



W.A. Fokkinga  
C.M. Kreulen  
N.H.J. Creugers

# Het restaureren van endodontisch behandelde gebitselementen: de weefselbesparende (stift)opbouw?

## Samenvatting

Trefwoorden:

- Adhesieve tandheelkunde
- Weefselbesparende tandheelkunde
- Stiftopbouw

Uit de sector Orale Functie-  
leer van het Universitair  
Medisch Centrum Sint Rad-  
boud in Nijmegen.

Datum van acceptatie:  
25 februari 2003.

Adres:

Mw. W.A. Fokkinga  
UMC St Radboud  
Huispost 117  
Postbus 9101  
6500 HB Nijmegen  
w.fokkinga@dent.umcn.nl

Het opbouwen van endodontisch behandelde gebitselementen met een (stift)opbouw komt veel voor in de algemene praktijk. De uiteindelijke (stift)opbouwrestauratie, al dan niet bedekt met een kroon moet ervoor zorg dragen dat geen fractuur van het gebitselement of de restauratie optreedt, dat de voorziening niet loskomt, dat er geen lekkage optreedt en dat de esthetiek voldoende is. Een aantal factoren dat een rol speelt bij het voldoen aan deze eisen, wordt beschreven. In hoeverre bij een opbouwrestauratie kan worden voldaan aan de principes van de weefselbesparende tandheelkunde wordt eveneens aan de orde gesteld. Geconcludeerd wordt dat er geen eenduidige richtlijnen bestaan over het restaureren van endodontisch behandelde gebitselementen en dat gestandaardiseerde *in vitro*- én *in vivo*-onderzoeken gewenst zijn.

FOKKINGA WA, KREULEN CM, CREUGERS NHJ. Het restaureren van endodontisch behandelde gebitselementen: de weefselbesparende (stift)opbouw? Ned Tijdschr Tandheelkd 2003; 110: 250-254.

## Inleiding

In de algemene tandartspraktijk komt het regelmatig voor dat er bij een endodontisch behandeld gebitselement veel tandmateriaal is verloren gegaan. Vaak wordt ervoor gekozen om het resterende deel van het gebitselement op te bouwen om zodoende voldoende massa te geven voor het plaatsen van een kroon. Doelstelling moet zijn dat de uiteindelijke restauratie niet breekt, het gebitselement tegen breuk beschermt, niet loskomt, een goede afsluiting geeft en aan esthetische wensen voldoet (Fuss *et al*, 2001). Veelvuldig worden stiften geplaatst om het restauratiemateriaal genoeg houvast te geven aan het restweefsel van het gebitselement. Er zijn stiften van verschillende materialen (metaal, keramiek, koolstofvezels, glasvezels), vormen (conisch, parallel, geribbeld, schroefdraad) en verwerkingwijzen (gegoten, prefab, individueel vervaardigd). In de loop van de jaren is er een verschuiving opgetreden van de 'klassieke' gegoten opbouwen naar prefab metalen stiften met een direct restauratiemateriaal. De meest recente ontwikkeling is de opkomst van niet-metalen vezelversterkte prefab stiften, waarvan inmiddels een aantal op de markt is (tab. 1 en afb. 1).

In de afgelopen decennia zijn er veel artikelen verschenen over verschillende stiftsystemen en soorten opbouwen (Doornbusch *et al*, 2003). Toch is er onvoldoende informatie voor een juiste indicatie en toepassing in de praktijk.

In dit artikel is de beschikbare informatie op een rij gezet. Twee situaties worden hierbij onderscheiden. Ten eerste de opbouw als basis onder een kroon. Ten tweede het functioneren van de constructie als zelfstandige restauratie zónder bedekkende kroon. Hierbij wordt de aanname gedaan dat een stift een wezenlijk onderdeel is van de opbouw. Met het oog op een weefselbesparende benadering komt een overweging over

het wel of niet noodzakelijke gebruik van een stift apart aan de orde. Tot slot worden een aanzet tot het opstellen van richtlijnen en een aantal algemene overwegingen beschreven.

## De opbouwrestauratie met kroon

### Fractuurweerstand

De fractuurweerstand van een constructie wordt bepaald door het materiaal. Bij een opbouwrestauratie wordt daarom verwacht dat het materiaal van de stift(opbouw) een rol speelt. Een aantal *in vitro*-onderzoeken met statische belastingsproeven liet een grotere fractuurweerstand zien van de gegoten stiftopbouw dan van een opbouw met vezelversterkte stiften (Martinez-Insua *et al*, 1998; Sidoli *et al*, 1997). Dynamische belastingsproeven toonden het tegengestelde aan. Gegoten stiftopbouwen mislukten eerder dan directe opbouwen met metalen en koolstofvezelversterkte prefab stiften (Isidor *et al*, 1996; Isidor en Brondum, 1992). Uit een systematisch literatuuronderzoek naar de fractuurweerstand van prefab metalen stiften met composietopbouwen en gegoten stiftopbouwen kwam juist naar voren dat er geen significant verschil in fractuurweerstand bestaat tussen deze twee groepen (Heydecke en Peters, 2002).

Het zogenaamde 'ferrule-effect' kan een rol spelen bij de fractuurweerstand van de totale restauratie. Een algemene definitie van dit begrip is: de omvatting van het resterende deel van het gebitselement door de uiteindelijke restauratie. Bij gegoten stiftopbouwen lijkt een ferrule de weerstand tegen fractuur te vergroten (Stankiewicz en Wilson, 2002). Op het moment dát er een ferrule van 2 mm in gezond dentine verkregen kan worden, is het minder van belang of een opbouw met of zonder stift wordt gebruikt (Bolhuis *et al*, 2001; Pilo

et al, 2002). Volgens Stankiewicz en Wilson (2002) lijkt echter bij opbouwen met metalen prefab stiften een ferrule geen additioneel effect te hebben.

### Fractuurpatroon

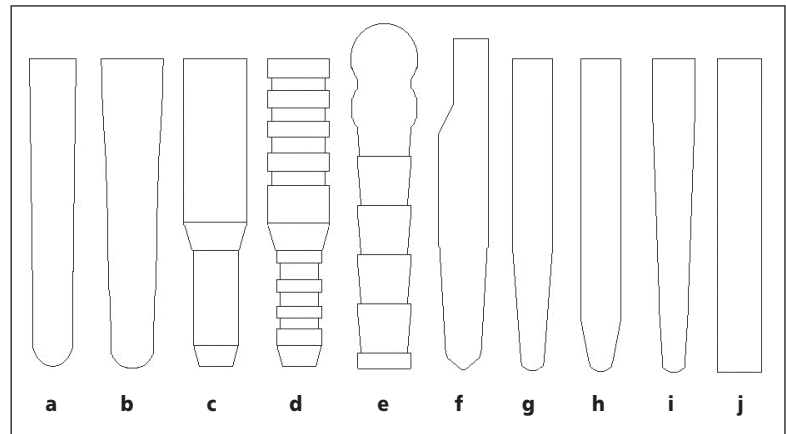
Bij de beoordeling van een stiftopbouwsysteem is, afgezien van een voldoende grote fractuurweerstand van het restauratiecomplex, ook de aard van de eventueel optredende fractuur van belang. Een verticale wortelfractuur wordt beschouwd als catastrofaal en is niet meer te repareren, terwijl een horizontale fractuur van (een deel van) de opbouw vaak nog wel te herstellen is (Willemsen en Van der Meer, 2001). Eén van de factoren die hierbij een rol speelt, is de vorm van de stift. Een conisch metalen stift verhoogt de kans op wortelfractuur in vergelijking met een parallelle stift (Sorensen en Martinoff, 1984). Dit wordt verklaard uit het slijtend effect van een conische vorm op het resterende deel van de wortel.

Het materiaal van de stift heeft invloed op de aard van de fractuur. In verschillende onderzoeken werden bij gegoten stiftopbouwen en metalen prefab stiftopbouwen ongeveer evenveel verticale wortelfracturen waargenomen (Assif et al, 1993; Akkayan en Gülmez, 2002). Ongunstige verticale wortelfracturen lijken minder vaak op te treden bij opbouwen met vezelversterkte stiften dan bij opbouwen met metalen stiften (Sidoli et al, 1997; Dean et al, 1998; Martinez-Insua et al, 1998; Akkayan en Gülmez, 2002). Dit zou kunnen worden verklaard uit het feit dat de elasticiteit van vezelversterkte stiften meer op die van dentine lijkt dan die van metalen stiften.

### Retentie

Parallelle stiften hebben een betere retentie dan conische stiften (Sorensen en Martinoff, 1984). Uit onderzoek is gebleken dat de retentie van metalen prefab stiften toeneemt bij het cementeren met composietcement in vergelijking tot zinkfosfaatcement (Nissan et al, 2001). Door de grotere retentie met composietcement hoeven metalen prefab stiften waarschijnlijk minder diep in het kanaal te worden aangebracht (Nissan et al, 2001). De vorm van vezelversterkte stiften lijkt van minder groot belang door de goede hechting van composietcementen. Mede door de beschikbaarheid van deze nieuwe bevestigingscementen wordt het probleem van retentie van minder belang geacht dan de resistentie (Fernandes en Dessai, 2001). Een losgekomen kroon of opbouw kan opnieuw worden gecementeerd, maar een gefractureerd gebitselement is meestal verloren.

Ook de dikte van de cementlaag lijkt een rol te spelen. Zo kan het gunstig zijn een iets dünnere metalen prefab stift te plaatsen in een geprepareerd kanaal. Een cementlaag van 125 µm geeft bij het cementeren met composietcement meer retentie dan een cementlaag van 15 µm (Hagge et al, 2002).



Afb. 1. Schematische weergave van de verschillende soorten vezelversterkte stiften.

- a: Geheel conisch (2 graden taps)  
 b: Dubbel conisch  
 c: Twee stadia parallel  
 d: Twee stadia parallel met retentie  
 e: Parallel met retentie en kop  
 f: Parallel-conisch  
 g: Parallel-conisch  
 h: Parallel-conisch  
 i: Parallel-conisch  
 j: Parallel (vorm is aan te passen)

### Lekkage

Een opbouw wordt geacht een zodanige afsluiting te bieden dat er geen lekkage kan optreden. Een tijdelijke stiftopbouw is ongunstig omdat hierbij meer bacteriële microlekkage optreedt dan bij een definitieve opbouw (Fox en Gutteridge, 1997). Een gegoten stiftopbouw gecementeerd met zinkfosfaat en een metalen prefab stift bevestigd met composietcement waarborgen beide een voldoende afsluiting (Fox en Gutteridge, 1997).

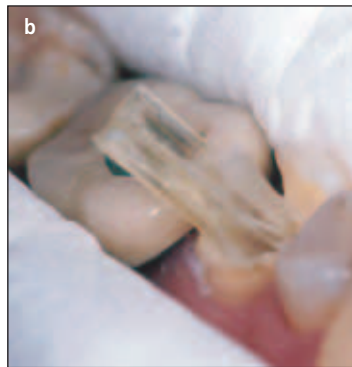
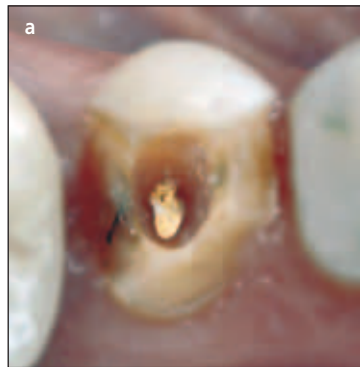
Tabel 1. Verkrijgbare vezelversterkte stiften

Vezeltype	Merknaam	Kleur
Koolstofvezel	Composipost®	Zwart (radiopaak)
	C-post®	Idem
	Carbopost®	Zwart (radiolucent)
	Carbonite®	Zwart
	Endo U.M. post®	Zwart
	U.M. Post®	Idem
Koolstof-kwartsvezel	Aesthetipost®	Wit
	Aesthetiplus®	Translucent (radiolucent)
	U.M. Aesthetiplus®	Translucent
	D.T. Lightpost®	Translucent (radiopaak)
	Lightpost®	Translucent (radiolucent)
	D.T. White-post®	Wit
Kwartsvezel	Endolight®	Translucent
	Endoplus®	Wit
	ER. Dentin post®	Wit
	Parapost Fiber White®	Wit
	Glassix®	Wit
	FRC Postec®	Translucent
Glasvezel	Fibrekor®	Translucent
	EverStick-post®	Translucent
	Easypost®	Wit
	Silica-zirconiumvezel	Wit (radiopaak)
Silicavezel	Snowpost®	Wit (radiopaak)

Afb. 2. a. Endodontisch behandeld gebitselement 35 met een resterende buccale wand na knobbelbreuk, waarbij het restauratiemateriaal is verwijderd. De pulpakamer en een deel van de kanaalingang zijn vrijgemaakt voor opbouw materiaal (géén stiftpreparatie).

b. De aangebrachte vezels (Everstick®) worden vastgezet met een laagviskeuze composiet.

c. Het eindresultaat na volledig opbouwen met composiet.



### Verwijdering van aangebracht materiaal

Bij de noodzaak tot een endodontische herbehandeling is het gewenst dat het aangebrachte materiaal uit het kanaal kan worden verwijderd. Veel toegepast bij metalen stiften die zijn gecementeerd met zinkfosfaatcement en glasionomeercement, is het met behulp van een ultrasoon instrument uitoefenen van trillingen, waardoor de cementverbinding verbreekt (Gomes *et al*, 2001). De toepassing van trillingen heeft geen effect op de retentie van met composiet gecementeerde metalen stiften (Gomes *et al*, 2001). Vezelversterkte stiften gecementeerd met composietcement zijn volgens de fabrikanten en een aantal onderzoekers goed te verwijderen. Met een drietal boortjes (pilot drill, removal drill en Peeso reamer) uit de stiftverwijderset kan men aan de slag. Het boortje wordt door de in de lengterichting gerangschikte vezels in de matrix in de juiste richting geleid en hierdoor wordt de stift gemakkelijk verwijderd (De Rijk, 2000).

### Esthetiek

Van de tegenwoordig verkrijgbare vezelversterkte stiften is het merendeel wit of transparant, hetgeen uit esthetisch oogpunt wenselijk kan zijn (tab. 1). Toch is de kleur van een stift van ondergeschikt belang als een bedekkende kroon wordt vervaardigd.

### De opbouw zonder kroon

Onderzoek naar het functioneren van een opbouw zonder kroon is nog beperkt. De gewenste eigenschappen worden daarom niet apart behandeld. *In vitro*-onderzoek richt zich voornamelijk op materiaaleigenschappen die mede de fractuurweerstand bepalen. Bij de retentie van de stift spelen dezelfde factoren een rol als bij de opbouw met kroon. Dit geldt ook voor de mogelijkheid tot verwijderen van het toegepaste bevestigingsmateriaal en voor de esthetiek. Onderzoek naar de optimale vorm van een definitieve opbouwrestauratie zonder bedekkende kroon (met behulp van de tegenwoordig beschikbare materialen) bestaat nauwelijks. Zo is het onduidelijk of men een resterende knobbel al dan niet moet overkappen indien met composiet wordt opgebouwd.

### Overlevingsduur

Een pilotonderzoek naar metalen prefab stiften met composietopbouwen zonder en met kroon liet na gemiddeld 7,9 jaar (spreiding 4-16 jaar) een overlevingspercentage van 87,5% zien (Mentink *et al*, 1993). Het overlevingspercentage na twee jaar van kunststofgemodificeerde glasionomeeropbouwrestauraties met metalen schroefstiften zonder kroon, beschouwd als transitionele restauratie, bedroeg 85 (Plasmans *et al*, 2000). In een klinisch onderzoek naar endodontisch behandelde premolaren met beperkt verlies van tandmateriaal werd de overleving van opbouwen met of zonder metaal-porseleinkroon vergeleken. De opbouw bestond uit een met koolstofvezel versterkte stift en een volledige composietopbouw. Na drie jaar werd geen verschil in overleving gevonden (Mannocci *et al*, 2002).

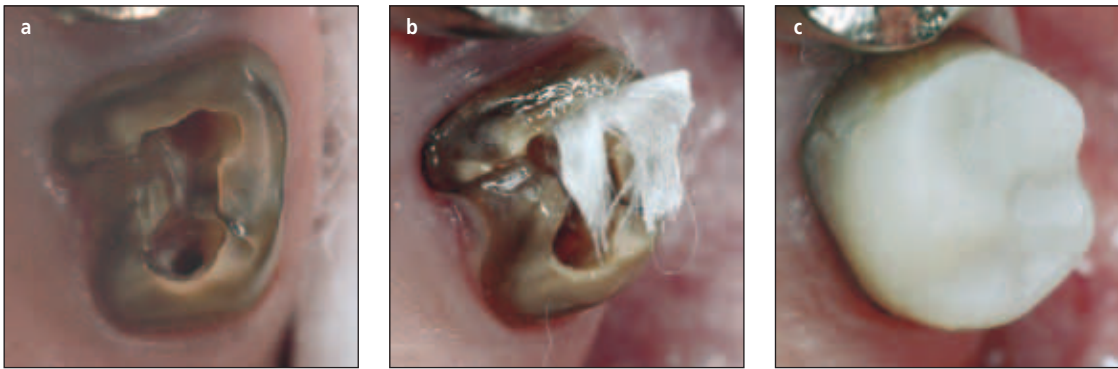
Over de volledig direct vervaardigde opbouw met niet-metalen stiften zonder kroon ontbreken vooralsnog langetermijnresultaten.

### Is een stift noodzakelijk?

Het prepareren voor een stift gaat gepaard met verwijdering van dentine uit het wortelkanaal. Dit verzwakt het gebitselement (Trope *et al*, 1985). In principe is het dus gunstig om bij een volledig direct vervaardigde opbouw de stift achterwege te laten. Dit lijkt reëel als voldoende omvatting is bewerkstelligd. Er is dan 'extra' retentie voor de opbouw door middel van het vergrote hechtoppervlak van de kanaalingang.

Omdat bij een opbouwrestauratie zonder bedekkende kroon geen omvatting kan worden toegepast, is de vraag of een stift noodzakelijk is interessant. Als er voldoende restweefsel is, is een stift wellicht niet nodig. Het opvullen van de pulpakamer met een directe adhesief bevestigde (composiet)restauratie zou voldoende kunnen zijn. Voorbeelden van deze toepassing zijn te zien in afbeeldingen 2 en 3.

Het gebruik van vezelversterkte stiften biedt de mogelijkheid de preparatie voor de stift te minimaliseren, omdat composietcement een goede hechting heeft aan de stift. Een (deels) conische vezelversterkte stift komt beter overeen met de anatomie van het wortelkanaal dan een parallelle stift en dus hoeft er minder weefsel te worden verwijderd. Het is echter onduidelijk of de fractuurweerstand van een dunne stift voldoende



Afb. 3. a. Endodontisch behandeld gebitselement 26 met een resterende omvang van ca. 3 mm supragingivaal. De kanaalingangen zijn opgezocht en de gutta percha is verwijderd. N.B.: de palatinale wortel is op een eerder tijdstip verwijderd.

b. De aangebrachte vezels (Everstick®) zijn vastgezet met een laagviskeuze composiet.

c. Het resultaat na het volledig opbouwen van het gebitselement met composiet.

is voor klinische toepassing.

### Aanzet tot richtlijnen

Het is moeilijk om uit de grote hoeveelheid beschikbare literatuur duidelijke richtlijnen samen te stellen voor het restaureren van endodontisch behandelde gebitselementen. Problemen hierbij zijn dat de resultaten van de onderzoeken niet altijd overeenkomen (Fernandes en Dessai, 2001), de onderzoeksmethoden veranderen, het niet altijd mogelijk is de resultaten van *in vitro*-onderzoeken te transformeren naar de klinische situatie, er nog maar weinig *in vivo*-onderzoeken zijn met valide informatie over de overlevingsduur van opbouwen (Creugers *et al.*, 1993; Morgano en Bracket, 1999), de ideeën omtrent het restaureren van gebitselementen veranderen en er (nog steeds) veel nieuwe materialen op de markt komen.

Toch trachten diverse onderzoekers richtlijnen te formuleren voor het restaureren van endodontisch behandelde gebitselementen. Met een zoekopdracht via een digitale database (MEDLINE) werden dergelijke richtlijnen gezocht in Engelstalige en Nederlandstalige tandheelkundige overzichtsartikelen die zijn gepubliceerd vanaf 1984 t/m medio 2002. De volgende sleutelwoorden werden gebruikt: '(post OR core OR build-up OR dowel) AND (teeth OR tooth) NOT (implant\* OR orthodontic\* OR periodontal\*) AND (review OR overview)'. Dit gaf 65 titels, waarvan er handmatig (op samenvatting) 30 zijn geselecteerd die over het opbouwen van endodontisch behandelde gebitselementen gaan. Deze artikelen gaven meestal een beschrijvend overzicht van factoren die een rol kunnen spelen bij het komen tot een behandelkeuze. Eenduidige richtlijnen zijn niet te formuleren.

Om uitspraken te doen over de overlevingsduur van verschillende opbouwrestauraties zijn gerandomiseerde gecontroleerde klinische onderzoeken wenselijk (Morgano en Bracket 1999; Fernandes en Dessai, 2001). Deze zijn helaas nauwelijks beschikbaar. Het standaardiseren van *in vitro*-onderzoek biedt de mogelijkheid om resultaten van verschillende onderzoeken te combineren. Gezien de toenemende aandacht voor weefselbesparende technieken zouden bij voorkeur laboratorium- en klinische onderzoeken moeten worden uitgevoerd die metalen (prefab) stiften vergelijken met vezelversterkte (prefab) stiften en opbouwrestauraties zonder stift. Interessante variabelen hierbij zijn: wel/geen kroon, wel/geen omvatting, soort cement, soort (composiet)opbouw materiaal, diameter en lengte

van de stift, wel/geen knobbeloverkapping, enzovoorts.

### Overwegingen

De uiteindelijke therapiekeuze zal door de behandelbaar zelf moeten worden gemaakt. Naast genoemde factoren die een rol spelen bij de gewenste eigenschappen van een opbouwrestauratie, zijn er algemene overwegingen bij de therapiekeuze. Hierbij kan worden gedacht aan de affiniteit en de ervaring van de behandelbaar met bepaalde materialen en/of technieken, het kostenaspect, het soort gebitselement (front/zijdelings), de locatie van de outline (sub-/supragingivaal), de functie van het gebitselement (solitair/pijler brug/frame), de wensen van de patiënt enzovoorts.

De bovengenoemde factoren kunnen een hulpmiddel zijn voor het maken van een keuze uit de verschillende behandelopties, waarbij weefselbesparende technieken en de beschikbare materialen een belangrijke rol spelen. Naar verwachting zal het gebruik van gegoten stiftopbouwen afnemen. Toch is de gegoten stiftopbouw nog steeds een goede behandeloptie als er sprake is van een grote hoeveelheid dentineverlies. De toepassing van vezelversterkte (prefab) stiften zal naast die van metalen prefab stiften een grotere plaats gaan innemen.

### Conclusie

Verschillen tussen stifttypen voor opbouwen zijn wat fractuurweerstand betreft nog niet duidelijk. Bij het vervaardigen van een bedekkende kroon over een opbouw is het creëren van een omvatting van belang. Composietcementen vergroten de retentie van stiftsystemen en zeker bij het gebruik van vezelversterkte stiften is weefselbesparend prepareren een mogelijkheid. Verder is de indicatie van een stift nog onduidelijk. Er is behoefte aan gestandaardiseerd *in vitro*- en *in vivo*-onderzoek als het gaat om het restaureren van endodontisch behandelde gebitselementen, waaruit dan vervolgens eenduidige klinische richtlijnen kunnen worden gedestilleerd.

### Literatuur

- AKKAYAN B, GÜLMEZ T. Resistance to fracture of endodontically treated teeth restored with different post systems. *J Prosthet Dent* 2002; 87: 431-437.
- ASSIF D, BITENSKI A, PILO R, OREN E. Effect of post design on resistan-

ce to fracture of endodontically treated teeth with complete crowns. *J Prosthet Dent* 1993; 69: 36-40.

- BOLHUIS HPB, GEE JA DE, FEILZER AJ, DAVIDSON CL. Fracture strength of different core build-up designs. *Am J Dent* 2001; 14: 286-290.
- CREUGERS NHJ, MENTINK AGB, KÄYSER AF. An analysis of durability data on post and core restorations. *J Dent* 1993; 21: 281-284.
- DEAN JP, JEANSONNE BG, SARKAR N. *In vitro* evaluation of a carbon fiber post. *J Endod* 1998; 24: 807-810.
- DOORNBUSCH H, VISSINK A, HUYSMANS MCDNJM. De ideale wortelstift. Een overzicht van de literatuur. *Ned Tijdschr Tandheelkd* 2003; 110: 107-112.
- FERNANDES AS, DESSAI GS. Factors affecting the fracture resistance of post-core reconstructed teeth: a review. *Int J Prosthodont* 2001; 14: 355-363.
- FOX K, GUTTERIDGE DL. An *in vitro* study of coronal microleakage in root-canal-treated teeth restored by the post and core technique. *Int Endod J* 1997; 30: 361-368.
- 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.
- GOMES APM, KUBO CH, SANTOS RAB, SANTOS DR, PADILHA RQ. The influence of ultrasound on the retention of cast posts cemented with different agents. *Int Endod J* 2001; 34: 93-99.
- HAGGE MS, WONG RDM, LINDEMUTH JS. Effect of dowel space preparation and composite cement thickness on retention of a prefabricated dowel. *J Prosthodont* 2002; 11: 19-24.
- HEYDECKE G, PETERS MC. The restoration of endodontically treated, single-rooted teeth with cast or direct posts and cores: a systematic review. *J Prosthet Dent* 2002; 87: 380-386.
- ISIDOR F, ODMAN P, BRONDUM K. Intermittent loading of teeth restored using prefabricated carbon fiber posts. *Int J Prosthodont* 1996; 9: 131-136.
- ISIDOR F, BRONDUM K. Intermittent loading of teeth with tapered, individually cast or prefabricated, parallel-sided posts. *Int J Prosthodont* 1992; 5: 257-261.
- MANNOCCHI F, BERTELLI E, SHERRIFF 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.

- MARTINEZ-INSUA A, SILVA L DA, RILO B, SANTANA U. Comparison of the fracture resistances of pulpless teeth restored with a cast post and core or carbon-fiber post with a composite core. *J Prosthet Dent* 1998; 80: 527-532.
- MENTINK AGB, CREUGERS NHJ, MEEUWISSEN R, LEEMPOEL PJB, KÄYSER AF. Clinical performance of different post and core systems - results of a pilot study. *J Oral Rehabil* 1993; 20: 577-584.
- MORGANO SM, BRACKETT SE. Foundation restorations in fixed prosthodontics: current knowledge and future needs. *J Prosthet Dent* 1999; 82: 643-657.
- 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.
- PILO R, CARDASH HS, LEVIN E, ASSIF D. Effect of core stiffness on the *in vitro* fracture of crowned, endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent* 2002; 88: 302-306.
- PLASMANS PJJM, KREULEN CM, CREUGERS NHJ. A preliminary study on a resin-modified glass-ionomer cement for transitional restorations and subsequent core buildups. *Int J Prosthodont* 2000; 13: 373-377.
- RIJK W DE. Removal of fiber posts from endodontically treated teeth. *Am J Dent* 2000; 13: 19b-21b.
- SIDOLI GE, KING PA, SETCHEL DJ. An *in vitro* evaluation of a carbon fiber-based post and core system. *J Prosthet Dent* 1997; 78: 5-9.
- SORENSEN JA, MARTINOFF JT. Clinically significant factors in dowel design. *J Prosthet Dent* 1984; 52: 28-35.
- STANKIEWICZ NR, WILSON PR. The ferrule effect: a literature review. *Int Endod J* 2002; 35: 575-581.
- TROPE M, MALTZ DO, TRONSTAD L. Resistance to fracture of restored endodontically treated teeth. *Endod Dent Traumatol* 1985; 1: 108-111.
- WILLEMSEN WL, MEER WJ VAN DER. Reparatie en revisie 4. Gebarsten gebitselement: diagnostiek en behandeling. *Ned Tijdschr Tand-*

## Summary

### Key words:

- Adhesive dentistry
- Minimally invasive dentistry
- Post-core

## The restoration of endodontically treated teeth: the minimally invasive (post-)core buildup

The rebuilding of endodontic treated teeth is a common situation in general dental practice. The final (post-) core buildup, with or without a crown, should protect the restoration as well as the tooth against fracture, should prevent debonding of the restoration, should not permit leakage and should provide an acceptable esthetic result. Several factors influencing these properties are described. The (post-) core buildup in relation to the concept of minimally invasive dentistry is discussed.

In conclusion, there is no unambiguous guideline for restoring endodontically treated teeth. Standardised *in vitro* and *in vivo* studies are needed.