

De restauratie van endodontisch behandelde elementen

Een literatuurstudie naar het mechanische gedrag van de stiftpbouw*

Samenvatting. Maatschappelijke en technische ontwikkelingen in de tandheelkunde hebben geleid tot gebitsbehoud tot op hoge leeftijd. De restauratie van endodontisch behandelde elementen met behulp van een stiftpbouw wordt daardoor vaker geïndiceerd. In dit artikel wordt een overzicht gepresenteerd van de literatuur over het mechanische gedrag van dergelijke restauraties aan de hand van daarvoor relevante factoren, zoals de functionele belasting, de vorm en het materiaal. Aan het eind worden enige richtlijnen gegeven voor de algemene praktijk.

HUYSMANS MCDNJM, PETERS MCRB, PLASSCHAERT AJM. De restauratie van endodontisch behandelde elementen. Een literatuurstudie naar het mechanische gedrag van de stiftpbouw. *Ned Tijdschr Tandheelkd* 1993; 100: 308-11.

1 Inleiding

Dankzij een groeiend gebitsbewust gedrag en technische ontwikkelingen binnen de tandheelkunde groeit de vraag om sterk ondermijnde, avitale elementen voor verdere functie te behouden (afb. 1.). De stiftpbouw wordt hiervoor veel gebruikt. De prognose van dergelijke restauraties is, naast factoren als secundaire cariës en parodontaal verval, vooral afhankelijk van hun mechanisch functioneren. Het loskomen van de stift en het optreden van tandwortelfractuur of een combinatie ervan zijn de meest voorkomende oorzaken van mislukkingen.

Voorliggende literatuurstudie geeft een overzicht van de huidige inzichten in de functie van de stift en de opbouw. Aan de hand van factoren die voor het mechanisch gedrag van belang zijn, zoals de functionele belasting, de vorm en de materiaaleigenschappen, worden relevante onderzoeksresultaten besproken. Aan het eind wordt aandacht besteed aan het falen van de stiftpbouw en worden richtlijnen voor de algemene praktijk gegeven.

2 De functie van wortelstiften

Tot voor kort was het gebruikelijk een wortelstift te plaatsen in ieder endodontisch behandeld element, zelfs als het element naast de endodontische opening geen defecten bezat. De reden was dat avitale elementen ten gevolge van uitdroging eerder zouden fractureren. Het bewijs hiervoor is echter nooit onomstotelijk geleverd. De waarschijnlijke oorzaak van fractureren ligt in de verzwakking van het element door het verwijderen van tandmateriaal. In een in-

middels klassiek onderzoek werd geen verschil gevonden tussen de kracht die nodig is om intacte incisieven dan wel incisieven met uitsluitend een endodontische opening en preparatie te fractureren.¹ Grotere preparaties reduceren echter wel de stijfheid van de tand.² Ook leidt het prepareren van het wortelkanaal ten behoeve van een stift tot verzwakking.³ Alleen in sterk ondermijnde elementen dient dus een stift te worden geplaatst. De functie van de stift is dan retentie te geven en de krachten die op een tand worden uitgeoefend, zo gelijkmatig mogelijk over het restelement te verdelen.

Voor het endodontisch behandelde element kan men drie opbouw-verankeringsmogelijkheden onderscheiden: de gegoten opbouw, de plastische opbouw met en de plastische opbouw zonder stift (tab. 1.). In het laatste geval wordt retentie verkregen door het restauratiemateriaal 3 tot 4 mm in de aanwezige wortelkanalen en in de pulpakamer aan te brengen.⁴ Het gebruik van parapulpaire pinnen wordt hierbij buiten beschouwing gelaten, omdat in die gevallen waar extra retentie nodig is, over het algemeen onvoldoende dentine aanwezig is voor veilige plaatsing ervan, en omdat het optreden van microscheuren rond dergelijke pinnen de voorkeur doet uitgaan naar andere retentievormen.

3 Belasting

Mechanische belasting is een belangrijke factor bij het falen van stiftpbouwen. De gerapporteerde krachten tijdens kauwen en slikken zijn in de loop der jaren verschoven in de richting van lagere krachten.

Zowel de maximale bijtkracht als de ge-

M.C.D.N.J.M. Huysmans, tandarts
M.C.R.B. Peters, tandarts
A.J.M. Plasschaert, tandarts

*Een bewerking van het gelijknamige artikel verschenen in *Belgisch Tijdschrift voor Tandheelkunde* 1990; 4(3): 30-42.

Uit de vakgroep Cariologie en Endodontologie, Faculteit der Medische Wetenschappen, Tandheelkunde, van de Katholieke Universiteit te Nijmegen.

Trefwoorden: **Restauratieve tandheelkunde** – Stiftpbouw

Datum van acceptatie: 1 november 1992.

Adres: Mevr. Dr. M.C.D.N.J.M. Huysmans, postbus 9101, 6500 HB Nijmegen.

middelste krachten tijdens kauwen blijken afhankelijk te zijn van sekse, staat van de dentitie en plaats in de tandboog. Maximale bijtkracht ligt in de orde van grootte van 2 tot 30 kg voor molaren en 1,5 tot 20 kg voor incisieven.^{5,6} De waarden voor gemiddelde kauwkrachten (dynamisch) liggen momenteel op 1 tot 2 kg, met maximale belastingen van circa 7 kg. Ook hierbij is de belasting in het molaargebied hoger dan in het frontgebied.^{6,7}

Daarnaast varieert de richting van de belasting met de plaats van de tand in de tandboog. Bovenfrontelementen worden door hun geïnclineerde positie in de kaak belast onder een hoek van ongeveer 30° ten opzichte van de lengteas.⁸ Hierdoor treedt een soort hevelwerking op. Bij premolaren en molaren is deze belastingshoek gemiddeld 5° tot 10°. Tijdens het kauwen kunnen echter door contacten op knobbelhellingen ook grotere belastingshoeken voorkomen.

Ten slotte dient nog te worden vermeld dat ook de functionele eisen die worden gesteld aan het gerestaureerde element, de prognose ervan beïnvloeden. Van een element met een solitaire kroon wordt minder gevraagd dan wanneer er een brug of partiële prothese op afsteunt. Een brug die eenzijdig op een implantaat wordt afgesteund, is uit mechanisch oogpunt ongunstig.

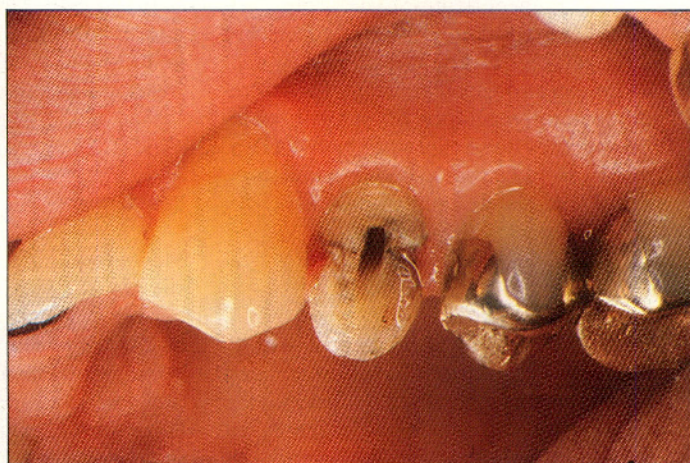
4 Vorm

4.1 Algemeen

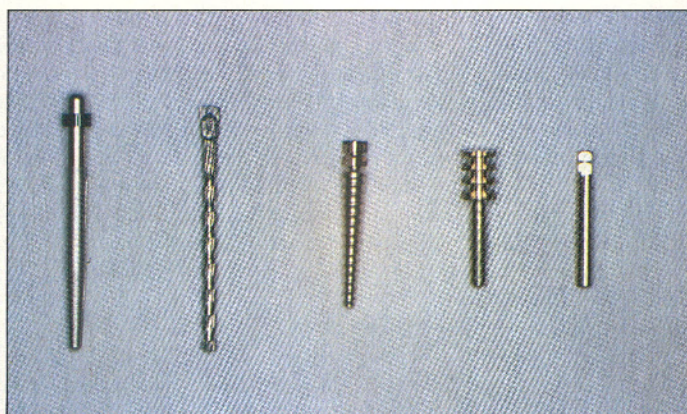
Naar vorm kan een duidelijk onderscheid gemaakt worden tussen het front- en het molaargebied. Het uitgangspunt bij een bovenincisief met één, rond kanaal is geheel

Tabel 1. Overzicht van verschillende opbouwmethoden.

Type	(Aan)gegoten opbouw	Plastische opbouw	
		stift	corono-radicaal
Verankering	stift	stift	corono-radicaal
Stiftvorm	taps parallel	taps parallel taps einde	geen
Stiftoppervlak	glad geserreerd	glad geserreerd schroefdraad	-
Opbouw materiaal	goud	amalgam composiet (glasionomeer- cement)	amalgam composiet (glasionomeer- cement)



Afb. 1. Klinisch voorbeeld van elementen die een stiftopbouw-restauratie nodig hebben.



Afb. 2. Enkele stiftsoorten.

anders dan bij een molaar met drie of meer kanalen en een duidelijke pulpakamer. Er zijn echter principes die voor beide groepen gelden.

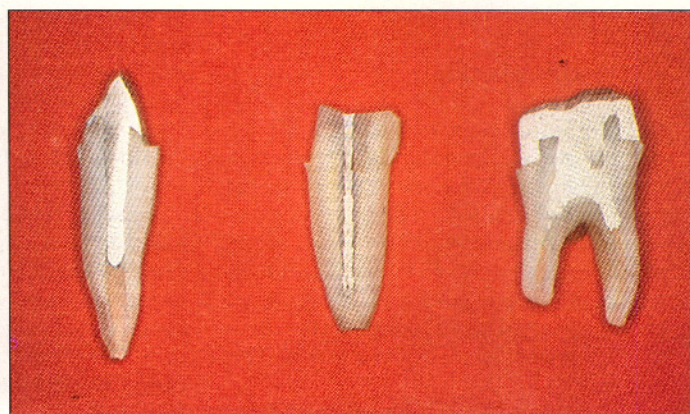
Essentieel is de hoeveelheid resterend dentine, niet alleen coronaal, maar ook wat de wortel betreft. Het overmatig verwijderen van het wortelkanaal zowel tijdens de endodontische behandeling als tijdens preparatie voor een stift is in vele opzichten ongunstig. Het leidt tot grotere spanningsconcentraties,⁹ geringere stijfheid en daarmee tot grotere kans op fractuur.^{3,10,11}

4.2 Retentie en resistentie

Met het oog op een goede retentie zijn veel verschillende stiftvormen ontwikkeld en via trekproeven getest. Zoals verwacht hebben conische stiften een lagere retentie dan parallelle.^{12,13} Een toename in lengte van de stift geeft een duidelijke verhoging van de retentie terwijl diametervergroting niet of in geringe mate daartoe bijdraagt.¹³ Deze lengteafhankelijkheid is meer uitgesproken bij parallelle stiften.

Vrijwel alle systemen maken thans gebruik van een parallelle basisvorm met allerlei retentieverhogende aanpassingen (afb. 2). Het stiftoppervlak kan groeven bevatten die min of meer horizontaal over de stift lopen (geserreerd). Verschillende studies bevestigen het positieve effect hiervan.^{15,16} Daarnaast zijn er stiften ontwikkeld op basis van schroefprincipe. Parallelle schroefstiften met een voortap-mechanisme hebben ruwweg tweemaal de trekretentie van geserreerde stiften.^{13,15,17,18} Wat betreft torsieretentie zijn beide typen vergelijkbaar.¹⁷ De verschillen tussen de bestaande soorten schroefstiften onderling zijn waarschijnlijk verwaarloosbaar.¹⁸

Drukproeven worden gebruikt om de resistentie van stiftopbouwen te onderzoeken. Ook voor de retentie zijn deze eigenlijk relevanter, omdat de verbinding tussen stift en wortel in de klinische situatie meer indirect, via druk tijdens het kauwen, wordt belast. De resultaten van drukproe-



Afb. 3. Doorgeslepen elementen gerestaureerd volgens drie opbouwvarianten:

- gegoten stiftopbouw. stift/opbouw: goudlegering; cement: zinkfosfaatcement;
- directe stiftopbouw. stift: titaniumlegering; cement: composietcement; opbouw: composiet;
- corono-radicaire opbouw. opbouw: amalgam.

ven variëren met het bestudeerde elementtype.

4.2.1 Frontelementen

Een gegoten, conische stiftopbouw is onder horizontale druk even sterk of zwakker dan een stalen, parallelle stift of een schroefstift met plastische opbouw.¹⁹ Qua druksterkte is er geen verschil tussen een schroefstift en een geserreerde stift met plastische opbouw, of presteert de schroefstift zelfs slechter.^{20,21}

Het vervaardigen van een coronaradicaire opbouw zonder stift lijkt in éénwortelige elementen vanwege de geringe retentiemogelijkheden niet aan te raden.^{19,22}

4.2.2 Molaren

Bij molaren komt de gegoten stiftopbouw als sterkste restauratie naar voren.^{23,25} Vergelijking met een natuurlijke prepara-

tiestomp (geheel dentine) laat echter zien dat er een aanzienlijk sterkte-overschot wordt gecreëerd. Alle directe mogelijkheden presteren ongeveer even goed.^{24 25} Preparatiefactoren kunnen bij een stift-amalgamopbouw de sterkte sterk beïnvloeden. Het is essentieel dat coronair rondom de gehele stift restauratiemateriaal kan worden aangebracht.²⁶

4.2.3 Premolaren

Uit het oogpunt van vorm en positie in de tandboog is te verwachten dat premolaren een gedrag zullen vertonen dat het midden houdt tussen dat van frontelementen en molaren. Onderzoek op dit terrein heeft zich vrijwel geheel beperkt tot (éénwortelige) onderpremolaren, waarbij de resultaten vergelijkbaar waren met die van frontelementen.

4.3 Krachtdoorleiding

Een wortelstift dient krachten door te leiden en spanningsconcentraties te voorkomen. Spanningen kunnen optreden bij het plaatsen van een stift. Vooral bij de conische, zelftappende schroefstift is de kans op wortelfractuur groot.²⁷ Parallele schroefstiften, mits goed voorgetapt en na indraaien 90° teruggewerkt, en passieve stiften kunnen vrijwel spanningsloos worden geplaatst.

Bij conische stiften treedt onder druk een wigeffect op. Parallele stiften verdelen drukkrachten gelijkmatiger.^{27 28} Bij een schroefstift treden ter plaatse van de schroefdraden spanningsconcentraties op.²⁷ Een langere stift heeft een betere spanningsverdeling, maar vergroting van de diameter heeft vrijwel geen effect.^{27 28}

5 Materialen

In het met een stiftpbouw gerestaureerde element zijn vier soorten materiaal te onderscheiden: het tandweefsel, de stift, het cement en de opbouw (afb. 3.). Alleen de eigenschappen van het tandweefsel zijn hiervan niet te beïnvloeden.

5.1 Stift

De sterkte- en stijfheidseisen die aan een wortelstift worden gesteld, beperken de keuze eigenlijk tot metalen en metaallegeringen. Edelmetalen voldoen goed. Geprefabriceerde stiften zijn, vanwege het kostenaspect, meestal niet van edelmetaal.

Het materiaal moet ook corrosiebestendig zijn. Om deze reden worden de meeste geprefabriceerde wortelstiften niet meer van staal vervaardigd, maar van titanium- en chroom- kobaltlegeringen. Deze corro-

siebestendige legeringen zijn bovendien uitermate sterk en hebben een hoge stijfheid. In alle opzichten zijn zij dus een volwaardig alternatief voor goud.

5.2 Cement

Met betrekking tot het cement waarmee de stift wordt gefixeerd, zijn twee aspecten belangrijk. Ten eerste het materiaal en zijn eigenschappen en ten tweede de verbindingen met stift en kanaalwand. Met uitzondering van de schroefstiften die een deel van hun retentie rechtstreeks via het dentine bewerkstelligen, is voor alle stiftsystemen het cement een zeer belangrijke factor. Momenteel is de keuze groot, waarbij geen enkel cement zich duidelijk onderscheidt van de andere qua retentieve kwaliteiten.¹³

Glasionomeercement en polycarboxylaatecement vertonen een grotere variabiliteit in retentiewaarden,²⁹ hetgeen wordt toegeschreven aan verwerkingsvariabelen. Hieraan wordt inmiddels tegemoetgekomen doordat de componenten in capsules worden geleverd.

Verschillende bewerkingen van het wortelkanaal zijn beproefd. Het aanbrengen van groeven heeft bij gebruik van zinkfosfaatcement een wisselend effect en verhoogt bij gebruik van composiet de retentie.^{30 31} De reactie van composiet op verwijdering van de smeerlaag is echter minder voorspelbaar.^{31 32} Bij de composieten is getracht hechting aan het dentine te verkrijgen door gebruik te maken van dentine-adhesieven, dit geeft echter wisselende resultaten.²² Het is wel een ontwikkeling die met aandacht moet worden gevolgd, omdat een echte verbinding tussen cement en dentine talloze voordelen biedt op het gebied van krachtoverdracht en microlekkage. In tegenstelling tot bij zinkfosfaatcement, doet bij composiet een grotere filmdikte geen afbreuk aan de retentie.^{30 33}

5.3 Opbouw

Voor de opbouw voldoet goud wat sterkte betreft uitstekend. Zoals in de vorige para-

graaf bleek, misschien zelfs meer dan uitstekend. In combinatie met geprefabriceerde stiften of alleen, worden de momenteel bekende plastische restauratiematerialen gebruikt: amalgaam, composiet en recenter ook versterkt glasionomeercement. De resultaten met amalgaam en composiet zijn vergelijkbaar en er is geen reden voor één van beide een voorkeur uit te spreken.^{24 34} Over de geschiktheid van composiet voor de coronaradiculaire opbouw zijn slechts weinig (en tegenstrijdige) gegevens bekend.^{19 23} Daar vooralsnog deze opbouwmethode tot het molaargebied dient te worden beperkt, is er weinig bezwaar tegen het gebruik van het amalgaam, dat goed voldoet.^{24 25}

Glasionomeercementen hebben mechanische eigenschappen die ver onderdoen voor bovenstaande materialen. Hoewel identiek verankerde opbouwen van amalgaam, composiet of versterkt glasionomeercement, van een kroon voorzien, een gelijke druksterkte hebben, vertonen de opbouwen van glasionomeercement daarbij veel vaker fracturen.^{35 36} De voordelen van glasionomeercement zijn gering en het klinische gedrag op termijn is onzeker. Daarom wordt het gebruik ervan als opbouw materiaal afgeraden.

6 Falen

Een falen waarbij de mogelijkheid tot hernieuwde restauratie blijft bestaan, is te verkiezen boven een hogere sterkte gekoppeld aan een faalwijze die het element verloren doet gaan, zoals een verticale of laag-horizontale wortelfractuur.

De gegoten, conische stiftpbouw faalt meestal door het loskomen van de stift, daarbij treden vaak wortelfracturen op die een herstel moeilijk maken.^{20 26} De gegoten stiftpbouw reduceert de wortel daarmee tot zwakste schakel in het systeem. De geprefabriceerde stiften met een directe opbouw falen over het algemeen door een breuk van het opbouw materiaal, eventueel met enkele millimeters coronaal dentine. Plastische restauratiematerialen laten meer ruimte voor her-restauratie dan de gegoten opbouw. Overigens zijn de verschillen in

Summary

THE RESTORATION OF ENDODONTICALLY TREATED TEETH

Key words: Dental restoration – Post and core

Rapid developments in dental health and science have resulted in an increasing number of teeth receiving post and core restoration. The dentist can choose from a wide range of restoration-modalities. Success or failure of these restorations largely depends on their ability to meet functional demands. This article presents a review of the literature on the mechanical behaviour of post-core restorations, as it is determined by functional forces, shape of the tooth and restoration and properties of the materials the construction incorporates. Some attention is drawn to the importance of failure characteristics in view of re-restoration possibilities. As a conclusion some guide-lines for the use of post and core restorations in the general dental practice are formulated.

faalwijze tussen de verschillende stiftvormen gering.²¹

Men moet voorzichtig zijn met de interpretatie van het bovenstaande, omdat de gegevens gebaseerd zijn op studies waarbij de bedekkende kroon buiten beschouwing is gelaten. Om de resultaten te extrapoleren naar de klinische situatie, is de invloed van een bedekkend gietstuk wel belangrijk. Bij molaren bijvoorbeeld, waar zonder kroon de gegoten opbouw met kop en schouders boven de overige constructies uitsteekt, zijn na het cementeren van een volledige kroon met omvatting van 1 tot 2 mm gezond dentine de verschillen gladgestreken.^{23 24} De sterkte van de gerestaurerde elementen wordt door kroonomvatting globaal verdubbeld.

7 Conclusies en aanbevelingen

Het is niet mogelijk alle bovenstaande aspecten te verenigen in één conclusie, die de ideale stiftopbouw beschrijft. Veeleer wordt duidelijk dat de te kiezen oplossing moet worden afgestemd op ieder individueel probleem. Wel is het mogelijk de volgende algemene richtlijnen op te stellen: Een wortelstift dient:

- parallel te zijn;
- een geprofileerd oppervlak te bezitten;
- voorzien te zijn van een cement-ontsnappingskanaal;
- bij voorkeur individueel in lengte variabel te zijn;
- van corrosiebestendig materiaal te zijn vervaardigd.

De diameter moet zo klein mogelijk worden gekozen en de lengte zo groot mogelijk als verenigbaar met een goede, lekvrije apicale afsluiting (4 - 6 mm guttapercha). Indien de stift de enige retentievoorziening is en door omstandigheden de maximaal beschikbare lengte zeer beperkt (minder dan $\pm \frac{1}{3}$ van de lengte van de kroon), verdient een schroefstift de voorkeur.

Het te gebruiken cement is voorlopig nog een kwestie van persoonlijke voorkeur, waarbij het wenselijk is het verwerkingsprocédé zoveel mogelijk te standaardiseren. Amalgaam en composiet lijken in mechanisch opzicht te voldoen als opbouw materiaal en een goed alternatief te vormen voor de gegoten stiftopbouw in het posterieure gebied. De kortere klinische follow-up van plastische opbouwen gebiedt echter nog enige voorzichtigheid.

Literatuur

- TRABERT KC, CAPUTO AA, ABOU-RASS M. Tooth fracture. A comparison of endodontic and restorative treatments. *J Endod* 1978; 4: 341-5.
- REEH JS, MESSER HH, DOUGLAS WH. Reduction in tooth stiffness as a result of endodontic and restorative procedures. *J Endod* 1989; 15: 512-6.
- TROPE M, MALTZ DO, TRONSTAD L. Resistance to fracture of restored endodontically treated teeth. *Endod Dent Traumatol* 1985; 1: 108-11.
- NAYYAR A, WALTON RE, LEONARD LA. An amalgam coronal-radicular dowel and core technique for endodontically treated posterior teeth. *J Prosthet Dent* 1980; 43: 511-5.
- ANDERSON DJ. Measurement of stress in mastication. II. *J Dent Res* 1956; 35: 671.
- LAURELL L, LUNDGREN D. A standardized programme for studying the occlusal force pattern during chewing and biting in prosthetically restored dentitions. *J Oral Rehabil* 1984; 11: 39-44.
- DEBOEVER JA, MCCALL WD JR, HOLDEN S, ASH MM. Functional occlusal forces: An investigation by telemetry. *J Prosthet Dent* 1978; 40: 326-33.
- COCA I, SCHWICKERATH H. Zur Beanspruchung von Kronen im Frontzahnbereich. *Dtsch Zahnärztl Z* 1987; 42: 338-41.
- HUNTER AJ, FEIGLIN B, WILLIAMS JF. Effects of post placement on endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent* 1989; 62: 166-72.
- LEARY JM, AQUILINO SA, SVARE CW. An evaluation of post length within the elastic limits of dentin. *J Prosthet Dent* 1987; 57: 277-81.
- TJAN AHL, WHANG SB. Resistance to root fracture of dowel channels with various thicknesses of buccal dentin walls. *J Prosthet Dent* 1985; 53: 496-500.
- COLLEY IT, HAMPSON EL, LEHMAN ML. Retention of post crowns. An assessment of the relative efficiency of posts of different shapes and sizes. *Br Dent J* 1968; 124: 63-9.
- STANDLEE JP, CAPUTO AA, HANSON EC. Retention of endodontic dowels: Effect of cement, dowel length, diameter, and design. *J Prosthet Dent* 1978; 39: 401-5.
- TURNER CH, WILLOUGHBY AFW. The retention of vented-cast posts. *J Dent* 1985; 13: 267-70.
- KURER HG, COMBE EC, GRANT AA. Factors influencing the retention of dowels. *J Prosthet Dent* 1977; 38: 515-25.
- TJAN AHL, WHANG SB. Retentive properties of some simplified dowel-core systems to cast gold dowel and core. *J Prosthet Dent* 1983; 50: 203-6.
- RUEMPING DR, LUND MR, SCHNELL RJ. Retention of dowels subjected to tensile and torsional forces. *J Prosthet Dent* 1979; 41: 159-62.
- RICKER JB, LAUTENSCHLAGER EP, GREENER EH. Mechanical properties of post and core systems. *Dent Mater* 1986; 2: 63-6.
- NEUBURG RE, PAMEIJER CH. Retentive properties of post and core systems. *J Prosthet Dent* 1976; 36: 637-43.
- GREENFELD RS, ROYDHOUSE RH, MARSHALL FJ, SCHONER B. A comparison of two post systems under applied compressive-shear loads. *J Prosthet Dent* 1989; 61: 17-24.
- GORDON M, METZGER Z. Resistance to horizontal forces of dowel and amalgam-core restorations: a comparative study. *J Oral Rehab* 1987; 14: 337-44.
- BRANDAL JL, NICHOLLS JI, HARRINGTON GW. A comparison of three restorative techniques for endodontically treated anterior teeth. *J Prosthet Dent* 1987; 58: 161-5.
- GELFAND M, GOLDMAN M, SUNDERMAN EJ. Effect of complete veneer crowns on the compressive strength of endodontically treated posterior teeth. *J Prosthet Dent* 1984; 52: 635-8.
- HOAG EP, DWYER TG. A comparative evaluation of three post and core techniques. *J Prosthet Dent* 1982; 47: 177-81.
- PLASMANS PJM, VISSEREN LGH, VRIJHOEF MMA, KäYSER AF. In vitro comparison of dowel and core techniques for endodontically treated molars. *J Endod* 1986; 12: 382-7.
- CHRISTIAN GW, BUTTON GL, MOON PC, ENGLAND MC, DOUGLAS HB. Post core restoration in endodontically treated posterior teeth. *J Endod* 1981; 7: 182-5.
- STANDLEE JP, CAPUTO AA, HOLCOMB JP. The Dentatus screw: comparative stress analysis with other endodontic dowel designs. *J Oral Rehabil* 1982; 9: 23-33.
- PETERS MCRB, POORT HW, FARAH JW, CRAIG RG. Stress analysis of a tooth restored with a post and core. *J Dent Res* 1983; 62: 760-3.
- YOUNG HM, SHEN C, MARYNIUK GA. Retention of cast posts relative to cement selection. *Quintessence Int* 1985; 5: 357-60.
- ASSIF D, ETZION J. Serrating the channel walls: its influence on dowel retention. *Quintessence Int* 1985; 2: 123-8.
- TJAN AHL, TJAN AH, GREIVE JH. Effect of various cementation methods on the retention of prefabricated posts. *J Prosthet Dent* 1987; 58: 309-13.
- GOLDMAN M, DEVITRE R, PIER M. Effect of the dentin smeared layer on tensile strength of cemented posts. *J Prosthet Dent* 1984; 52: 485-8.
- ASSIF D, BLEICHER S. Retention of serrated endodontic posts with a composite luting agent: Effect of cement thickness. *J Prosthet Dent* 1986; 56: 689-91.
- CHAN RW, BRYANT RW. Post-core foundations for endodontically treated posterior teeth. *J Prosthet Dent* 1982; 48: 401-6.
- VOLWILER RA, NICHOLLS JI, HARRINGTON GW. A comparison of three core buildup materials used in conjunction with two post systems in endodontically treated anterior teeth. *J Endod*; 15: 355-61.
- DEWALD JP, ARCORA CJ, FERRACANE JL. Evaluation of glass-cermet cores under cast crowns. *Dent Mater*; 6: 129-32.