

---

# Rodstifter

ALIREZA SAHAFI, ANNE PEUTZFELDT OG  
ERIK ASMUSSEN

Holdbarheden af tænder restaureret med indirekte restaureringer afhænger bl.a. af restaureringernes retention og stabilitet. Undersøgelser har vist, at retention og stabilitet er knyttet til mængden og styrken af resttands substansen<sup>1</sup> samt til, hvor godt den indirekte restaurering er understøttet. I mange situationer kan resttands substansen være reduceret i en sådan grad, at den ikke kan yde retention og stabilitet til den indirekte restaurering. I disse situationer kan det blive nødvendigt at forsyne tanden med en opbygning, inden den indirekte restaurering fremstilles<sup>1</sup>. En opbygning defineres som en restaurering, der sammen med resttands substansen yder retention og stabilitet til den endelige restaurering. Opbygninger kan forankres i rodbehandlede tænder vha. rodstifter. Det er rodstiftens funktion at yde opbygningens retention og stabilitet ved at understøtte opbygningen på en sådan måde, at restaureringen ikke løsnes.

Igennem tiderne har adskillige teknikker og materialer været anvendt til at forankre opbygninger i tænder. Kondensering af guldfolie i rodkanalen blev beskrevet i slutningen af det 19. århundrede. Senere blev denne teknik afløst af Richmond og Davis' stiftkroneteknik, hvor opbygningen og stiften blev fremstillet sammen med den endelige restaurering. Med udvikling af aftryks- og støbeteknikker blev Richmond og Davis' stiftkroneteknik afløst af den teknik, som vi kender i dag, hvor tanden restaureres med en støbt opbygning og rodstift inden fremstilling af den endelige restaurering.

Siden begyndelsen af 1950'erne har det imidlertid også været

muligt at fremstille direkte opbygninger i amalgam og senere i plast. Direkte opbygninger forankres i tænder vha. præfabrikerede rodstifter. De præfabrikerede rodstifter har i de sidste 30 år undergået en rivende udvikling, hvad angår materialer og form, hvilket har kompliceret valget af rodstift. Præfabrikerede rodstifter findes i dag ikke blot i traditionelle materialer som titan, guld og rustfrit stål, men også i ikke-metalliske materialer såsom kulfiber- eller glasfiberforstærket plast og keramiske materialer såsom zirkoniumoxid. Der er betydelig forskel på de mekaniske og æstetiske egenskaber af rodstifter fremstillet af forskellige materialer.

Med udviklingen og forbedringen af dentinadhæsiver og plastmaterialer er det nu blevet muligt at binde forskellige restaureringer til dentin med god styrke og holdbarhed. Binding af restaureringer til rodbehandlede tænder vha. adhæsiver og plastmaterialer er tidligere blevet påvist at have gavnlig effekt på holdbarheden af tænder ved at reducere risikoen for tandfraktur<sup>2,3</sup>.

Det er hensigten med denne artikel at redegøre for nogle af de faktorer, som påvirker prognosen for en stiftretineret restaurering, samt at redegøre for den nyudvikling, der er sket inden for rodstifter og adhæsiv teknik.

## Holdbarheden af stiftretinerede restaureringer

Adskillige in vitro- og in vivo-undersøgelser har identificeret de faktorer, som influerer på succesraten af stiftretinerede restaureringer<sup>4</sup>. Generelt kan succesraten af en sådan restaurering påvirkes af to typer af komplikationer: 1) biologiske komplikationer forårsaget af sygdomme som caries og parodontitis og 2) tekniske komplikationer, som kan relateres til behandling med opbygning og rodstift, som fx løsning af rodstift og rodfraktur<sup>5</sup>. De tekniske komplikationer kan forårsages af en eller flere af følgen-



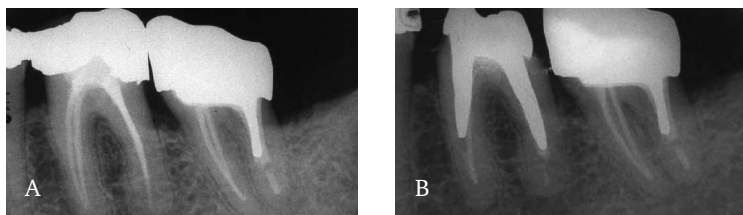
**Figur 1.** Rodfraktur 5+. 5+ har fungeret som bropille 7+ til 5+.

de faktorer: mængden af resttandssubstans, rodstiften og retentionscemen-  
ten.

Hyppigheden af de tekniske komplikationer og deres betydning for holdbarheden af tænder, restaureret med stiftretinerede restaureringer, har været genstand for en del undersøgelser. Tekniske komplikationer er således årsagen til en svigtrate på 2-4% per år af stiftretinerede restaureringer<sup>4</sup>. Hovedårsagerne til svigt af stiftretinerede restaureringer er løsning af rodstiften, rodfraktur og fraktur af stiften. Løsning af rodstiften er den hyppigst forekommende komplikation og stiftfraktur den sjældnest forekommende komplikation. Rodfraktur er den alvorligste komplikation, idet den som oftest nødvendiggør ekstraktion af tanden<sup>6</sup> (Figur 1).

## Mængden af resttandssubstans

Undersøgelser har vist, at tandens frakturstyrke afhænger af mængden af resttandssubstansen, således at frakturstyrken reduceres med mængden og styrken af resttandssubstansen. Når en rodbehandlet tand skal restaureres med en indirekte restaurering, fx en krone, står vi derfor ofte over for det svære spørgsmål: Hvor meget tandsubstans er det hensigtsmæssigt at fjerne fra en i forvejen svækket tand for at fremstille en opbygning, som både kan retinere og stabilisere kronen? (Figur 2). Undersøgelser har vist, at en tand restaureret med rodstift kan have lavere frakturstyrke end en tand restaureret uden rodstift<sup>7</sup>. Samtidig har det vist sig, at der opstår langt alvorligere komplikationer, som fx ver-



**Figur 2.** A. Rodbehandlet -6 før fremstilling af støbt opbygning og rodstift. B. Rodbehandlet -6 efter fremstilling af opbygning og rodstift.

vikale rodfrakturer, for tænder restaureret med rodstift end tænder, restaureret uden rodstifter. Dette forhold har en stærk indflydelse på mulighederne for en senere „genrestaurering“ af tænder<sup>7</sup>. Begge ovennævnte forhold, dvs. frakturstyrken og muligheden for genrestaurering af tanden, taler for vigtigheden af at bevare så meget tandsubstans som muligt. Derfor er det blevet foreslået helt at undlade anvendelsen af rodstift i de situationer, hvor denne traditionelt ville være selvskrevet, og i stedet fremstille en adhæsivt bundet plastisk opbygning, forankret i tandens kronepulkammer og i en del af rodkanalen<sup>7,8</sup>. Da der ved denne metode bevares mest mulig tandsubstans, idet præparation af rodkanalen undlades, vil risikoen for rodfraktur være elimineret. Samtidig er det i de fleste tilfælde, pga. mindre alvorlige former for komplikationer, muligt at genrestaurere tanden. Anvendelsen af denne metode vil yderligere eliminere risikoen for de komplikationer, som kan opstå under præparation af rodkanalen såsom parietal perforation, løsning af rodfyldningsmaterialet og inficering af rodkanalen.

## Rodstift

Inden for de senere år er der sket en stor udvikling mht. rodstifter, hvad angår fremstillingsteknikker, facon og materialer. Klinikerne står derfor over for en række vanskelige valg mellem for-

skellige teknikker og materialer ved restaurering af en tand med opbygning og rodstift.

### **Fremstillingsteknikker**

I situationer, hvor en tand skal forsynes med en rodstift og en opbygning, kan der vælges mellem to principielt forskellige fremstillingsteknikker:

1. Den indirekte teknik, hvor opbygning og rodstift støbt i ét fremstilles individuelt i laboratoriet efter aftrykning.
2. Den direkte teknik, hvor en opbygning fremstilles af fx komposit plast og bindes til dentin vha. adhæsiv teknik og en præfabrikeret rodstift.

Den indirekte teknik anvendes ofte i de situationer, hvor tandens destruktionsgrad ikke tillader en optimal adhæsiv teknik. Derudover er den indirekte teknik indiceret, når der skal fremstilles rodstifter til ovale eller båndformede rodkanaler. Anvendelsen af den indirekte teknik indebærer aftrykning og fremstilling på laboratorium, hvilket er mere tidsrøvende og forbundet med større omkostninger sammenlignet med den direkte teknik. Ved den indirekte teknik har materialeudvalget i mange år været begrænset til metalliske legeringer. I visse situationer, hvor æstetiske krav er store, fx ved fremstilling af fuldkeramiske kroner, kan anvendelsen af en metallisk opbygning under kronen resultere i en forringelse af kronens æstetiske egenskaber, da metallet vil skinne igennem kronen. En tredje ulempe ved rodstifter fremstillet efter denne teknik er de ofte manglende retentionsanordninger på stiftens overflade. Den støbte rodstift vil i de fleste tilfælde være glat på overfladen og dermed have større risiko for løsnings<sup>6</sup> (Figur 3).

Ved den direkte teknik fremstilles opbygningen som bekendt på klinikken. En sådan opbygning forankres i tanden, dels ved binding af opbygningsmaterialet til dentinen, dels ved at opbyg-



**Figur 3.** Individuelt fremstillet opbygning og rodstift som er støbt i eet. Opbygningen og stiften er fremstillet af en ædellegering. Stiften har en glat overflade.

ningsmaterialet låses fast omkring en i forvejen cementeret præfabrikeret rodstift. For at opnå den bedst mulige forankring af opbygningen er det altafgørende, at mulighederne for en optimal adhæsiv teknik er til stede. Bindingsstyrken af opbygningsplastet til dentinen er bl.a. afhængig af størrelsen af den overflade, plastet kan bindes til. Jo mere tandsubstans plastet kan bindes til, desto bedre vil plastet blive forankret til tanden. Som nævnt fastlåses opbygningsplastet ikke kun til dentinen, men også til rodstiften. Derfor er det vigtigt, at den del af rodstiften, som opbygningsmaterialet låses fast omkring, er udformet på en sådan måde, at opbygningen låses bedst muligt fast. En opbygning, forankret omkring en glat rodstift eller en rodstift uden makroskopiske låseanordninger, vil løsnes ved betydeligt mindre kraft end en opbygning, forankret omkring en ru rodstift eller en rodstift med makroskopiske låseanordninger (Figur 4).

### **Dimension, facon og forankring i rodkanalen**

Undersøgelser har vist, at faktorer som rodstiftens længde, diameter, form og forankringsanordninger påvirker prognosen for stiftretinerede restaureringer.

Længden af rodstiften influerer på både retention af rodstiften i rodkanalen og på tandens frakturstyrke. Lange stifter retinerer

**Figur 4.** Præfabrikeret rodstift (Para-Post XH) med to halvkugleformede låseanordninger på stiftens hoved.



bedre end korte rodstifter. Dette forhold skyldes, at rodstiftens overfladeareal, og dermed antallet af de mikroskopiske under-skæringer som retentionscementen fastlåses i, øges med rodstiftens længde. På den anden side medfører en lang stift, alt andet lige, øget svækkelse af tanden samt øget risiko for parietal perforation. Frakturstyrken af tanden påvirkes således både, når rodstiften er for lang, og når den er for kort, idet en kort rodstift pga. manglede stabilitet vil resultere i flere spændinger i tanden.

Diameteren af rodstiften influerer på retentionen af rodstiften i rodkanalen, tandens frakturstyrke og på rodstiftens styrke. En øget diameter af rodstiften vil, på samme måde som rodstiftens længde, resultere i større retention. En forøgelse af rodstiftens diameter vil betyde en stærkere rodstift med mindre risiko for stiftfraktur. En øget rodstiftdiameter har derimod en negativ effekt på tandens styrke. Pga. den store udboring vil resttandsubstansen blive reduceret med en drastisk forringelse af tandens frakturstyrke til følge (Figur 5).

Rodstiftens facon influerer ligeledes på retention af stiften i rodkanalen og på tandens frakturstyrke. Rodstifter kan være koniske, cylindriske eller have både et konisk og cylindrisk element. Adskillige undersøgelser har vist en ringere retention i rodkanaler af koniske stifter end af cylindriske stifter. Dette forhold kan forklares ved, at jo større konicitet en rodstift har, desto mindre retentionscement skal brydes eller komprimeres, for at rodstiften løsnes<sup>9</sup>. Adskillige studier har ligeledes fundet større forekomst af rodfraktur for tænder restaureret med koniske rodstifter end tænder restaureret med cylindriske rodstifter<sup>6,8</sup>. Årsagerne til dette forhold skal søges i den måde, hvorpå spændingerne fordeles i den restaurerede tand under funktion. Cylindriske rodstifter



**Figur 3.** +5 er forsynet med en meget tyk rodstift.

har vist sig at fordele spændingerne i tanden på en mere ensartet måde end koniske stifter<sup>10</sup>. Et andet forhold, som også skal tages i betragtning, er, at præparation til koniske rodstifter indebærer fjernelse af mere tandsubstans fra rodens koronale del end fra dens apikale del. Dette forhold kan bevirke, at roden svækkes koronalt med øget risiko for rodfraktur udgået fra den del af roden.

Med hensyn til forankring af rodstifter i rodkanaler opdeles rodstifter i dag i to grupper: aktive og passive. Aktive rodstifter har normalt gevindskåret overflade og forankres i tanden, dels ved at blive skruet fast i rodkanalen, dels vha. retentionscement. Passive rodstifter kan være glatte, ru eller rillede og forankres i modsætning til de aktive rodstifter alene vha. retentionscementer. I lighed med de ovennævnte faktorer påvirkes holdbarheden af stiftretinerede restaureringer af rodstiftens forankringsanordning. Det har vist sig, at restaurering af tænder med aktive rodstifter eller passive glatte rodstifter resulterer i lavere succesrate end restaurering af tænder med passive rodstifter med ru eller rillede overflader. Den hyppigst forekommende komplikation for tænder, restaureret med aktive rodstifter er fraktur af roden, mens retentionsvigt af rodstiften forekommer hyppigere for tænder restaureret med passive glatte rodstifter. Rodfraktur i forbindelse med anvendelse af aktive rodstifter skyldes, at rodstifterne inducerer store spændinger i roden, når de skrues fast i rodkanalen. Løsning af en rodstift, når tanden er restaureret med en



passiv glat rodstift, skyldes rodstiftens manglende mikroskopiske og makroskopiske retentionsanordninger.

### **Materiale og mekaniske egenskaber**

Som nævnt tidligere findes i dag rodstifter både i traditionelle materialer, som guld-, titan- og stållegeringer, og i ikke-metalliske materialer som kul- eller glasfiberforstærkede plaststifter, samt keramiske materialer som zirkoniumoxid. Der er store forskelle på de mekaniske egenskaber af rodstifter fremstillet af forskellige materialer<sup>4</sup>. Rodstifter fremstillet af zirkoniumoxid har en meget høj elasticitetsmodul (210 GPa), nemlig næsten lig med elasticitetsmodulen for stål (200 GPa). Elasticitetsmodulen for de glasfiberforstærkede plaststifter er betydeligt lavere (30-40 GPa) end for zirkoniumoxidstifter. Elasticitetsmodulen for de pågældende rodstifter er lidt lavere end elasticitetsmodulen for emalje (50 GPa) og højere end elasticitetsmodulen for dentin (15 GPa). Det er blevet påstået, at rodstifter med lav elasticitetsmodul vil skåne tanden mere end rodstifter med høj elasticitetsmodul. På den anden side afhænger stabiliteten af en indirekte restaurering, fx en krone, af, hvor godt den er understøttet af det underliggende materiale og dermed af det underliggende materials stivhed. Jo stivere det materiale er, som understøtter kronen, desto større vil kronens stabilitet være. I de tilfælde, hvor en krone er understøttet af en rodstift, vil kronens stabilitet bl.a. afhænge af rodstiftens stivhed. Laboratorieforsøg har vist, at stivheden af rodstifter influerer på holdbarheden af de restaurerede tænder, således at jo stivere rodstiften er, desto flere belastninger kan tanden modstå<sup>8</sup>. Rodstiftens stivhed bestemmes ikke alene af dens elasticitetsmodul, men også af dens dimension, herunder dens diameter. En tyk rodstift i et materiale med lav elasticitetsmodul kan have lige så stor stivhed som en tynd rodstift i et materiale med høj elasticitetsmodul. Ved restaurering af tænder med rodstifter med lav elasticitetsmodul kan det ofte blive nødvendigt at øge stiftens diameter for at opnå tilstrækkelig stivhed. Dette

kan resultere i mere og måske unødvendig fjernelse af dentinen i rodkanalen og dermed i svækkelse af tanden.

## Retentionscementer

De traditionelle retentionscementer, som fx fosfatcement, retinerer rodstiften i rodkanalen ved at skabe en mekanisk låsning i rodstiftens og dentinens overflade. Plastcementer anvendt sammen med adhæsiver låses ikke blot mekanisk til rodstift og dentin, men bindes også adhæsivt til dentinen og rodstiften. Den positive effekt af binding af rodstifter til dentinen i rodkanaler er blevet vist i laboratorieforsøg<sup>9</sup>. Binding vha. adhæsiver og plastcement giver højere retention af rodstiften i rodkanalen end cementering med fosfatcement. Som bekendt kan bindingen mellem plastcement og dentin etableres, når dentinen er overfladebehandlet, og når der er anvendt dentinadhæsiv. Bindingen mellem plastcement og rodstift er derimod mere kompliceret og er afhængig af bl.a. typen af plastcement og rodstift. Hvad typen af plastcement angår, eksisterer der generelt to typer på markedet: konventionel plastcement uden tilsætning af funktionelle monomerer, og adhæsiv plastcement, hvor der er tilsat funktionelle monomerer som fx MDP eller 4-META. Disse funktionelle monomerer er i stand til at etablere binding til forskellige restaureringsmaterialer. Hvad rodstiften angår, spiller faktorer som rodstiftmaterialet og overfladebehandling af rodstiften en afgørende rolle for, om der kan etableres en binding mellem plastcementen og rodstiften og for, hvor stærk denne binding kan blive.

## Adhæsivt bundne rodstifter

Adhæsiv binding af rodstiften til dentinen i rodkanalen vil, alt andet lige, resultere i både reduktion af spændinger og i en mere ensartet fordeling af belastninger i roden<sup>10</sup> end en ikke-bundet

rodstift. Ved adhæsiv binding af rodstiften i rodkanalen er det afgørende, at plastcementen er i stand til at etablere en binding til både dentinen og rodstiften.

### **Binding til dentin**

Binding af plastcementer til dentinen i rodkanalen kan etableres, forudsat at der er anvendt adhæsiv teknik, og at plastcementen kan bringes til afbinding. Adhæsiv teknik omfatter en overfladebehandling af dentinen, der øger dentinens affinitet for plastcementen. Plastcementen kan derefter bindes og forankres til dentinen. Bindingsstyrken af plastcementer til dentin i rodkanaler påvirkes bl.a. af typen og fabrikatet af plastcement og adhæsiv samt af plastcementens polymerisationsgrad. Adhæsive plastcementer har pga. deres specielle kemiske sammensætning vist en højere bindingsstyrke til dentin end de konventionelle plastcementer<sup>11</sup>. Bindingsstyrken af plastcement til dentin påvirkes af plastcementens polymerisationsgrad, således at jo bedre plastcementen er polymeriseret, desto større vil bindingstyrken til dentinen være. Lyspolymeriserende plastcementer er således ikke egnet til cementering af rodstifter, som er fremstillet af materialer, der ikke tillader lyset at trænge igennem, og som dermed forhindrer polymerisation af plastcementen.

### **Binding til rodstift**

Bindingen af plastcementer til rodstifter påvirkes af plastcementen, rodstiften og af rodstiftens overfladebehandling. Som det er tilfældet med binding til dentin, påvirker både typen og fabrikatet af plastcement samt plastcementens polymerisationsgrad bindingen til rodstiften.

Sammenlignet med konventionel plastcement har adhæsive plastcementer generelt høj bindingsstyrke til rodstifter fremstillet af metalliske legeringer og af zirkoniumoxid. Derimod binder konventionelle plastcementer bedre end adhæsive plastcementer

til glasfiberforstærkede plaststifter. Forklaringen på disse forhold skal søges i den kemiske sammensætning af plastcementer og i rodstifternes overfladeegenskaber. Adhæsive plastcementer indeholder forskellige funktionelle monomerer, fx MDP, som er i stand til at danne kemiske forbindelser med metaller og zirkoniumoxid. God binding af de konventionelle plastcementer til bl.a. glasfiberforstærkede plaststifter skyldes derimod, at disse cements hovedsageligt består af de samme materialer som rodstiften og dermed har samme overfladeenergi som rodstiften.

Bindingen af plastcementer til rodstifter kan optimeres ved overfladebehandling af rodstiften. Overfladebehandling af rodstifter kan opdeles i tre metoder:

1. Overfladebehandlinger, som har til formål at gøre stiften ru, fx sandblæsning eller ætsning med syre. Disse overfladebehandlinger forbedrer plastcementens mekaniske forankring til stiftens overflade ved at øge både stiftens overflade og antallet af mikroskopiske underskæringer, plastcementen kan forankres i.
2. Overfladebehandlinger, som har til formål at skabe en kemisk forbindelse mellem plastcementen og rodstiften vha. primer som fx silan.
3. Overfladebehandlinger, som har til formål at silikatisere rodstiften, fx vha. et tribokemisk silikatiseringssystem<sup>11</sup>.

Sidstnævnte overfladebehandling består af sandblæsning med specielle silikatdækkede korundpartikler. Ved sandblæsning med disse partikler svejses silikatet på rodstiftens overflade samtidig med, at rodstiftens overflade forøges og gøres ru. Den silikatiserede rodstift bliver derefter påført silan, som øger bindingen af plastcementer. Bindingen af en plastcement til en rodstift, som er overfladebehandlet med et tribokemisk silikatiseringssystem, skabes både ved en kemisk binding mellem plastcementen og den silikatiserede overflade og ved en mekanisk forankring af plastcementen i rodstiftens mikroskopiske underskæringer. In vitro-un-

dersøgelser har generelt vist en bedre bindingsstyrke af plastcementer til rodstifter efter tribokemisk silikatisering end efter andre overfladebehandlinger<sup>11</sup>.

## Sammenfattende betragtninger

Det er ikke muligt at give enkle retningslinjer for, i hvilke tilfælde det er nødvendigt at forankre en opbygning med en rodstift, eller at sige hvilke fremstillingsteknikker og materialer er at foretrække, når en tand skal restaureres med en rodstift. Valget af rodstift eller ikke rodstift samt valget af fremstillingsteknik og materialer må vurderes omhyggeligt i hvert enkelt patienttilfælde. Denne vurdering må være baseret på hensyntagen til alle de faktorer, der har betydning for tandens holdbarhed. Generelt vil holdbarheden af en rodstiftretineret restaurering øges ved at bevare så meget tandsubstans som muligt. Længden og diameteren af rodstiften influerer på mængden og styrken af resttandsubstansen, således at en ukritisk forøgelse af rodstiftens længde og især dens diameter resulterer i en svækkelse af tanden. Holdbarheden af stiftretinerede restaureringer øges generelt, når der er anvendt cylindriske passive rodstifter med ru eller rillet overflade, som er fremstillet af et materiale med høj elasticitetsmodul. Binding af rodstifter til dentinen i rodkanalerne vha. overfladebehandling, adhæsiv og plastcement vil ligeledes øge holdbarheden af rodstiftretinerede restaureringer.

### LITTERATUR

- 1 Karlsson S, Nilner K, Dahl B L. A textbook of fixed prosthodontics. The Scandinavian approach. Förlagshuset Gothia AB. Stockholm, 2000.
- 2 Hansen EK. In vivo cusp fracture of endodontically treated premolars restored with MOD amalgam or MOD resin fillings. Dent Mater 1988;4:169-173.

- 3 Mendoza DB, Eakle SW, Kahl EA, Ho R. Root reinforcement with a resin-bonded preformed post. *J Prosthet Dent* 1997;78:10-14.
- 4 Torbjörner A, Fransson B. A literature review on the prosthetic treatment of structurally compromised teeth. *Int J Prosthodont* 2004;17:369-376.
- 5 Fernandes AS, Shetty S, Coutinho I. Factors determining post selection: a literature review. *J Prosthet Dent* 2003;90:556-562.
- 6 Torbjörner A, Karlsson S, Ödman PA. Survival rate and failure characteristics for two post designs. *J Prosthet Dent* 1995;73:439-444.
- 7 Trope M, Maltz DO, Tronstad L. Resistance to fracture of restored endodontically treated teeth. *Endod Dent Traumatol* 1985;1:108-111.
- 8 Sahafi A, Peutzfeldt A, Ravnholt G, Asmussen E, Gotfredsen K. Resistance to cyclic loading of teeth restored with posts. *Clin Oral Invest* 2005;9:84-90.
- 9 Sahafi A, Peutzfeldt A, Asmussen E, Gotfredsen K. Retention and failure morphology of prefabricated posts. *Int J Prosthodont* 2004;17:307-312.
- 10 Asmussen E, Peutzfeldt A, Sahafi A. Finite element analysis of stresses in endodontically treated, dowel-restored teeth. *Prosthet Dent* 2005;94:321-329.
- 11 Sahafi A, Peutzfeldt A, Asmussen E, Gotfredsen K. Bond strength of resin cement to dentin and to surface-treated posts of titanium alloy, glass fiber, and zirconia. *J Adhes Dent* 2003;5:153-162.