluiting voor bacteriën naar het apicale gebied (Bitter et al, 2011). Hierbij geldt: hoe beter de afsluiting, des te kleiner de kans op (her)infectie.

Duurzaamheid

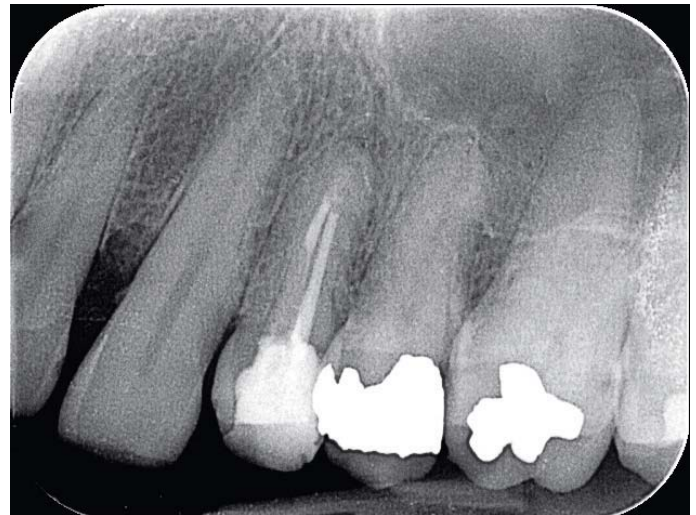
De duurzaamheid van funderingsrestauraties in vitale en in endodontisch behandelde gebitselementen wordt, evenals bij andere restauraties, doorgaans aangegeven met overlevingspercentages of door registratie van verloren gegane restauraties of gebitselementen.

Vitale gebitselementen

Cariës, (rand)fractuur en slijtage zijn de meest voorkomende oorzaken voor het verloren gaan van klasse II-composietrestauraties (Manhart et al, 2004; Da Rosa Rodolpho et al, 2011). Voor uitgebreide adhesiefrestauraties is over de duurzaamheid in de onderzoeksliteratuur slechts beperkte informatie beschikbaar. Laboratoriumonderzoek liet zien dat bij knobbelvervangende adhesiefrestauraties ook het tekortschieten van de adhesieve verbinding een rol speelt (Kuijs et al, 2003; Fennis et al, 2004; Fennis et al, 2005; Kuijs et al, 2006b). Dit komt eveneens tot uiting in de voorlopige resultaten van klinisch onderzoek naar knobbelvervangende adhesiefrestauraties, waarbij in ongeveer de helft van het aantal verloren gegane restauraties sprake was van het verbreken van de adhesie.

Endodontisch behandelde gebitselementen

De incidentie van het verloren gaan van gerestaureerde endodontisch behandelde gebitselementen hangt onder andere af van de hoeveelheid resterend gebitsweefsel. Hoe meer weefsel, des te langer de levensduur van het gebitselement (Peroz et al, 2005; Creugers et al, 2005; Naumann et al, 2012). Ook speelt de positie van het gebitselement in het occlusiesysteem een rol. Zo hebben gebitselementen in het front een groter risico op verloren gaan dan die in de zijdelingse delen (Naumann et al, 2005; Cagidiaco et al, 2008; Naumann et al, 2012). Met vezelstiften opgebouwde gebitselementen die waren voorzien van een gegoten kroon hadden gunstigere over-



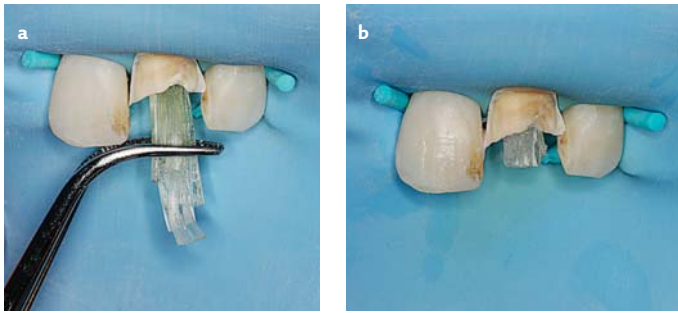
Afb.12. Röntgenopname van gebitselement 24 met een radiolucente glasvezelstift in het palatinale kanaal die niet of niet goed zichtbaar is.

levingspercentages bij aanwezigheid van buurelementen (Naumann et al, 2005).

Het loskomen van de wortelstift is in klinische onderzoeken het meest voorkomende probleem van funderingsrestauraties waarbij een wortelstift is gebruikt (Mentink et al, 1993; Cagidiaco et al, 2008). De meest vergaande mislukking was een wortelfractuur (afb. 14) (Mentink et al, 1993; Torbjörner et al, 1995). In de meeste gevallen is een dergelijk gebitselement verloren, zeker indien het een verticale wortelfractuur betreft. Verondersteld is dat deze ongunstige fracturen gerelateerd zijn aan de stijfheid van de metaalstiften (Torbjörner en Fransson, 2004). Vezelstiften hebben een lagere elasticiteitsmodulus dan (geprefabriceerde) metaalstiften, maar een vergelijkbare elasticiteitsmodulus als dentine. Daardoor is er een gunstiger verdeling van de spanning in de wortel van een gebitselement. Met laboratoriumonderzoeken is aangetoond dat het gebruik van vezelstiften tot minder niet-reparabele fracturen leidt (Fokkinga et al, 2004). Een funderingsrestauratie met een vezelstift is dus relatief zwakker dan een funderingsrestauratie met een metaalstift, waardoor de stift gemakkelijker zal breken dan de wortel. Met een metaalstift wordt een sterkere constructie verkregen, maar bij problemen is de wortel vaak niet meer te redden (Torbjörner et al, 2004). Keramiekwortelstiften hebben evenals metaalstiften een hogere elasticiteitsmodulus dan dentine en worden eveneens geassocieerd met ongunstige fracturen van endodontisch behandelde gebitselementen (Asmussen et al, 1999).

Gegoten kroon op funderingsrestauratie

Gegoten kronen hebben een goede prognose: in een systematisch literatuuronderzoek van (metaal-)porseleinkronen werd een overlevingspercentage van 84-96 na 5 jaar gevonden (Pjetursson et al, 2007). Voor de langere termijn zijn overlevingspercentages van ongeveer 80 na 18 jaar gepubliceerd (De Backer et al, 2006). Gegoten kronen vragen echter een biologische prijs – hoewel de iatrogene schade door de kroonpreparatie na een funderingsrestauratie in de praktijk beperkt is – en een relatief aanzienlijke



Afb. 13. Frontelement waarbij een individueel gevormde vezelstift wordt vervaardigd; een aantal vezelbundels is gevormd tot een vezelstift (a); de individueel gevormde vezelstift is gecementeerd en ingekort (b).



Afb. 14. Verticale wortelfractuur van een gebitselement dat was gerestaureerd met een gegoten wortelstift en een metaal-porseleinkroon.

financiële investering. Daarnaast zijn de mogelijkheden voor aanpassing en/of reparatie van reeds gecementeerde kronen beperkt.

Door de ontwikkeling van adhesieve methoden wordt een directe composietfunderingsrestauratie samen met een directe composietkroonrestauratie steeds meer als een, al of niet semipermanente, gecombineerde funderingskroonrestauratie gezien. Uitgebreide klasse II-composietrestauraties in vitale gebitselementen hadden na 12 jaar een overlevingspercentage van ongeveer 80 (Opdam et al, 2010). Ander onderzoek rapporteerde een overlevingspercentage dat varieerde van 73 tot 82 na 11 jaar (Van Dijken et al, 2000). Deze resultaten geven aan dat gecombineerde funderingskroonrestauraties een reëel alternatief zijn voor gegoten kronen.

In de mondzorgpraktijk wordt vaak bepleit dat gebitselementen tijdig van gegoten kronen moeten worden voorzien. Tijdig wil zeggen voordat het gebitselement niet meer te behandelen is met uitgebreide directe restauraties of voordat ongunstige fracturen optreden waardoor extractie onvermijdelijk is. Een te uitgebreide restauratie is vooral aan de orde als de restauratie te ver cervicaal doorloopt, waardoor het gebitselement niet goed meer is te omvatten in een gegoten kroon.

De prognose van restauraties is afhankelijk van een aantal tandarts-, patiënt- en materiaalgerelateerde factoren (Goldstein, 2010). Hoewel de invloed van (occlusale) belasting op de prognose van verschillende soorten restauraties niet duidelijk is, kan worden aangenomen dat grote belasting een ongunstige invloed heeft op de prognose van gerestaureerde gebitselementen. Naast overbelasting door parafuncties leidt bijvoorbeeld ook een verkorte tandhoogte tot een grotere occlusale belasting (Hattori et al, 2003). Dit wijst erop dat kronen in een gereduceerd occlusiesysteem eerder zijn geïndiceerd dan in een nagenoeg volledig occlusiesysteem.

Zoals eerder aangegeven, is een endodontische behandeling een risicofactor voor een ongunstige fractuur van een gebitselement. Gerestaureerde endodontisch behandelde gebitselementen zonder een gegoten kroon hadden na 17 jaar een overlevingspercentage van ongeveer 50 op restauratieniveau en van ongeveer 80 op gebitselementniveau (Fokkinga et al, 2008). Deze overlevingspercentages zijn lager dan die van endodontisch behandelde gebitsele-

menten met een gegoten kroon. Na 17 jaar waren deze percentages namelijk respectievelijk ongeveer 75 en 85 (Fokkinga et al, 2007). Deze bevinding werd bevestigd door een systematisch literatuuronderzoek waarin overlevingspercentages werden vastgesteld van ongeveer 60 na 10 jaar met gecombineerde funderingskroonrestauraties en van 80 met indirecte kroonrestauraties (Stavropoulou en Koidis, 2007). In combinatie met de eerdere conclusie dat preventie van fractuur van gebitselementen belangrijk is, ligt de indicatie voor gegoten kronen bij endodontisch behandelde gebitselementen dus meer voor de hand dan bij vitale gebitselementen.

Besluit

Het klinisch functioneren van funderingsrestauraties hangt af van een groot aantal variabelen. De belangrijkste zijn: de verhouding tussen de hoeveelheid resterend gebitsweefsel en de benodigde hoeveelheid restauratiemateriaal, het type gebitselement, de status van het gebitselement (vitaal of endodontisch behandeld), het type restauratie (gegoten kroon of gecombineerde funderingskroonrestauratie) en de occlusale belasting. Deze verscheidenheid aan uitgangssituaties leidt ertoe dat het begrip funderingsrestauratie in feite een verzamelbegrip is voor restauraties met verschillende verschijningsvormen. Bovendien heeft de toepassing van adhesieve methoden grote verschuivingen teweeggebracht in de verschillende uitvoeringsvormen van funderingsrestauraties. Deze 3 omstandigheden - zeer verschillende uitgangssituaties, verschillende verschijningsvormen, en veel min of meer recente ontwikkelingen - hebben tot gevolg dat weinig klinisch onderzoek voorhanden is dat werkelijk richtinggevend is voor het opstellen van een behandelplan.

In dit artikel is de duurzaamheid van gecombineerde funderingskroonrestauraties onder andere vergeleken met uitgebreide klasse II-amalgaam- en composietrestauraties en knobbelvervangende restauraties. De vraag rijst of deze restauratietypen goed met elkaar zijn te vergelijken of dat verschillen in geometrie en de daaruit voortvloeiende indicatiebias deze vergelijking minder valide maakt. Voor een belangrijk deel blijft laboratoriumonderzoek - met de daaraan verbonden beperkingen - richtinggevend voor het restaureren van gebitselementen na uitgebreid weefselverlies. Het ontbreken van overtuigend bewijs voor het goed

functioneren van bepaalde funderingsrestauraties in specifieke situaties brengt met zich mee dat mondzorgverleners zich ook moeten laten leiden door hun klinische expertise. Een systematisch literatuuronderzoek dat niet leidde tot eenduidige conclusies bevestigde deze opvatting (Fedorowicz et al, 2012).

Literatuur

- * Asmussen E, Peutzfeldt A, Heitmann T. Stiffness, elastic limit, and strength of newer types of endodontic posts. *J Dent* 1999; 27: 275-278.
- * Bader JD, Martin JA, Shugars DA. Incidence rates for complete cusp fracture. *Community Dent Oral Epidemiol* 2001; 29: 346-353.
- * Bitter K, Perdigão J, Hartwig C, Neumann K, Kielbassa AM. Nanoleakage of luting agents for bonding fiber posts after thermomechanical fatigue. *J Adhes Dent* 2011; 13: 61-69.
- * Bruers JJM, Rossum GMJM van. Onderzoek tandheelkundige praktijkvoering voorjaar 1999: praktijksituatie en werkdruk van tandartsen in 1999. Nieuwegein, Nederlandse Maatschappij tot bevordering der Tandheelkunde, 2000.
- * Cagidiaco MC, Goracci C, García-Godoy F, Ferrari M. Clinical studies of fiber posts: a literature review. *Int J Prosthodont* 2008; 21: 328-336.
- * Creugers NHJ, Mentink AGB, Fokkinga WA, Kreulen CM. 5-year follow-up of a prospective clinical study on various types of core restorations. *Int J Prosthodont* 2005; 18: 34-39.
- * Da Rosa Rodolpho PA, Donassollo TA, Cenci MS, et al. 22-Year clinical evaluation of the performance of two posterior composites with different filler characteristics. *Dent Mater* 2011; 27: 955-963.
- * de Almeida Neves A, Coutinho E, Cardoso MV, Lambrechts P, Meerbeek B van. Current concepts and techniques for caries excavation and adhesion to residual dentin. *J Adhes Dent* 2011; 13: 7-22.
- * De Backer H, Van Maele G, De Moor N, Van der Berghe L, De Boever J. An 18-year retrospective survival study of full crowns with or without posts. *Int J Prosthodont* 2006; 19: 136-142.
- * Dere M, Özcan M, Göhring TN. Marginal quality and fracture strength of root-canal treated mandibular molars with overlay restorations after thermocycling and mechanical loading. *J Adhes Dent* 2010; 12: 287-294.
- * Dijken JW van. Direct resin composite inlays/onlays: an 11 year follow-up. *J Dent* 2000; 28: 299-306.
- * Doornbusch H, Vissink A, Huysmans MCDNJM. De ideale wortelstift. Een overzicht van de literatuur. *Ned Tijdschr Tandheelkd* 2003; 110: 107-112.
- * Fedorowicz Z, Carter B, de Souza RF, de Andrade Lima Chaves C, Nasser M, Sequeira-Byron P. Single crowns versus conventional fillings for the restoration of root filled teeth. *Cochrane Database Syst Rev* 2012; 5: CD009109.
- * Felton DA, Webb EL, Kanoy BE, Cox CF. Pulpal response to threaded pin and retentive slot techniques: a pilot investigation. *J Prosthet Dent* 1991; 66: 597-602.
- * Fennis WMM, Kuijs RH, Kreulen CM, Roeters FJM, Creugers NHJ, Burgersdijk RCW. A survey of cusp fractures in a population of general dental practices. *Int J Prosthodont* 2002; 15: 559-563.
- * Fennis WMM, Kuijs RH, Kreulen CM, Verdonschot N, Creugers NHJ. Fatigue resistance of teeth restored with cuspal-coverage composite restorations. *Int J Prosthodont* 2004; 17: 313-317.
- * Fennis WMM, Tezvergil A, Kuijs RH, et al. *In vitro* fracture resistance of fiber reinforced cusp-replacing composite restorations. *Dent Mater* 2005; 21: 565-572.
- * Fennis WMM, Kreulen CM, Wolke JGC, Fokkinga WA, Machado C, Creugers NHJ. Fracture resistance of reattached incisor fragments with mini fibre-reinforced composite anchors. *J Dent* 2009; 37: 462-467.
- * Fokkinga WA, Kreulen CM, Vallittu PK, Creugers NHJ. A structured analysis of *in vitro* failure loads and failure modes of fiber, metal, and ceramic post-and-core systems. *Int J Prosthodont* 2004; 17: 476-482.
- * Fokkinga WA, Kreulen CM, Le Bell-Rönnlöf AM, Lassila LVJ, Vallittu PK, Creugers NHJ. Fracture behavior of structurally compromised non-vital maxillary premolars restored using experimental fiber reinforced composite crowns. *Am J Dent* 2006; 19: 326-332.
- * Fokkinga WA, Kreulen CM, Bronkhorst EM, Creugers NHJ. Up to 17-year controlled clinical study on post-and-cores and covering crowns. *J Dent* 2007; 35: 778-786.
- * Fokkinga WA, Kreulen CM, Bronkhorst EM, Creugers NHJ. Composite resin core-crown reconstructions: an up to 17-year follow-up of a controlled clinical trial. *Int J Prosthodont* 2008; 21: 109-115.
- * Goldstein GR. The longevity of direct and indirect posterior restorations is uncertain and may be affected by a number of dentist-, patient-, and material-related factors. *J Evid Based Dent Pract* 2010; 10: 30-31.
- * Hansen EK. *In vivo* cusp fracture of endodontically treated premolars restored with MOD amalgam or MOD resin fillings. *Dent Mater* 1988; 4: 169-173.
- * Hansen EK, Asmussen E, Christiansen NC. *In vivo* fractures of endodontically treated posterior teeth restored with amalgam. *Endod Dent Traumatol* 1990; 6: 49-55.
- * Hattori Y, Satoh C, Seki S, Watanabe Y, Ogino Y, Watanabe M. Occlusal and TMJ loads in subjects with experimentally shortened dental arches. *J Dent Res* 2003; 82: 532-536.
- * Kuijs RH, Fennis WMM, Kreulen CM, Roeters FJM, Burgersdijk RCW. Fracture strength of cusp replacing resin composite restorations. *Am J Dent* 2003; 16: 13-16.
- * Kuijs RH, Fennis WMM, Kreulen CM, Roeters FJM, Creugers NHJ, Burgersdijk RCW. A randomized clinical trial of cusp-replacing resin composite restorations: efficiency and short-term effectiveness. *Int J Prosthodont* 2006a; 19: 349-354.
- * Kuijs RH, Fennis WMM, Kreulen CM, Roeters FJM, Verdonschot N, Creugers NHJ. A comparison of fatigue resistance of three materials for cusp-replacing adhesive restorations. *J Dent* 2006b; 34: 19-25.
- * Lang H, Korkmaz Y, Schneider K, Raab WH-M. Impact of endodontic treatments on the rigidity of the root. *J Dent Res* 2006; 85: 364-368.
- * Lassila LVJ, Tanner J, Le Bell A-M, Narva K, Vallittu PK. Flexural properties of fiber reinforced root canal posts. *Dent Mater* 2004; 20: 29-36.
- * Le Bell A-M, Tanner J, Lassila LVJ, Kangasniemi I, Vallittu PK. Depth of light-initiated polymerization of glass fiber-reinforced composite in a simulated root canal. *Int J Prosthodont* 2003; 16: 403-408.
- * Manhart J, Chen H, Hamm G, Hickel R. Buonocore Memorial Lecture. Review of the clinical survival of direct and indirect restorations in posterior teeth of the permanent dentition. *Oper Dent* 2004; 29: 481-508.
- * Mentink AGB, Meeuwissen R, Käyser AF, Mulder J. Survival rate and failure characteristics of the all metal post and core restoration. *J Oral Rehabil* 1993; 20: 455-461.
- * Muhlbauer JA, Dunn WJ, Roberts HW, Murchison DF. The effect of resin composite pins on the retention of class IV restorations. *Oper Dent* 2002; 27: 284-288.

- * Naumann M, Blankenstein F, Kiessling S, Dietrich T. Risk factors for failure of glass fiber-reinforced composite post restorations: a prospective observational clinical study. *Eur J Oral Sci* 2005; 113: 519-524.
- * Naumann M, Kiessling S, Seemann R. Treatment concepts for restoration of endodontically treated teeth: A nationwide survey of dentists in Germany. *J Prosthet Dent* 2006; 96: 332-338.
- * Naumann M, Koelpin M, Beuer F, Meyer-Lueckel H. 10-year survival evaluation for glass-fiber-supported postendodontic restoration: a prospective observational clinical study. *J Endod* 2012; 38: 432-435.
- * Nissan J, Dmitry Y, Assif D. The use of reinforced composite resin cement as compensation for reduced post length. *J Prosthet Dent* 2001; 86: 304-308.
- * Opdam NJM, Bronkhorst EM, Loomans BAC, Huysmans M-CDNJM. 12-year survival of composite vs. amalgam restorations. *J Dent Res* 2010; 89: 1063-1067.
- * Peroz I, Blankenstein F, Lange K-P, Naumann M. Restoring endodontically treated teeth with posts and cores - a review. *Quintessence Int* 2005; 36: 737-746.
- * Pjetursson BE, Sailer I, Zwahlen M, Hämmerle CH. A systematic review of the survival and complication rates of all-ceramic and metal-ceramic reconstructions after an observation period of at least 3 years. Part I: Single crowns. *Clin Oral Implants Res* 2007; 18 (Suppl. 3): 73-85.
- * Plasmans PJJM, Creugers NHJ, Mulder J. Long-term survival of extensive amalgam restorations. *J Dent Res* 1998; 77: 453-460.
- * Rosentritt M, Fürer C, Behr M, Lang R, Handel G. Comparison of *in vitro* fracture strength of metallic and tooth-coloured posts and cores. *J Oral Rehabil* 2000; 27: 595-601.
- * Schwartz RS, Robbins JW. Post placement and restoration of endodontically treated teeth: a literature review. *J Endod* 2004; 30: 289-301.
- * Stavropoulou AF, Koidis PT. A systematic review of single crowns on endodontically treated teeth. *J Dent* 2007; 35: 761-767.
- * Torbjörner A, Karlsson S, Ödman PA. Survival rate and failure characteristics for two post designs. *J Prosthet Dent* 1995; 73: 439-444.
- * Torbjörner A, Fransson B. A literature review on the prosthetic treatment of structurally compromised teeth. *Int J Prosthodont* 2004; 17: 369-376.
- * Trope M, Maltz DO, Tronstad L. Resistance to fracture of restored endodontically treated teeth. *Endod Dent Traumatol* 1985; 1: 108-111.
- * Wassell RW, Smart ER, St George G. Crowns and other extra-coronal restorations: cores for teeth with vital pulps. *Br Dent J* 2002; 192: 499-509.
- * Wilson NHF, Fisher NL, Bartlett DW. Direct cores for vital teeth - materials and methods used to retain cores in vital teeth. *Eur J Prosthodont Restor Dent* 2002; 10: 157-162.
- * Witter DJ, Hoefnagel RA, Gerritsen AE, Creugers NHJ. Kronen en bruggen - functies en typen. *Ned Tijdschr Tandheelkd* 2012; 119: 595-605.

Summary

Build-up restorations after extensive loss of tooth tissue

After (extensive) loss of tooth tissue, vital teeth can be built up completely with composite restoration material. Sometimes, the application of additional retentive preparations is indicated. In exceptional cases, a root canal treatment is indicated, following which a root canal post is applied if necessary. Endodontically treated multi-rooted teeth can be built up entirely with composite, utilizing the pulp chamber and root canal accesses for retention. However, in single-rooted teeth a root canal post is necessary, in which case a prefabricated root post is used. Traditionally, metal posts were used in combination with a cast, indirect build-up restoration. Subsequently, directly fabricated cores, combining metal posts with amalgam or, at the present time, composite restoration material, became customary. The present trend is to use prefabricated or individually fabricated fibre-reinforced posts. After restoring a tooth with a build-up restoration, a combined build-up restoration can be chosen, or a direct or indirect crown single tooth prosthesis.

Bron

W.A. Fokkinga, W.M.M. Fennis, D.J. Witter, C.M. Kreulen, N.H.J. Creugers
Uit de vakgroep Orale Functie van het Universitair Medisch Centrum St Radboud in Nijmegen

Datum van acceptatie: 5 november 2012

Adres: mw. dr. W.A. Fokkinga, UMC St Radboud, postbus 9101, 6500 HB Nijmegen

w.fokkinga@dent.umcn.nl