

Onderzoek

DE OPBOUW VOOR ENDODONTISCH BEHANDELDE MOLAREN

Een onderzoek naar de *in vitro* belasting

SAMENVATTING

Traditioneel werden endodontisch behandelde molaren voorzien van een gegoten stiftopbouw en een overkappend gietstuk. In dit *in vitro* onderzoek is de resistentieweerstand onderzocht van enkele opbouwmethoden, waarbij amalgaam en composiet is toegepast. Significante verschillen werden gevonden tussen de gegoten stiftopbouw, de composietopbouwmethoden en de amalgaammethoden. Alle opbouwsystemen konden krachten van meer dan 1000 Newton weerstaan. Naar valt aan te nemen zijn alle onderzochte opbouwmethoden bij toepassing op endodontisch behandelde molaren voldoende sterk om bij normaal optredende krachten in de mond te kunnen functioneren.

PLASMANS PJJM, WELLE PR, VAN 'T HOF MA, VRIJHOEF MMA. De opbouw voor endodontisch behandelde molaren. Een onderzoek naar de *in vitro* belasting. Ned Tijdschr Tandheelkd 1989; 96: 25-8.

P.J.J.M. Plasmans, tandarts*)
P.R. Welle, tandarts*)
M.A. van 't Hof, statisticus***)
M.M.A. Vrijhoef, fysicus**)

Uit de *) vakgroep Occlusie-opbouw, **) de vakgroep Biomaterialen en ***) de Mathematisch Statistische Adviesafdeling van de Katholieke Universiteit te Nijmegen.

Trefwoorden: Restoratieve tandheelkunde – Materiaalkunde

Datum van acceptatie: 8 februari 1988.

Adres: P. J. J. M. Plasmans, postbus 9101, 6500 HB Nijmegen.

1. INLEIDING

Om retentie en resistentie voor een restauratie te verkrijgen wordt soms het gebruik van een stiftopbouw noodzakelijk geacht.¹ De veronderstelling dat het plaatsen van stiften elementen versterkt, wordt door recent onderzoek in twijfel getrokken.^{2,3} Dat betekent dat het niet zinvol wordt geacht gezond tandweefsel weg te halen om het plaatsen van een stift mogelijk te maken, als op andere wijze voldoende houvast voor een opbouw verkregen kan worden. Als alternatief worden plastische restauratiematerialen zoals amalgaam en composiet toegepast, om een element op te bouwen.⁴⁻⁸ Endodontisch behandelde molaren bieden door hun grote en vaak ondersneden pulpakamer en kanaalingangen veel mogelijkheden deze plastische restauratiematerialen te verankeren. Aan het toepassen van plastische opbouwmaterialen zijn voor- en nadelen verbonden (tabel I). Voordelen van amalgaam zijn de goede dimensionale en chemische stabiliteit, het bekende verwerkingsgedrag en de verwerkingsmethode, alsmede de relatief geringe kosten. Amalgaam kan tevens dienen als occlusale overkapping zodat uitstel van gegoten restauraties verantwoord is. De belangrijkste nadelen van amalgaam zijn de lange hardingstijd, de slechte esthetiek indien tevens gebruikt als occlusale restauratie, en het ontbreken van hechting aan tandweefsel. Bovendien is in samenhang met een geprefabriceerde stift corrosie mogelijk.⁹

De ontwikkeling van hechtsystemen heeft ertoe geleid dat composieten chemisch gehecht kunnen worden aan glazuur en dentine. Andere voordelen van composiet zijn de goede esthetiek en de korte

uithardingstijd. Chemische, thermische en dimensionale stabiliteit zijn echter twijfelachtig.¹⁰⁻¹²

Voor opbouwsystemen is het belangrijk dat de weerstand tegen belasting voldoende groot is. Onvoldoende resistentie kan het falen van de restauratieve behandeling of zelfs verlies van het element tot gevolg hebben. Tot nu toe is voornamelijk onderzoek gedaan naar de belastbaarheidswee-

stand van amalgaam (stift)opbouwen.¹³⁻¹⁷ De verschillen in resultaten kunnen onder andere worden verklaard door een verschil in belastinghoek en vervaardigingsmethode. Tot nu toe ontbreekt een vergelijkend gestandaardiseerd onderzoek naar de belastbaarheid van verschillende amalgaam- en composiet(stift)opbouwsystemen. Het doel van dit onderzoek is de belastbaarheid van enige amalgaam- en composietopbouwsystemen met en zonder stiftveranke-

Tabel I. Voor- en nadelen van de diverse opbouwsystemen voor (pre)molaren.

	Gegoten opbouw	Geheel amalgaam	Amalgaam + stift	Geheel composiet	Composiet + stift
Spanning in wortel	±	-	±	-	±
Corrosie	±	±	+	-	±
Verkleuring	±	++	++	-	-
Sterkte	++	+	+	+	+
Dimensionele stabiliteit	++	+	+	?	?
Chemische stabiliteit	++	+	+	?	?
Pasvorm	±	++	++	++	++
Mogelijkheid tot temporisering	-	+	+	+	+
Kosten	++	-	±	-	±

+ = groot;
- = gering;

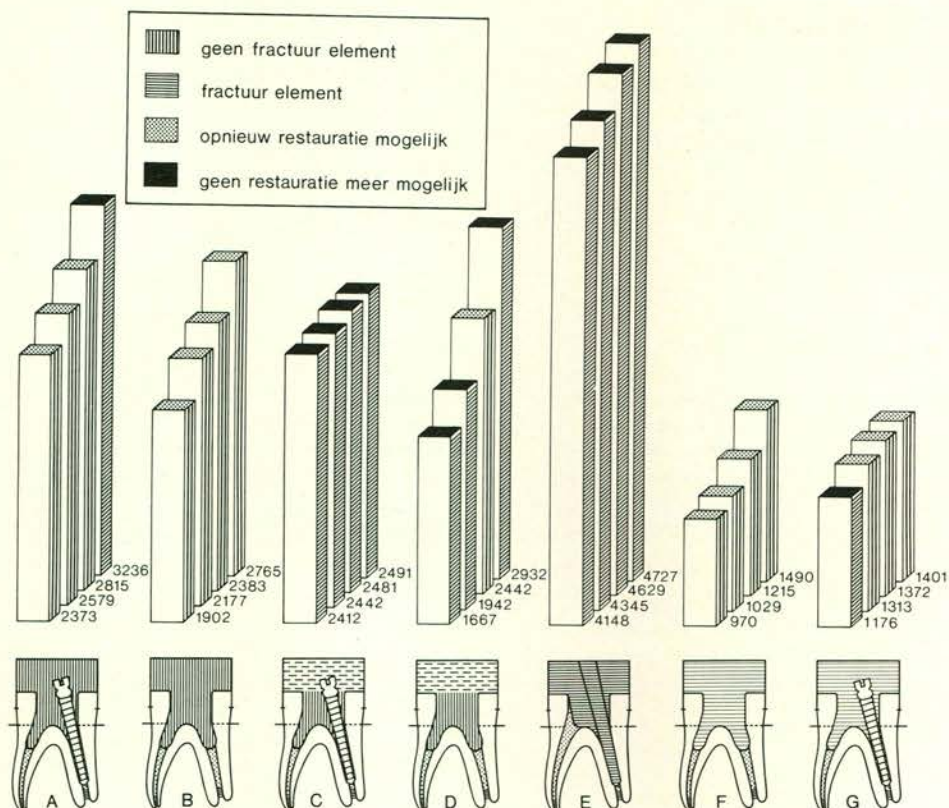
ring te meten en te vergelijken met die van een gegoten stiftopbouw.

2. MATERIAAL EN METHODE

Voor dit *in vitro* onderzoek werd gebruik gemaakt van gave ondermolaren die recent geëxtraheerd waren. Na het endodontisch openen van een grote groep molaren werden er 28 geselecteerd op de volgende criteria: normale anatomische structuren (twee mesiale wortelkanalen en één distaal kanaal); afgevoerde apices; overeenkomstige wortellengte en vorm, en de bodem van de pulpakamer ligt ongeveer 2 mm onder de glazuur-cementgrens. De geselecteerde elementen werden endodontisch behandeld. Alleen het daadwerkelijk apicaal afsluiten van de wortelkanalen werd niet uitgevoerd. De gebitselementen werden in water bewaard met uitzondering van de periodes dat ze voor het onderzoek nodig waren. De molaren werden ingebed in een cilinder met koudhardende kunsthars tot een niveau van 2 mm apicaal van de glazuur-cementgrens. De occlusale vlakken van de molaren werden loodrecht op de as van de cilinders beslepen met een water gekoelde conventionele gipsmodeltrimmer. De beslepen vlakken werden verder afgewerkt met waterbestendig schuurpapier no. 400, zodat uiteindelijk een glad oppervlak 2 mm occlusaal van de glazuur-cementgrens ontstond. De 28 molaren werden willekeurig in zes experimentele groepen en een controlegroep verdeeld, zodat elke groep uit vier elementen bestond. De experimentele groepen en de controlegroep werden als volgt behandeld (afb. 1).

2.1. Enkelvoudige composietopbouw met een geprefabriceerde stift (groep A)

In het distale wortelkanaal werd een geprefabriceerde titanium stift van het Unimetric systeem^{*)} aangebracht. Daartoe werd het kanaal met de bijgeleverde boren tot een diepte van 7 mm apicaal van de bodem van de pulpakamer geprepareerd. De stift werd met zinkfosfaatcement vastgezet. Na uitharding werd de overmaat aan cement verwijderd. De beide mesiale kanalen werden met een ronde boor no. 3 tot een diepte van 3 mm apicaal van de pulpakamerbodemprepereerd. Als opbouw materiaal werd een composiet gebruikt die speciaal voor toepassing in opbouwsituaties ontwikkeld is. Dit hoog gevulde (79 gewichtsprocenten; 60 volumeprocenten) chemisch hardende, tweecomponentencomposiet heeft zowel een visueel als röntgenologisch contrast met het tandweefsel (Cavex Clearfil Core^{**}). Het composiet werd in combinatie met de etsvloestof en het dentinehechtsysteem (Newbond) van dezelfde fabrikant toegepast volgens de gebruiksaanwijzing. Glazuur en



Afb. 1. Verdeling van de gevonden resistentiewaarden over de experimentele groepen (A-G). Voor elk element is de resistentiewaarde (in Newton) en het faalmerk weergegeven.

dentine werden geëtsd en na uitvoerig spoelen met water werd het dentinehechtmiddel aangebracht. De composietopbouw werd vervaardigd in een strak aansluitende koperband. Na uithardening werd de opbouw gereduceerd tot 6 mm boven de glazuur-cementgrens zodat een effectieve opbouwhoogte van 4 mm resteerde. Met een diamantboor onder waterkoeling werd eventuele cervicale overhang verwijderd en een bucco-occlusale bevel van 3 mm aangebracht.

2.2. Enkelvoudige composietopbouw zonder geprefabriceerde stift (groep B)

In tegenstelling tot de onder 2.1. beschreven procedure werd hier geen stift in het distale kanaal aangebracht. Het distale kanaal werd met een ronde boor no. 3 tot een diepte van 3 mm apicaal van de pulpakamerbodemprepereerd. De verdere vervaardiging van de composietopbouw was identiek aan de onder 2.1. beschreven methode.

2.3. Samengestelde composietopbouw met een geprefabriceerde stift (groep C)

Het aanbrengen van de geprefabriceerde Unimetric stift en de preparatie van de beide mesiale kanalen komt overeen met de procedure zoals beschreven in 2.1. De pulpakamer en kanaalgangen werden daarna gevuld met Cavex Clearfil Core zoals beschreven onder 2.1. Het occlusale deel van de opbouw werd vervaardigd met een

hoog gevulde (84 gewichtsprocenten; 69 volumeprocenten) lichthardende composiet (Cavex Clearfil Ray^{*)}). Volgens voorschrift van de fabrikant werden twee lagen van circa 2 mm aangebracht. De verdere procedure komt overeen met het onder 2.1. beschrevene.

2.4. Samengestelde composietopbouw zonder geprefabriceerde stift (groep D)

In deze experimentele groep komt de prerestauratieve fase overeen met die onder 2.2. beschreven. De restauratieve fase komt overeen met hetgeen onder 2.3. beschreven is.

2.5. Controle: conventionele gegoten opbouw (groep E)

Het distale kanaal van de molaren werd manueel tot een diepte van 7 mm onder het niveau van de bodem van de pulpakamer geruimd, zodat een Permador stift no. 2042^{**}) paste. Na separeren van de pulpakamer met een microfilm en het plaatsen van de stift werd met een koperband een opbouw gemaakt van uitbrandbare kunsthars (Palavit G[†]). Na uitharding werd de op-

^{*)} Les fils d'Auguste Maillefer, Ballaigues, Zwitserland.

^{**}) Cavex Holland, Haarlem, Nederland.

^{*)} Cavex Holland, Haarlem, Nederland.

^{**}) Degussa A. G., Frankfurt, West-Duitsland.

[†]) Kulzer und Co., GmbH, Bad Homburg, West-Duitsland.

bouw occlusaal verlaagd tot een hoogte van 6 mm boven de glazuur-cementgrens en werd de bucco-occlusale afschuining aangebracht. De kunsttharsopbouw met stift werd in een zilverlegering gegoten. Na afwerking werd de gegoten opbouw gecementeerd met zinkfosfaatcement.

2.6. Amalgaamopbouw zonder geprefabriceerde stift (groep F)

De prerestauratieve fase van deze experimentele groep komt overeen met wat onder 2.2. beschreven staat. De amalgaamopbouw werd met behulp van een matrixband gemaakt. Het gebruikte amalgaam was Cavex non gamma-2⁺⁺). De hoogte van de restauraties was ongeveer 7 mm boven de glazuur-cementgrens. De matrix werd 30 minuten na het condenseren verwijderd. Na een week werd de hoogte van de restauratie gestandaardiseerd tot 6 mm boven de glazuur-cementgrens zodat een effectieve opbouwhoogte van 4 mm overblijft. Ook nu werd met een diamantboor onder waterkoeling eventuele cervicale overhang weggeslepen. Tevens werd een bucco-occlusale bevel van 3 mm breed aangebracht.

2.7. Amalgaamopbouw met een geprefabriceerde stift (groep G)

De plaatsing van de Unimetric stift en de preparatie van de mesiale kanalen komt overeen met de onder 2.1. beschreven werkwijze. De restauratieve fase komt overeen met de onder 2.6. beschreven methode.

2.8. Belasting

De aldus verkregen zeven opbouwssystemen werden belast in een Instron trek-drukbank⁺⁺). Daar toe werd de cilinder, waarin de molaar was ingebed, in een mal geplaatst. Deze mal maakte het mogelijk de elementen onder een hoek van 45° t.o.v. hun lengteas te belasten. De bucco-occlusale afschuining van de opbouw werd met een ronde metalen staaf (doorsnede 3 mm) met een langzaam toenemende drukkracht (0,5 mm per minuut) belast.

Als te meten resistentieniveau werd het punt genomen waarop de opbouw de uitgeoefende kracht niet meer kon weerstaan. Grafisch gezien was dit het punt waar een vloeiend oplopende curve (belastingcurve) afgebroken c.q. onderbroken werd (early sign of failure). Dit eerste faalmoment betekent echter niet altijd dat het element met opbouw reeds het maximale resistentieniveau bereikt heeft. Na dit gemeten resistentieniveau werd de kracht vergroot totdat zichtbaar falen optrad. Hierna werden de gefractureerde elementen en opbouwen geclassificeerd

Tabel II. De gemiddelde resistentiewaarden en de standaarddeviatie in Newton voor de experimentele groepen in oplopende volgorde.

Experimentele groep	\bar{x}	SD	Subgroep ^{*)}
F	1176	234	I
G	1315	100	
D	2246	559	II
B	2307	364	
C	2457	36	
A	2751	370	III
E	4462	265	

*) De verticale lijnen geven homogene subgroepen aan waarbinnen geen significante verschillen tussen de betreffende experimentele groepen gevonden werden (Tukey's HSD multiple range test, $\alpha = 0,05$).

als 'restaurabel' of 'niet meer restaurabel'. Deze indeling vond plaats aan de hand van het criterium of er elementfractuur was opgetreden die meer dan 2 mm cervicaal onder de glazuur-cementgrens doorliep. De gevonden waarden werden met een variantie-analyse geanalyseerd.

Tukey's HSD multiple range test ($\alpha = 0,05$) is gebruikt om gemeenschappelijke verschillen tussen de experimentele groepen te vinden.

3. RESULTATEN

De gevonden resistentiewaarden in Newton van elke molaar en opbouw zijn weergegeven in afbeelding 1. De gemiddelde resistentiewaarde en de standaarddeviatie voor elke experimentele groep en de controlegroep zijn weergegeven in tabel II. Een enkelvoudige variantie-analyse geeft aan dat er significante verschillen tussen de groepen bestaan ($p < 0,001$). Groep F had de laagste gemiddelde resistentiewaarde terwijl groep E de hoogste waarde had.

Tukey's HSD multiple range test leverde de volgende subgroepindeling op: subgroep I: F en G; subgroep II: D, B, C en A; subgroep III: E. Dit betekent dat *binnen* deze subgroepen geen significant verschil gevonden werd op een niveau van $\alpha = 0,05$. *Tussen* deze subgroepen bestaat wél een significant verschil. Daarna is met een variantie-analyse onderzocht of er voor subgroep I en II significante materiaaleffecten zijn (amalgaam versus composiet) en significante stifteffecten (wel stift versus geen stift). Het blijkt dat er een significant materiaaleffect is ($p < 0,001$) en dat er geen significant stifteffect is ($p = 0,006$). Tevens is er geen significante interactie tussen materiaaleffect en stifteffect ($p = 0,6$). Dat betekent dat de invloed van het materiaal niet afhangt van het al dan niet gebruiken van een stift (en omgekeerd). De resultaten van de indeling naar het al dan niet nog restaurabel zijn van het element zijn aangegeven in afbeelding 1. Onherstelbaar beschadigd waren één amalgaamopbouw met stift, één enkelvoudige compo-

sietopbouw met stift, alle vier samengestelde composietopbouwen met stift, drie samengestelde composietopbouwen zonder stift en alle vier gegoten stiftopbouwen. De gegoten stiftopbouwen zelf waren na de belastingproef steeds onbeschadigd. Fracturen in de plastische opbouwen verliepen steeds vanuit de bucco-occlusale afschuining naar de pulpakamer en het resterende tandweefsel.

4. DISCUSSIE

Molaren worden tijdens het kauwen zwaar belast. Door contacten op knobbelhellingen van het occlusale vlak worden de als regel axiale kauwkrachten ontbonden in verticale, schuine en horizontale krachtvectoren. Daarom zijn in dit onderzoek als meest relevante krachtvector schuine krachten toegepast om de weerstand van de opbouwssystemen te testen. Dit kan als een beperking van dit onderzoek gezien worden.

Uit dit onderzoek blijkt dat toepassing van een geprefabriceerde stift in zowel amalgaam- als composietopbouwstelsel geen significante positieve of negatieve invloed heeft op de gevonden waarden. Dat betekent dat toepassing van een geprefabriceerde stift in de klinische situatie afhankelijk gesteld kan worden van andere factoren, met name het vergroten van het resistentieniveau. Het ontbreken van voldoende resterend tandweefsel om retentie en resistentie te bieden aan het opbouw materiaal is daarbij de voornaamste overweging.

De maximale gemeten kauwkracht bij mensen bedraagt ongeveer 800-900 N voor molaren. Tijdens het normale kauwproces wordt echter niet meer dan maximaal 200 tot 300 N gehaald. De gemiddelde kauwkracht ligt tussen 30 en 50 N met uitschieters naar 80 N.¹⁸ Dit betekent dat uit het oogpunt van resistentie alle geteste opbouwssystemen voldoende sterk zijn en het niet duidelijk is of verschillen in resistentie boven 1000 N klinisch nog van belang zijn.

Een beperking van de gebruikte testmethode is dat de belastende kracht steeds verder vergroot wordt totdat de fractuur optreedt. In de klinische situatie echter kan herhaalde dynamische belasting resulteren in vermoeidheidsgedrag. Het is bekend dat vermoeidheidsgedrag van composieten sterk negatief beïnvloed wordt door het blootstaan aan vocht en hogere temperaturen.¹⁰

De gevonden waarden in dit onderzoek voor de gegoten stiftopbouw (groep E) overtreffen ruimschoots die van alle andere geteste systemen. Gegoten stiftopbouwen geven dan ook meer dan voldoende resistentie en worden klinisch reeds lange tijd toegepast. In situaties waarin de krachten uitgeoefend op een element groter zijn dan normaal, zoals bij bruxisme en bij pijlerelementen, lijkt het vooralsnog geïndiceerd

++) Cavex Holland, Haarlem, Nederland.

+) Instron Corp., Mass. Verenigde Staten.

gebruik te maken van de bewezen kwaliteiten van het gegoten opbouwstelsel. Toepassing van deze gegoten opbouw heeft, naast de hoeveelheid tijd die nodig is, als nadeel dat vaak gezond en ondersteund tandweefsel verwijderd moet worden om problemen met de uitneemrichting van de opbouw en de pulpakamer te voorkomen.

In dit onderzoek zijn mono-composietopbouwssystemen (groep A, groep B) vergeleken met duo-composietsystemen (groep C, groep D). De resultaten geven aan dat er geen significant verschil is tussen de mono-composiet- en duo-composietsystemen. Door vele auteurs wordt als essentiële voorwaarde voor succes de occlusale overkapping van endodontisch behandelde molaren beschouwd.² Hiermee zou verticale fractuur van het element voorkomen worden. Een beperking van het toepassen van amalgaam in opbouwssystemen is de cosmetisch niet fraaie kleur indien amalgaam ook gebruikt wordt voor de occlusaal overkappende restauratie. Toepassing van deze varianten is dan ook veelal beperkt tot die molaren die niet zichtbaar zijn. Anderzijds wordt langdurige toepassing van het cosmetisch fraaiere composiet in grote occlusiedragende restauraties afgeraden. Slijtageweerstand en dimensionele stabiliteit zijn nog onvoldoende.

Fanibunda vond voor molaren een gemiddeld volume voor pulpakamer en wortelkanalen van 43 mm³.¹⁹ Bovendien zijn er vaak ondersnijdingen aanwezig en komen transversale krachten in vergelijking met frontelementen slechts in geringe mate voor. De vaak geuite veronderstelling dat, wat restauratief van toepassing is voor een element met één wortel ook geldt voor een molaar met meerdere, vaak divergerende wortels, valt dan ook op z'n minst te betwijfelen. Endodontisch behandelde molaren zijn dan ook veelal uitstekend geschikt om er plastische opbouwmaterialen in te verankeren.

Concluderend kan men stellen dat geen enkele restauratieve methode alles in zich heeft om altijd succesvol te zijn.

SUMMARY

DOWEL AND CORE SYSTEMS FOR ENDODONTICALLY TREATED MOLARS – IN VITRO LOADING.

Key words: Endodontics – Dental restoration – Dental materials

The restoration of broken down pulpless molar teeth generally implies the provision of a cast post and core with a crown. In this experiment the failure resistance of some restoration methods utilizing amalgam and composite resin was investigated under an oblique load. Significant differences could be detected between the cast dowel and core, the methods utilizing composite resin and the methods utilizing amalgam. All systems could resist forces of more than 1000 Newton.

LITERATUUR

- ¹SHILLINGBURG HT, KESSLER JC. Restoration of the endodontically treated tooth. Chicago: Quintessence Publishing Co., Inc. 1982.
- ²SORENSEN JA, MARTINOFF JT. Intracoronary reinforcement and coronal coverage; a study of endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent* 1984; 51: 780-4.
- ³TROPE M, MALTZ DO, TRONSTAD L. Resistance of fracture of restored endodontically treated teeth. *Endod Dent Traumatol* 1985; 1: 108-11.
- ⁴LINDE LA. The use of composites as core material in rootfilled teeth. II. Clinical investigation. *Swed Dent J* 1984; 8: 209-16.
- ⁵BROWN DR, BARKMEIER WW, ANDERSON RW. Restoration of endodontically treated posterior teeth with amalgam. *J Prosthet Dent* 1979; 41: 40-4.
- ⁶NAYYAR 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.
- ⁷WIRZ J. Amalgamaufbauten im Seitenzahnggebiet – Eine neue Methode für ein altes Problem. *Schweiz Monatsschr Zahnheilk* 1981; 91: 368-86.
- ⁸KÄYSER AF, LEEMPOEL PJB, SNOEK PA. The metal post and composite core combination. *J Oral Rehabil* 1987; 14: 3-11.
- ⁹WIRZ J, JOHNER M, POHLER O. Korrosionsverhalten verschiedener Schrauben und Stifte im wurzelkanal. *Schweiz Monatsschr Zahnheilk* 1980; 90: 217-42.
- ¹⁰DRAUGHN RA. Fatigue and fracture mechanics of composite resins. In: Van Herle G en Smith DC. (eds.) *Posterior Composite Resin Dental Restorative Materials*. Minnesota: Mining and Mfg Co., 1985.
- ¹¹ASMUSSEN E, JØRGENSEN KD. Fatigue strength of some resinous materials. *Scand J Dent Res* 1982; 90: 76-9.
- ¹²OLIVA RA, LOWE JA. Dimensional stability of composite used as a core material. *J Prosthet Dent* 1986; 56: 554-61.
- ¹³MICHELICH R, DILLARD W, NAYYAR A. Mechanical properties of amalgam buildups for endodontically treated molars. *J Dent Res* 1980; 59: 381.
- ¹⁴HOAG EP, DWYER ThG. A comparative evaluation of three post and core techniques. *J Prosthet Dent* 1982; 47: 177-81.
- ¹⁵GELFAND 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.
- ¹⁶KERN SB, VON FRAUNHOFER JA, MUENINGHOFF LA. In vitro comparison of two dowel and core techniques for endodontically treated molars. *J Prosthet Dent* 1984; 51: 509-14.
- ¹⁷CHRISTIAN GW, BUTTON GL, MOON PC, ENGLAND MC, DOUGLAS HB. Post core restoration in endodontically treated posterior teeth. *J Endod* 1981; 7: 182-5.
- ¹⁸BATES JF, STAFFORD GD, HARRISON A. Masticatory function – a review of the literature. III. Masticatory performance and efficiency. *J Oral Rehabil* 1976; 3: 57-67.
- ¹⁹FANIBUNDA KB. A method of measuring the volume of human dental pulpo cavities. *Int Endod J* 1986; 19: 194-7.