

In vitro faalgedrag van composietkronen met en zonder stift

In een laboratoriumonderzoek werden de fractuurweerstand en faalkenmerken van ernstig verzwakte en endodontisch behandelde bovenpremolaren onderzocht. Premolaren werden verdeeld in 4 groepen, waarvan er 3 werden gerestaureerd met 1. prefab metalen stift, 2. prefab vezelstift, 3. individueel gevormde vezelstift, gevolgd door een directe composietkroon. Een vierde (controle) groep werd alleen met een volledige directe composietkroon gerestaureerd, zonder stift. Na thermocycling werden alle gebitselementen in een drukbank statisch belast totdat een breuk optrad. De belasting vond plaats onder een hoek van 30°. Het bleek dat de gemiddelde faalkracht niet significant verschilde tussen de groepen. De breuken bestonden overwegend uit niet-reparabele, dus ongunstige fracturen. De resultaten suggereren dat stiften niet noodzakelijk zijn om de fractuurweerstand van directe composietkronen te verhogen. Klinisch onderzoek is nodig om deze bevindingen te bevestigen.

Fokkinga WA, Kreulen CM, Creugers NHJ. In vitro faalgedrag van composietkronen met en zonder stift
Ned Tijdschr Tandheelkd 2006; 113: 313-318

Inleiding

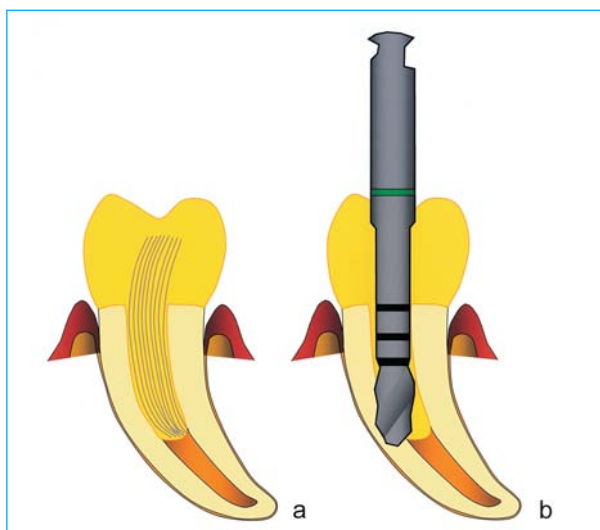
Het restaureren van endodontisch behandelde gebitselementen is nog steeds een controversieel onderwerp in de tandheelkunde. Als er sprake is van veel weefselverlies dan bestaat de conventionele behandeling uit een individueel gegoten stiftopbouw met daarover een metalen of metaalporselein kroon. Sinds de jaren '70 van de vorige eeuw zijn geprefabriceerde metalen stiften beschikbaar die toegepast kunnen worden in combinatie met composietopbouwen (Spalten, 1971; Baraban, 1972). Bij het toepassen van deze zogenaamde 'prefab stiften' kan additionele preparatie van tandweefsel veelal achterwege worden gelaten. In vergelijking met de preparatie voor gegoten stiftopbouwen wordt daardoor gezond tandweefsel gespaard. Voor de gegoten stiftopbouw moeten immers ondersnijdingen in de pulpakamer en het wortelkanaal worden verwijderd door het wegnemen van tandweefsel.

Geprefabriceerde stiften werden in eerste instantie van een goudlegering, roestvrij staal of messing vervaardigd, maar zijn later verbeterd door de toepassing van titanium legeringen als basismateriaal. Tegenwoordig worden prefab keramische en vezelversterkte composietstiften (kortweg vezelstiften; in het Engels 'fiber reinforced composite' = FRC) steeds meer toegepast. Recent zijn daarnaast materialen geïntroduceerd waarmee het vervaardigen van individueel gevormde vezelstiften mogelijk is (Sirimai et al, 1999; Rosentritt et al, 2000; Eskitascioglu et al, 2002; Le Bell et al, 2003; Lassila et al, 2004). Deze laatstgenoemde materialen bieden de mogelijkheid om de vormgeving van de stift aan te passen aan de bestaande geometrie van het kanaal in plaats van het kanaal aan te passen aan de vorm van de stift. Bijvoorbeeld, als een wortelkanaal krom is, kan een individueel te vormen vezelstift worden gebogen. Er

hoeft dan geen recht stiftkanaal te worden geboord (afb. 1.). Hierdoor wordt tandweefsel gespaard en blijft de wortelintegriteit intact (Trope et al, 1985; Baratieri et al, 2000; Fuss et al, 2001). Bij het achterwege laten van een stift kan er zelfs nog meer tandweefsel worden bespaard. Er is aangetoond dat stiftvrije opbouwrestauraties even goed functioneren als restauraties met een stift voor een periode tot 5 jaar (Creugers et al, 2005a; Creugers et al, 2005b).

Een andere ontwikkeling is gerelateerd aan het restaure-

Afb. 1. Schematische weergave van een krom kanaal in een premolaar, waarbij met toepassing van een individueel te vormen vezelstift de geometrie van het kanaal kan worden gevolgd (a), terwijl bij het prepareren van een recht stiftkanaal kans bestaat op perforatie (b).



Afb. 2. Directe knobbelvervangende composietrestauratie in gebitselement 14 (als alternatief voor een volledig bedekkende kroon). De restauratie omvat de twee proximale vlakken, het buccale en het occlusale vlak.



Afb. 3. Dentitie met volledige composietkronen op gebitselement 14 en 15, met aan de contralaterale zijde metaal-porseleinkronen op gebitselement 24 en 25.



ren van de kroon. Door het directe gebruik van hybride composiet voor zowel de opbouw als voor de buitenste (veneer)laag kunnen (endodontisch behandelde) gebitselementen zonder conventionele bedekkende kroon worden gerestaureerd (afb. 2 en 3) (Fennis et al, 2003). Composietkronen zijn in eerste instantie als interim-restauratie bedoeld. Gebaseerd op de hogere slijtvastheid en fractuurweerstand van composiet en efficiëntere dentinehecht-systemen suggereert casuïstiek (Roeters, 2001; Opdam en Roeters, 2003; Emilson en Lindquist, 2004) dat de directe composietkroon een veelbelovend alternatief is ten opzichte van de conventionele behandelingen. Toch is er weinig literatuur beschikbaar over dit onderwerp. De fractuurweerstand van direct vervaardigde partiële composietkronen was acceptabel in een laboratoriumonderzoek naar knobbelvervangende restauraties in gebitselementen zonder wortelkanaalbehandeling (Fennis et al, 2005). De resultaten van een *in vitro* onderzoek naar de fractuurweerstand van kunstmatig verouderde volledige composietkronen met of zonder stift waren veelbelovend voor klinisch gebruik (Krejci et al, 1994). Twee klinische onderzoeken toonden aan dat uitgebreide composietrestauraties met vezelversterkte stiften (Mannocci et al, 2002), en directe (partiële) composietkronen met prefab metalen stiften (Creugers et

al, 2005a; Creugers et al, 2005b) een vergelijkbare levensduur hebben als conventionele gegoten stiftopbouwen en bedekkende metalen of metaalporseleinkronen. Echter, het is nog niet duidelijk in welke mate het functioneren van directe composietkronen in gebitselementen met veel weefselverlies wordt beïnvloed door stiften.

In dit laboratoriumonderzoek is de fractuurweerstand van directe composietkronen met verschillende stiftsystemen in endodontisch behandelde bovenpremolairen onderzocht. Daarbij werd gekeken naar de gemiddelde fractuurweerstand van directe composietkronen zonder en met verschillende stiftsystemen. Tevens werden de faalmerken vergeleken tussen de verschillende groepen.

Materiaal en methode

Vorbereiding

Er werden 40 nagenoeg gave geëxtraheerde bovenpremolairen met redelijk rechte wortels en vergelijkbare afmetingen verzameld. De premolairen werden bewaard in water tot verdere bewerking. De klinische kroon werd verwijderd tot 1,5 mm boven de buccale glazuur-cementgrens. Endodontische preparatie werd uitgevoerd met Gates Glidden Drills (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Zwitserland). Deze preparaties definieerden de lengteas van het gebitselement. Indien een tweede (buccaal) kanaal aanwezig was, werd het op dezelfde manier geprepareerd. De geprepareerde gebitselementen werden in 4 groepen verdeeld van 10 gebitselementen per groep.

In 3 groepen werden 8 mm diepe stiftkanalen geprepareerd, gemeten van de buccale glazuur-cementgrens, met cilindrische boren (Parapost boortjes; Coltène Whaledent, Mahwah, NY, Verenigde Staten) met toenemende diameter van 0,9, 1,14 en 1,25 mm. In de vierde (controle)groep werd geen stiftkanaal geprepareerd. Met een platte diamantsteen in een parallellometer werd het resterende gebitselement loodrecht op de lengteas verder verlaagd tot op de buccale glazuur-cementgrens. Daarna werden gestandaardiseerde kanaalingangen geprepareerd met een ronde diamantsteen (diepte 2 mm en 1,75 mm in diameter).

Na preparatie werden de wortels in een kunststof cilinder ingebed (Palapress; Heraeus Kulzer, Hanau, Duitsland) (20 mm in diameter en een hoogte van circa 20 mm). Het occlusale afgevlakte worteloppervlak was ongeveer 1,5 mm boven het kunststofniveau gelokaliseerd (simulatie van het botniveau). Gedurende de gehele procedure werden de monsters vochtig gehouden en opgeslagen in water totdat ze werden belast.

Restauratieve procedure

Er werden 3 verschillende stiftsystemen gebruikt: 1. prefab metalen stiften (diameter 1,25 mm) (Parapost XH; Coltène Whaledent), 2. prefab glasvezelversterkte stiften (diameter 1,25 mm) (Parapost Fiber White; Coltène Whaledent), 3. individueel gevormde glasvezelversterkte stiften (diameter 1,2 mm) (EverStick Post; StickTech, Turku, Finland). De geprepareerde kanalen werden over de gehele lengte (8 mm) gebruikt. De prefab stiften werden afgeslepen tot een lengte van 13 mm.

Bij het vervaardigen van de individueel gevormde vezelstiften werden de instructies van de fabrikant gevolgd. Een bundel van de geïmpregneerde glasvezels werd op 13 mm afgeknipt. Deze bundel werd in het kanaal gebracht en werd 20 seconden belicht (Optilux 501; SDS Kerr, Danbury, CT, Verenigde Staten). Daarna werd de stift verwijderd en nog eens uitgehard gedurende 40 seconden. De stift werd weer in het kanaal gezet en een tweede bundel van geïmpregneerde glasvezels werd langs de eerste 'stift' geplaatst en met lichte druk er tegenaan gedruwd. Deze bundel werd ook 20 seconden belicht. De twee bundels samen vormden de individueel gevormde stift. Deze werd buiten het kanaal 40 seconden belicht. Vervolgens werd de stift met vloeibare kunststof (bonding) bevochtigd (Stick Resin; StickTech). Terwijl het cement werd voorbereid, werd de stift afgeschermd van licht.

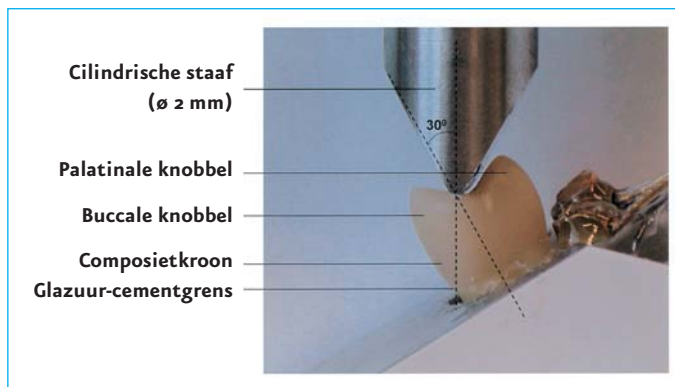
Voorafgaand aan het cementeren van elk van de drie stiften werd het kanaal gereinigd met 0,5% natrium hypochloriet, gespoeld met water (10 seconden), drooggeblazen (5 seconden) en gedroogd met papierstiftjes. Daarna werd op het dentineoppervlak een zelfzetsende primer aangebracht (ED Primer; Kuraray, Kurashiki, Okayama, Japan). Na 60 seconden werd deze voorzichtig uitgeblazen. Composietcement (Panavia F; Kuraray) werd gedurende 20 seconden gemengd en op het gehele oppervlak van de stift aangebracht. De stift werd in het kanaal geplaatst en onder vingerdruk gehouden gedurende 10 seconden. Overmaat cement werd met een borsteltje in een dun laagje verspreid over het occlusale oppervlak van de wortel. Het cement werd gedurende 20 seconden belicht vanuit occlusale richting.

Hierna werd de composietkroon opgebouwd uit lagen composiet (Filtek Z250; 3M ESPE, St Paul, MN, Verenigde Staten) van ongeveer 2 mm dik; elke laag werd 20 seconden uitgehard. Alleen de eerste laag was iets dunner (dikte 1-2 mm) en deze werd aangebracht rond de stift en bedekte de hele cementlaag. Een transparante kunststof mal (Memosil 2; Heraeus Kulzer) werd gebruikt om een occlusale anatomische vorm te creëren. Een composietlaag van ongeveer 1 mm bedekte de 'kop' van de stift. Tot slot werd de cervicale outline van de composietkroon afgewerkt met fijne diamant stenen en gepolijst.

In de controlegroep werd het dentineoppervlak geëts (15 sec.) (Ultra-etch, 35% fosforzuur; Ultradent Products, South Jordan, UT, Verenigde Staten), gespoeld met water (15 sec.) en voorzichtig drooggeblazen (5 sec.). Primer (Scotchbond Multipurpose Primer; 3M ESPE) werd aangebracht en uitgeblazen (5 sec.). Vervolgens bonding (Scotchbond Multipurpose Adhesive; 3M ESPE) en 10 seconden belichten. Een eerste laag van composiet (Z250; 3M ESPE) met een dikte van 2 mm werd aangebracht in de kanaalingang en gedurende 20 seconden belicht. De composietkroon werd daarna op dezelfde manier opgebouwd als bij de andere groepen.

Mechanische belasting

De gebitselementen werden onderworpen aan thermocycling (6.000 x 5-55° C) en daarna gedurende 10 dagen bewaard in water van 37° C. Vervolgens werden de mon-



Afb. 4. Positie van een gerestaureerde premolaar in de testopstelling voor de statische belasting.

sters geplaatst in een drukbank (Lloyd LRX; Lloyd Instruments, Fareham, Engeland) met de lengteas van de gebitselementen onder een hoek van 30° met de belastingsrichting (afb. 4). De plunjer bestond uit een roestvrijstalen cilindrische staaf (diameter 2 mm) die in de centrale fissuur van het occlusale oppervlak in de richting van de buccale knobbel aangreep (afb. 4). De gebitselementen werden statisch belast met een snelheid van 5 mm min⁻¹ (snelheid van de plunjer) totdat er fractuur optrad.

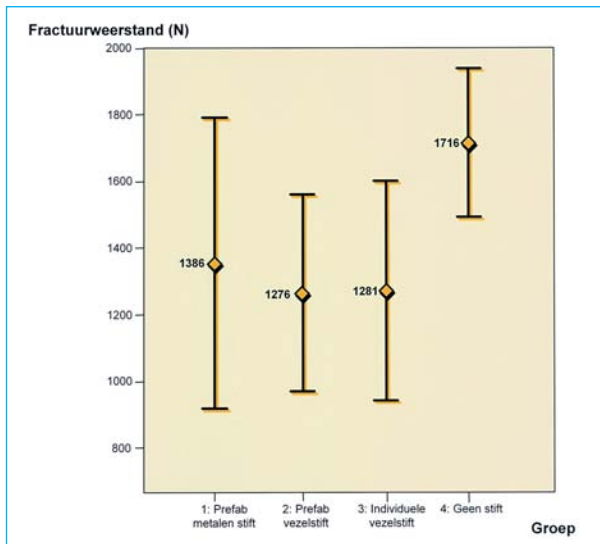
Na fractuur werden de monsters onafhankelijk door 2 gekalibreerde beoordelaars beoordeeld op faalgedrag. 'Gunstig falen' werd gedefinieerd als een reparabele breuk, zoals adhesief falen en een fractuur boven het gesimuleerde botniveau. 'Ongunstig falen' werd gedefinieerd als een niet-reparabele breuk, zoals een (verticale) wortelfractuur, onder het gesimuleerde botniveau (Fokkinga et al, 2004). Indien de 2 beoordelaars het niet eens waren, werd er gediscussieerd tot overeenstemming werd bereikt.

Statistische methoden

Met variantieanalyse (one-way ANOVA) werd de gemiddelde fractuurweerstand van de 4 groepen vergeleken. Met de Cohen's kappa-coëfficiënt werd de intrabeoordelaarovereenstemming vastgesteld en met de chi-kwadraattoets (Fisher's Exact Test) werd het faalgedrag van de verschillende groepen vergeleken. De analyses werden uitgevoerd met het programma SPSS, versie 11.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, Verenigde Staten).

Resultaten

De fractuurweerstand varieerde van 540 tot 2.369 Newton. Hoewel de gemiddelde faalbelasting in de controlegroep hoger leek, gaf de variantieanalyse geen verschil aan ($p = 0,12$) tussen de 4 groepen (afb. 5). De intrabeoordelaarsovereenkomst met betrekking tot het faalgedrag was hoog ($\kappa = 0,84$). Bijna alle gebitselementen uit alle groepen braken op een ongunstige manier (90%). In de meeste gevallen fractureerde de buccale knobbel (65%) waarbij de breuk vanuit het aangrijpingspunt van de belasting verliep en correspondeerde de oorsprong van de hoofdfractuurlijn met het aangrijpingspunt van de belasting. De palatinale knobbel brak in 10% van de gevallen en ook beide knobbels braken (25%) (tab. 1 en afb. 6). Alle breuken



Afb. 5. Gemiddelde faalkracht (ruitje) per groep en het 95% betrouwbaarheidsinterval (verticale lijnen).

bestonden uit een fractuur in de composietkroon die doorliep in het tandmateriaal (cohesieve breuken). Er werden geen zuiver adhesieve breuken geobserveerd. In 23 gevallen (58%) was de stift zichtbaar na de breuk, maar geen van de stiften kwam los.

Discussie

Dit onderzoek simuleerde een 'worst case scenario': ernstig verzwakte en endodontische behandelde gebitselementen. De conventionele restauratie zou een metalen stiftopbouw zijn met een bedekkende kroon met genoeg omvatting van het dentine (ferrule) (Stankiewicz en Wilson, 2002). Als die omvatting niet kan worden verkregen wordt wel geadviseerd om kroonverlenging via tandextrusie of gingivectomie uit te voeren. Toch bestaat er geen eensluidende opinie over het effect van een ferrule op verhoging van de fractuurweerstand van bekroonde gebitselementen met niet-gegoten stiftopbouwen (Al-Hazaimeh en Gutteridge, 2001; Akkayan, 2004). Met het gebruik van composiet als opbouw en kroonmateriaal kan het creëren van een ferrule zelfs nadelig zijn, omdat gezond tandmateriaal, en wellicht glazuur, verloren gaat. Voor een goede hechting heeft glazuur nog steeds de voorkeur boven het dentine (Van Meerbeek et al, 2003; Tezvergil et

al, 2003). Een ander aspect van deze ernstig verzwakte gebitselementen is het gebruik van stiften. Een recent artikel trok het standaardgebruik van stiften in twijfel, speciaal in die gevallen waar adhesieve technieken gebruikt worden om de opbouw te vervaardigen (Krejci et al, 2003). In deze context was het doel van het huidige onderzoek om informatie te verkrijgen over het gedrag van de directe composietkroon met en zonder stiften, zonder ferrule en met minimaal resterend tandmateriaal.

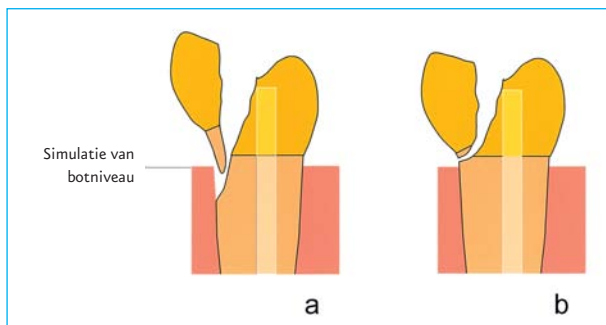
De fractuurweerstand hadden grote betrouwbaarheidsintervallen (afb. 5). Dit betekent dat alleen grote verschillen tussen groepen statistisch aantoonbaar zullen zijn. Het is bijna niet mogelijk om dit probleem te voorkomen in laboratoriumonderzoek, omdat we weten dat het testen van menselijk tandmateriaal grotere standaarddeviaties met zich meebrengt (Krejci et al, 2003) dan kunstmatig gefabriceerde tanden (Ottl et al, 2002). De trend dat de gerestaureerde premolaren zonder stift een vergelijkbare of zelfs hogere faalkracht lieten zien dan de groepen mét stift, stemt overeen met observaties van een laboratoriumonderzoek naar indirecte composietkronen met en zonder stift (Krejci et al, 2003). De reden van dit positieve resultaat zou gezocht kunnen worden bij de grotere bulk composiet die werd toegepast. Als een stift werd gebruikt, werd een maximale stiftlengte in de composietkroon nagestreefd voor een optimale hechting van de composiet aan de stift. De 'kop' van de stift werd bedekt door een 1 mm dikke laag composiet. Een dikkere laag composiet boven op de stift zou kunnen resulteren in een verhoogde fractuurweerstand.

Er werd geen verschil gevonden in het faalgedrag tussen de 4 groepen; bijna alle gebitselementen fractureerden op een ongunstige manier (tab. 1 en afb. 6). Opmerkelijk is de afwezigheid van adhesief falen. Wellicht zijn de omstandigheden in een laboratorium optimaal om een goede dentinehechting te verwezenlijken; in de algemene praktijk kunnen minder gunstige omstandigheden de hechtingsefficiëntie beïnvloeden (denk bijvoorbeeld aan de invloed van vocht/speeksel). Hoe dan ook, het lijkt erop dat een stift, gegeven de testomstandigheden, geen toegevoegde waarde heeft in situaties waar een directe composietkroon wordt vervaardigd op een endodontisch behandeld en ernstig verzwakte bovenpremolair.

Klinische belasting van tanden is een dynamisch proces, waarin de kracht, frequentie en richting van de belasting enorm variëren. Een laboratoriumonderzoek kan dit slechts gedeeltelijk nabootsen. De keuzes die worden gemaakt bij een laboratoriumonderzoek dragen daarom bij aan een grote variatie van de resultaten. Naast de al genoemde factoren spelen andere een rol, zoals de conditie van het tandmateriaal, gebitselement type, procedures en restauratieve materialen. Dit maakt het bijna onmogelijk om de resultaten met andere laboratoriumonderzoeken te vergelijken (Maccari et al, 2003; Fokkinga et al, 2004). Aangezien de huidige

Tabel 1. Frequenties van gunstige en ongunstige breuken (zie afb. 6).

Groep	Gunstige breuk/fractuur van:		Ongunstige breuk/fractuur van:			n
	Buccale knobbel	Palatinale knobbel	Buccale knobbel	Palatinale knobbel	Beide knobbels	
1. Prefab metalen stift	1		8	1		10
2. Prefab vezelstift	1		8	1		10
3. Individuele vezelstift	1	1	5	1	2	10
4. Geen stift			2		8	10

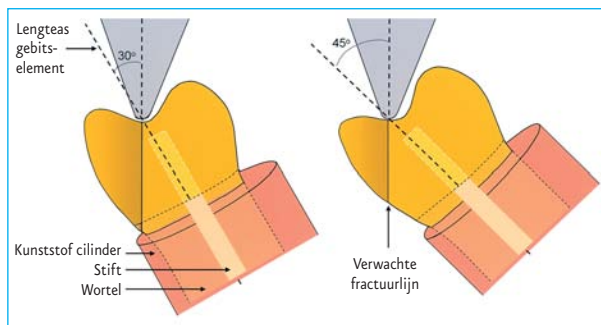


Afb. 6. Schematische tekening van ongunstige breuk (a: fractuur onder de simulatie van het botniveau) en gunstige breuk (b: fractuur boven de simulatie van het botniveau).

vraagstelling nog niet eerder in een laboratoriumopstelling is getest, werd in dit onderzoek een statische belasting toegepast om zodoende een 'eerste indruk' te verkrijgen van het fractuurgedrag van direct vervaardigde composietkronen op geëxtraheerde bovenpremolenen. De belastingsnelheid die werd gebruikt lag binnen de grenzen die zijn vermeld in de literatuur namelijk $0,5 \text{ mm min}^{-1}$ (Ottl et al, 2002) tot 5 cm min^{-1} (Sidoli et al, 1997). Wellicht zou het nuttig zijn om een parodontaal ligament te simuleren. Toch verwachten we niet dat met een schokabsorberende laag rond de wortels de mislukkingen substantieel anders zouden zijn in deze statische belastingsproef, omdat de fracturen optraden in het bovenste en cervicale deel van de gerestaureerde premolenen.

De stiften zijn een afspiegeling van veel gebruikte prefab metalen, prefab vezelversterkte en individueel vezelversterkte stiften. De 2 prefab systemen hadden dezelfde geometrie (parallel met macromechanische retentie-groeven op het parallelle oppervlak en een retentie 'kop'). Alle stiftkanalen werden parallel geprepareerd, om zodoende de individueel gevormde stiften een vergelijkbare geometrie te geven als de prefab stiften (parallel, zonder macromechanische retentie aan het oppervlak). Om een relatief ongunstige belasting na te bootsen werd een belastingshoek van 30° gebruikt. Als de belastingshoek bijvoorbeeld 45° zou zijn, dan zouden de gebitselementen waarschijnlijk vaker op een gunstige manier breken waarbij de stiften minder vaak bloot komen te liggen (afb. 7). Ook de positie van het aangrijpingspunt van de kracht ten opzichte van de stift kan van invloed zijn op het faalgedrag van de constructie. De knobbel die werd belast ondervond geen ondersteuning van de stift in dit onderzoek. In feite onderging de constructie een trekspanning in de interface tussen stift en composietrestauratie. Als de belasting bijvoorbeeld op de andere knobbel zou worden toegepast onder dezelfde hoek verwachten we meer verticale wortelfracturen.

Vanuit mechanisch oogpunt is het niet bewezen dat een stift, zelfs een vezelversterkte stift, voordeel heeft. In een laboratoriumonderzoek naar fractuurweerstand van incisieven met opbouwrestauraties (zonder bedekkende kroon en zonder stiftkanaalpreparatie) werd weliswaar geen verschil aangetoond tussen individueel vervaardigde polyethyleen vezelversterkte stiften en gegoten stiftopbouwen,



Afb. 7. Verwachte fractuurlijn bij variatie in belastingshoek.

maar de eerste groep fractureerde minder ongunstig dan de tweede (Eskitascioglu et al, 2002). Een ander positief aspect voor de vezelstift is dat het gemakkelijker is om toegang tot het kanaal te verkrijgen als een endodontische herbehandeling is geïndiceerd. Verder kunnen vezels bijdragen aan een gunstige spanningsverdeling in de constructie waardoor ze mogelijk de richting van de breuklijn kunnen veranderen. De operator kan hierop anticiperen door de vezelversterking aan te brengen in overeenkomst met de te verwachten spanningen in de constructie. Het blijft daarom ook interessant om verschillende geometrieën van individueel vervaardigde vezel(stift)constructies te testen zonder stiftkanaalpreparatie.

Conclusie

Dit laboratoriumonderzoek naar endodontisch behandelde en ernstig verzwakte bovenpremolenen, die werden gerestaureerd met directe composietkronen met en zonder (verschillende) stiften, liet geen verschil zien in fractuurweerstand onder statische belasting. Ook het faalgedrag van dit soort restauraties is vergelijkbaar. Het faalgedrag van de restauraties met stiften was overwegend ongunstig; de (cohesieve) breuk van de buccale knobbels eindigde onder het gesimuleerde botniveau. Dit suggereert dat stiften een negatieve invloed hebben op het functioneren van de constructie en daarbij zijn ze niet noodzakelijk om de fractuurweerstand van directe composietkronen te verhogen. Klinisch onderzoek is nodig om deze bevindingen te bevestigen.

Literatuur

- Akkayan B. An *in vitro* study evaluating the effect of ferrule length on fracture resistance of endodontically treated teeth restored with fiber-reinforced and zirconia dowel systems. *J Prosthet Dent* 2004; 92: 155-162.
- Al-Hazaimeh N, Gutteridge DL. An *in vitro* study into the effect of the ferrule preparation on the fracture resistance of crowned teeth incorporating prefabricated post and composite core restorations. *Int Endod J* 2001; 34: 40-46.
- Baraban DJ. Immediate restoration of pulpless teeth. *J Prosthet Dent* 1972; 28: 607-612.
- Baratieri LN, De Andrada MA, Arcari GM, Ritter AV. Influence of post placement in the fracture resistance of endodontically treated incisors veneered with direct composite. *J Prosthet Dent* 2000; 84: 180-184.

- 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* 2005a; 18: 34-39.
- Creugers NHJ, Kreulen CM, Fokkinga WA, Mentink AGB. A 5-year prospective clinical study on core restorations without covering crowns. *Int J Prosthodont* 2005b; 18: 40-41.
- Emilson CG, Lindquist B. The clinical performance of composite resin crowns after 5-8 years. *J Dent Res* 2004; 83: (Spec Iss A) no. 0542 (www.dentalresearch.org).
- Eskitascioglu G, Belli S, Kalkan M. Evaluation of two post core systems using two different methods (fracture strength test and a finite elemental stress analysis). *J Endod* 2002; 28: 629-633.
- Fennis WMM, Kuijs RH, Kreulen CM. Weefselbesparende behandeling van knobbelfracturen bij premolaren. *Ned Tijdschr Tandheelkd* 2003; 110: 244-249.
- Fennis WMM, Tezvergil A, Kuijs RH, et al. *In vitro* fracture resistance of fibre reinforced cusp-replacing composite restorations. *Dent Mat* 2005; 21: 565-572.
- 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.
- Fuss Z, Lustig J, Katz A, Tamse A. An evaluation of endodontically treated vertical root fractured teeth: impact of operative procedures. *J Endod* 2001; 27: 46-48.
- Krejci I, Duc O, Dietschi D, de Campos E. Marginal adaptation, retention and fracture resistance of adhesive composite restorations on devital teeth with and without posts. *Op Dent* 2003; 28: 127-135.
- Krejci I, Mueller E, Lutz F. Effects of thermocycling and occlusal force on adhesive composite crowns. *J Dent Res* 1994; 73: 1228-1232.
- Lassila LVJ, Tanner J, Le Bell A-M, Narva K, Vallittu PK. Flexural properties of fiber reinforced root canal posts. *Dent Mat* 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.
- Maccari PC, Conceicao EN, Nunes MF. Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with three different prefabricated esthetic posts. *J Esthet Restor Dent* 2003; 15: 25-30.
- Mannocci F, Bertelli E, Sherrif M, Watson TF, Ford TRP. Three-year clinical comparison of survival of endodontically treated teeth restored with either full cast coverage or with direct composite restoration. *J Prosthet Dent* 2002; 88: 297-301.
- Opdam NJM, Roeters FJM. De directe composietkroon. *Ned Tijdschr Tandheelkd* 2003; 110: 239-243.
- Ottl P, Hahn L, Lauer H-CH, Fay M. Fracture characteristics of carbon fibre, ceramic and non-palladium endodontic post systems at monotonously increasing loads. *J Oral Rehabil* 2002; 29: 175-183.
- Roeters JJ. Extended indications for directly bonded composite restorations: a clinician's view. *J Adhes Dent* 2001; 3: 81-87.
- Rosentritt M, Furer 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.
- Sidoli GE, King PA, Setchell DJ. An *in vitro* evaluation of a carbon fiber-based post and core system. *J Prosthet Dent* 1997; 78: 5-9.
- Sirimai S, Riss DN, Morgano SM. An *in vitro* study of the fracture resistance and the incidence of vertical root fracture of pulpless teeth restored with six post-and-core-systems. *J Prosthet Dent* 1999; 81: 262-269.
- Spalten RG. Composite resins to restore mutilated teeth. *J Prosthet Dent* 1971; 25: 323-326.
- Stankiewicz NR, Wilson PR. The ferrule effect: a literature review. *Int Endod J* 2002; 35: 575-581.
- Tezvergil A, Lassila LVJ, Vallittu PK. Strength of adhesive-bonded fiber-reinforced composites to enamel and dentin substrates. *J Adhes Dent* 2003; 5: 301-311.
- Trope M, Maltz DO, Tronstad L. Resistance to fracture of restored endodontically treated teeth. *Endod Dent Traumatol* 1985; 1: 108-111.
- Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, et al. Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Oper Dent* 2003; 28: 215-235.

Summary

In vitro fracture behaviour of composite crowns with and without posts

The failure load and failure mode of severely damaged endodontically treated maxillary premolars were examined within a laboratory study. The premolars were divided into 4 groups. The first of which was restored with prefab metal posts, the second with prefab fibre posts and the third with custom-made fibre posts; all 3 receiving direct resin crowns. In a 4th (control) group no post-space preparation was performed and no posts were placed; a direct resin composite complete crown was made. After thermocycling, all specimens were statically loaded in a universal test machine until failure, under an angle of 30°. There was no significant difference between the mean failure loads. Failure was merely due to unfavourable, non-repairable fractures (ending below the simulation of bone level). This study suggests that posts are not necessarily required to increase the failure load of direct resin composite crowns, however, clinical studies are necessary to confirm these findings.

Bron

W.A. Fokkinga, C.M. Kreulen, N.H.J. Creugers
 Uit de afdeling Orale Functieleer van het Universitair Medisch Centrum Sint Radboud in Nijmegen
 Datum van acceptatie: 18 mei 2006
 Adres: mw. W.A. Fokkinga, UMC St Radboud, Postbus 9101, 6500 HB Nijmegen
w.fokkinga@dent.umcn.nl

Verantwoording

Dit artikel is een bewerkte vertaling van de eerder verschenen publicatie: Fokkinga WA, Kreulen CM, Le Bell A-M, Lassila LVJ, Vallittu PK, Creugers NHJ. Ex vivo fracture resistance of direct resin composiet complete crowns with and without posts on maxillary premolars. *Int Endod J* 2005; 38: 230-237.