

Abstract

Bindingsstyrken mellem restaureringsmateriale og dentin afhænger af retentionscementen

Introduktion – Såvel udbuddet af restaureringsmaterialer som udbuddet af retentionscementer stiger til stadighed. Indikationsområderne for de mange typer af materialer overlapper delvis, mens kompleksiteten i deres håndtering varierer meget. Formålet med denne *in vitro*-undersøgelse var at sammenligne forskellige typer retentionscementer, hvad angår deres evne til at binde forskellige, indirekte fremstillede restaureringsmaterialer til dentin.

Materiale og metoder – Cylinderformede prøver blev fremstillet af seks restaureringsmaterialer (guld, titan, feldspatisk porcelæn, glaskeramik, zirkoniumdioxid og komposit plast). Cylinderne ene ende blev slæbet og sandblæst. Herudover blev cylinderne af feldspatisk porcelæn og glaskeramik ætset med flussyre og silaniseret. Cylinderne blev cementeret til slæbne, plane dentinoverflader med otte forskellige retentionscementer (en zinkfosfatcement (DeTrey Zinc), en konventionel glasionomercement (Fuji I), en plastmodificeret glasionomercement (Fuji Plus), en konventionel plastcement (Variolink II), to selvætsende plastcementer (Panavia F2.0 og Multilink) og to selvadhærerende plastcementer (RelyX Unicem Aplicap og Maxcem)). Styrken af bindingen mellem restaureringsmateriale og dentin blev målt efter opbevaring af prøvelegemerne ($n = 8$ pr. gruppe) i 37° varmt vand i en uge, og brudtypen blev undersøgt i stereomikroskop.

Resultater – Bindingsstyrken afhang af såvel typen af restaureringsmateriale som typen af retentionscement. Zinkfosfatcementen og de to glasionomercementer gav de laveste bindingsstyrker, mens de højeste bindingsstyrker blev opnået med de to selvætsende plastcementer og den ene af de to selvadhærerende plastcementer. Brudtypen afhang generelt af restaureringsmaterialet.

Konklusion – Bindingsstyrken mellem restaureringsmateriale og dentin afhang i højere grad af retentionscementen end af restaureringsmaterialet.

Artiklen er baseret på: Peutzfeldt A, Sahafi A, Flury S. Bonding of restorative materials to dentin with various luting agents. *Oper Dent* 2011;36:266-73.

Emneord:
Dental cements;
luting agents;
dental bonding;
dental
restorations;
dental laboratory

Binding af indirekte restaureringsmaterialer til dentin med forskellige typer retentionscementer

Anne Peutzfeldt, dr.odont., ph.d., Afdeling for forebyggende og restaurerende tandpleje samt pædagogik, Berns Universitet

Alireza Sahafi, tandlæge, ph.d., privat praksis, Kgs. Lyngby

Simon Flury, dr.med.dent., Afdeling for forebyggende og restaurerende tandpleje samt pædagogik, Berns Universitet

Udbuddet af restaureringsmaterialer er steget enormt de seneste årtier. Hvad indirekte restaureringer angår, har guld og metalkeramik fået følge af en række keramiske materialer, af komposit plast og af titan. En række af disse restaureringer er blevet tilgængelige pga. samtidig udvikling af nye typer retentionscementer. Igennem mange år blev retentionen af indirekte restaureringer sikret vha. mekanisk forankring af retentionscementen i de ru overflader af henholdsvis den præparerede tand og restaureringens inderside (1,2). Den hyppigst anvendte cement var zinkfosfatcement, som har vist gode resultater i klinikken (3-6). I 1976 kom glasionomercementerne på markedet, også i en udgave beregnet til cementering. Glasionomercementer er mekanisk stærkere og mindre opløselige end zinkfosfatcement, de afgiver fluorid og binder kemisk til emalje og dentin (7). Ikke desto mindre har man i kliniske studier ikke fundet, at glasionomercementer er bedre end zinkfosfatcementer (6,8-10).

Det var således udviklingen af dentinbindingssystemer, der revolutionerede ikke blot området for direkte restaureringer, men også området for indirekte restaureringer: Adhæsiv binding af restaureringer via plastcement gjorde det muligt at anvende nye typer materialer til fremstilling af mere æstetiske og/eller tandsubstansbevarende restaureringer såsom fuldkeramiske facader og kroner, plastindlæg og ætsbroer.

Bindingssystemer og plastcementer er gradvist blevet forbedret, og udviklingen går nu i retning af en forsimpelning af systemerne mhp. reduktion af appliceringstiden og tekniskfølsomheden. Der foreligger således forskellige typer af plastcementer. En type kræver forbehandling af tandoverfladen i form af syreætsning, skylning med vand og applicering af en primer (konventionel etch-and-rinse plastcement). En anden type plastcement anvendes efter applicering af en selvætsende primer (selvætsende plastcement), mens en tredje type anvendes uden nogen som

helst forbehandling af emalje og dentin og kaldes således for selvadhærende plastcement (11,12).

Der findes kort sagt adskillige typer retentionscementer på markedet, og der kommer hele tiden nye til. Cementerne varierer mht., hvor snævre/brede deres anvendelsesmuligheder er, hvor tidskrævende de er at anvende, og hvor teknikfølsomme de er. Det må formodes at være i enhver tandklinik's interesse, at antallet af retentionscementer, som det er nødvendigt at have til rådighed på klinikken, minimeres, og at der vælges cementer, som er lettest mulige at anvende, uden at der gås på kompromis med kvaliteten, hvilket bl.a. vil sige styrken af den binding, hvormed cementen binder en given restaurering til tanden.

Formålet med nærværende *in vitro*-undersøgelse var at sammenligne forskellige typer retentionscementer, når de blev anvendt til at cementere en række forskellige indirekte restaureringsmaterialer til dentin. Nulhypotesen var, at alle retentionscementer bandt alle restaureringsmaterialer til dentin med samme styrke.

Materiale og metoder

Cylindere af restaureringsmateriale

Undersøgelsen omfattede seks restaureringsmaterialer beregnet til indirekte fremstilling af restaureringer (Tabel 1). På et dental-laboratorium (CoDENT dentallaboratorium, Århus, Danmark) fremstilledes otte cylindere (diameter = 5 mm, højde = 5 mm) af hvert restaureringsmateriale i overensstemmelse med producenternes anvisninger. Cylinderne blev genbrugt flere gange undervejs.

Den ene af cylindernes endeflader blev slebet plan på karborundumpapir nr. 500 og derefter sandblæst med korundpartikler

(kornstørrelse 50 μm) i 10 sek. fra en afstand på 10 cm med et tryk på 4,2 bar (Basic Duo, Renfert, Hilzingen, Tyskland). Efter sandblæsningen blev overfladen skyllet med 96 % ætanol og blæst tør. Cylindere af feldspatisk porcelæn eller af glaskeramik blev ætset med flussyre (Top Dent Porcelain Etch Gel 9,6 %, DAB Dental, Upplands Väsby, Sverige) i 2 min., skyllet med vand i 2 min. og blæst tør. Flussyreætsningen blev efterfulgt af applicering af silan (Top Dent Bond Enhancer Silane, DAB Dental), som fik lov at virke og tørre i 4 min. Inden cylindere eventuelt blev genbrugt, blev den tidligere anvendte endeflade slebet og sandblæst på ny.

Dentinoverflader

Ikke-carierede, humane molarer, som havde været opbevaret i 0,5 % kloramin ved stuetemperatur efter ekstraktion, blev støbt ind i en selvhærdende resin (Epofix; Struers, København, Danmark). Efter hærdningen blev mesialfladen på hver tand slebet på karborundumpapir nr. 500 (Struers), indtil fladen var plan og beliggende udelukkende i dentin.

Cementering

De klargjorte cylindere blev cementeret til de slebne dentinoverflader med otte forskellige retentionscementer (Tabel 2) ifølge de procedurer, der er angivet i Tabel 3. Retentionscementen blev anbragt på cylinderens endeflade, som så blev bragt i kontakt med dentinoverfladen. Cylinderen blev vha. en særlig messingholder og -stang presset i kontakt med dentinoverfladen med en kraft på 2 N. De lyshærdende retentionscementer blev med en Bluephase LED polymerisationslampe indstillet på »High Power« (Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein) belyst i 1 sek. på hver af to modstående sider langs cylinderens omkreds. Over-

Restaureringsmaterialer

Restaureringsmateriale	Navn og specifikationer	Producent
Guldlegering	Esteticor Avenir (Au 84 vægt %, Pt 10,9 vægt %, Pd 2,4 vægt %, Ag 0,2 vægt %)	Cendres & Métaux, Biel-Bienne, Schweiz
Titan	Tritan Titan grad 1, ISO 5832-2 (Ti $\geq$ 99,5 vægt %, bal. Fe, O, H, N, C)	Dentaurum, Ispringen, Tyskland
Feldspatisk porcelæn	NobelRondo Feldspatisk krone-bro-porcelæn	Nobel Biocare, Göteborg, Sverige
Glaskeramik	Finesse All-Ceramic Leucitforstærket glaskeramik	Dentsply Ceramco, Burlington, NJ, USA
Zirkoniumdioxid	Lava Yttriumstabiliseret zirkoniumdioxidkernemateriale	3M ESPE, Seefeld, Tyskland
Komposit plast	Sinfony Mikrohybridplast til indirekte restaureringer	3M ESPE, Seefeld, Tyskland

Tabel 1. De indirekte restaureringsmaterialer der indgik i undersøgelsen.

Table 1. Restorative materials included in the study.

Retentionscementer

Retentionscement	Navn og specifikationer	Producent
Zinkfosfatcement	DeTrey Zinc	Dentsply DeTrey, Konstanz, Tyskland
Konventionel glasionomercement	Fuji I Capsule	GC Corporation, Tokyo, Japan
Plastmodificeret glasionomercement	Fuji Plus Capsule	GC Corporation, Tokyo, Japan
Konventionel plastcement	Variolink II Anvendt efter syreætsning og applicering af adhæsivet Excite DSC	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein
Selvætsende plastcement	Panavia F2.0 Anvendt efter applicering af ED Primer II	Kuraray Medical, Okayama, Japan
Selvætsende plastcement	Multilink Anvendt efter applicering af Multilink Primer	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein
Selvadhærerende plastcement	RelyX Unicem Aplicap	3M Espe, Seefeld, Tyskland
Selvadhærerende plastcement	Maxcem	Kerr, Orange, CA, USA

Tabel 2. De retentionscementer der indgik i undersøgelsen.

Table 2. Luting agents included in the study.

skud af cement blev fjernet, og cementen blev herefter belyst i i alt 40 sek. fordelt på 10 sek. fire steder langs cylinderens omkreds (Bluephase LED, »High Power«). Cementoverskud fra de retentionscementer, der ikke var lyshærdende, blev fjernet straks efter cementering af cylinderen. Samtlige cementerede prøvelegemer henstod ved stuetemperatur i 10 min. målt fra det tidspunkt, hvor blanding af cementen påbegyndtes. Prøvelegemet blev herefter taget ud af messingholderen og anbragt i et vandbad ved 37° C i en uge. Fremstillingsproceduren er summeret i Fig. 1. Prøvelegemerne i de 48 forsøgsgrupper blev fremstillet i vilkårlig rækkefølge, og det blev, inden fremstilling af prøvelegemerne påbegyndtes, sikret, at polymerisationslampens intensitet var $\geq 950 \text{ mW/cm}^2$ (Demetron LED Radiometer, sds Kerr, Middleton, WI, USA).

Bindingsstyrke og brudtype

Efter en uges vandlagring blev prøvelegemerne udsat for en forskydningstest i en universal testmaskine (Instron 5566, Instron Ltd, High Wycombe, England), og bindingsstyrken af hvert prøvelegeme blev udregnet. Efter forskydningstesten blev brudfladerne studeret i stereomikroskop ved 18 x forstørrelse (Ernst Leitz No. 509088, Ernst Leitz GmbH, Wetzlar, Tyskland), og bruddet blev klassificeret som værende enten adhæsivt mellem restaureringsmateriale og retentionscement eller adhæsivt mellem retentionscement og dentin.

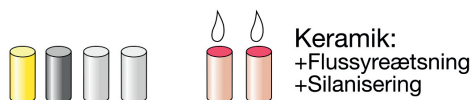
Statistik

Bindingsstyrkeresultaterne blev analyseret statistisk vha. 2-faktoriel variansanalyse og Newman-Keuls Multiple Range Test med et signifikansniveau på 5 %.

Resultater

Bindingsstyrkeresultaterne er vist i Tabel 4. Den 2-faktorielle variansanalyse viste, at såvel faktoren restaureringsmateriale ($P = 0,0006$) som faktoren retentionscement ($P < 0,0001$) havde signifikant effekt på bindingsstyrken, ligesom der var en signifikant interaktion mellem de to faktorer ($P < 0,0001$). Interaktionen indebærer, at der ikke var ét restaureringsmateriale, der konsekvent gav højest eller lavest bindingsstyrke, og at der ikke var én retentionscement, der konsekvent gav det bedste resultat uanset restaureringsmateriale. Hvilke(n) retentionscement(er) der gav højest bindingsstyrke, afhang således af restaureringsmaterialet og på følgende måde: 1) guldlegering: Multilink, Panavia F2.0 og RelyX Unicem; 2) titan: Panavia F2.0, Multilink, Variolink II og RelyX Unicem; 3) feldspatisk porcelæn: RelyX Unicem, Multilink og Panavia F2.0; 4) glaskeramik: Multilink, Panavia F2.0 og RelyX Unicem; 5) zirkoniumdioxid: Panavia F2.0 og RelyX Unicem; 6) komposit plast: Multilink. Overordnet set kunne retentionscementerne deles ind i tre grupper, hvor cementerne i den første gruppe gav de laveste bindingsstyrker, og cementerne i den tredje gruppe gav de højeste bindingsstyrker. Gruppe 1: DeTrey Zinc,

Forsøgsopstillingen

Cylindriske prøvelegemer :
planslibning, sandblæsning

Cementer:

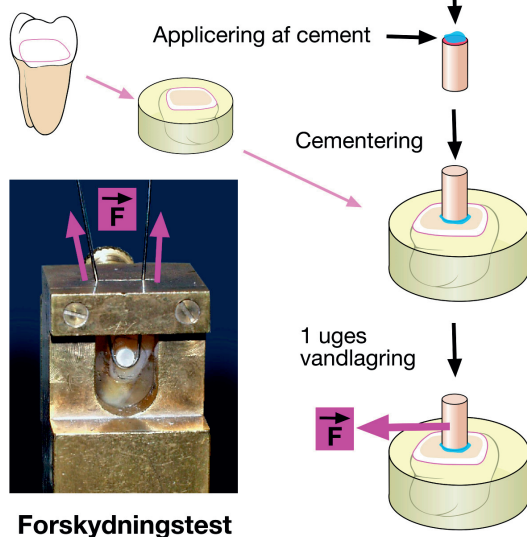
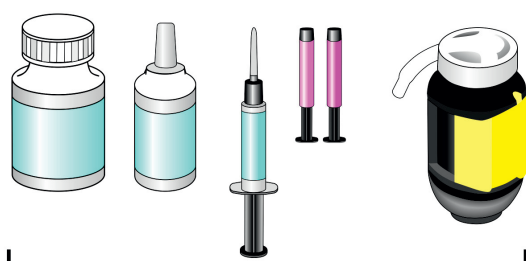


Fig. 1. Resumé af prøvelegemefremstillingen og forsøgsbetingelser.

Fig. 1. Summary of specimen production and testing conditions.

Fuji I, Maxcem og Fuji Plus, gruppe 2: Variolink II og gruppe 3: RelyX Unicem, Panavia F2.0 og Multilink.

Opgørelsen over brudtyper er vist i Tabel 5 som procentdelen af adhæsive brud mellem retentionsciment og dentin. For de fleste retentionscements vedkommende varierede procentdelen

KLINISK RELEVANS

Bindingen af indirekte restaureringsmaterialer til dentin afhænger af den valgte retentionsciment. Plastcementerne giver højere bindingsstyrke end de vandbaserede cements (zinkfosfatcement samt konventionel og plastmodificeret glasionomercement). Blandt plastcementerne giver de to selvhætsende cements (Panavia F2.0 og Multilink) samt den ene selvhæderende plastcement (RelyX Unicem) højere bindingsstyrker end den konventionelle plastcement (Variolink II anvendt med bindingssystemet Excite DSC).

Den anden selvhæderende plastcement (Maxcem) giver imidlertid lavere bindingsstyrke end samtlige andre plastcementer. Hovedparten af de plastcementer, der er mere simple at anvende, giver således ligeså god binding af restaureringsmaterialerne til dentin som den plastcement, der pga. separat syreætsning og efterfølgende skylning med vand, er mere kompliceret at anvende.

voldsomt afhængigt af restaureringsmaterialet, men for et cement var procentdelen ret konstant: Når Maxcem var blevet anvendt, skete bruddet altid mellem Maxcem og dentin, mens bruddet for Multilinks vedkommende som oftest skete mellem restaureringsmaterialet og Multilink.

Diskussion

Undersøgelsen her målte styrken af den binding, hvormed otte retentionscementer bandt seks forskellige indirekte restaureringsmaterialer til dentin. Bindingen til dentin afhang signifikant af kombinationen af restaureringsmateriale og retentionsciment, og nulhypotesen måtte således forkastes.

Generelt gav zinkfosfatcementer de laveste bindingsstyrker. Dette resultat er i overensstemmelse med, hvad andre tidligere har fundet (13-16) og kan forklares med zinkfosfatcements manglende kemiske binding til tandsubstans (17,18). Zinkfosfatcement kan derfor kun anvendes i situationer, hvor der er temmelig meget resttandssubstans, der kan præpareres med små konvergensvinkler. Det samme gælder for den konventionelle glasionomercement Fuji I. Selv om glasionomercement giver en vis kemisk binding til dentin (19), var de bindingsstyrker, som blev målt med Fuji I, ikke signifikant højere end dem, der blev målt med zinkfosfatcement. Hvad den plastmodificerede glasionomercement Fuji Plus angår, var den kun signifikant bedre end zinkfosfatcement med to restaureringsmaterialer, titan og zirkoniumoxid. De laveste bindingsstyrker blev målt i de tilfælde, hvor Fuji I eller Fuji Plus var blevet anvendt til cementering af feldspatisk porcelæn eller glaskeramik, og når Fuji Plus var blevet anvendt til cementering af komposit plast. Hvad brudtype angår, viste de to glasionomercement dårlig binding til de netop nævnte restaureringsmaterialer, idet

Cementeringsprocedurer

Retentionscement	Anvendelse (if. producentens anvisninger)	Tid
DeTrey Zinc	Pulver tilsættes portionsvist til væsken under spatulering	90 sek.
	Applicering af DeTrey Zinc	
Fuji I	Aktivering af kapsel	
	Blanding af kapsel i rysteapparat (DeTrey Dentsply)	10 sek.
	Applicering af Fuji	
Fuji Plus	Aktivering af kapsel	
	Blanding af kapsel i rysteapparat (DeTrey Dentsply)	10 sek.
	Applicering af Fuji Plus	
Variolink II	Applicering af Total Etch gel (37 % fosforsyre)	10-15 sek.
	Skylning med vandspray	> 5 sek. + luftpust
	Applicering af Excite DSC	10 sek. + luftpust
	Blanding af Variolink II base og katalysator (1:1)	10 sek.
	Applicering af Variolink II	
Panavia F2.0	Blanding af ED Primer II væske A og B (1:1)	
	Applicering af ED Primer II	30 sek. + luftpust
	Blanding af Panavia F2.0 paste A og B (1:1)	20 sek.
	Applicering af Panavia F2.0	
Multilink	Blanding af Multilink Primer A og B (1:1)	
	Applicering af Multilink Primer	15 sek. + luftpust
	Applicering af Multilink vha. blandetip	
RelyX Unicem	Aktivering af kapsel	2-4 sek.
	Blanding af kapsel i rysteapparat (DeTrey Dentsply)	15 sek.
	Applicering af RelyX Unicem	
Maxcem	Applicering af Maxcem vha. blandetip	

Tabel 3. De cementseringsprocedurer der blev anvendt.

Table 3. Luting procedures included in the study.

der i 86-100 % af tilfældene var tale om adhæsive brud mellem retentionscement og restaureringsmateriale. Andre har ligeledes fundet, at glasionomercement udviser ringe binding. Fx fandt Piwowarczyk et al., at plastmodificerede glasionomercement gav signifikant lavere bindingsstyrker end plastcement (15). Fuji Plus var dog i stand til at binde zirkoniumdioxid til dentin med en styrke, der var statistisk sammenlignelig med den, som blev opnået med såvel den konventionelle plastcement Variolink II som den selvætsende plastcement Multilink. Brudtypen varierede dog, idet Multilink altid udviste brud ind mod zirkoniumdioxiden, mens Fuji Plus (med 50 % adhæsive brud mod zirkoniumdioxid og 50 % mod dentin) syntes at binde lige godt til zirkoniumdioxid som til dentin. Fuji Plus bandt oven i købet zirkoniumdioxid til dentin med en bindingsstyrke, der var højere end den, som blev målt med den selvadhærende plastcement Maxcem. I det hele

taget kunne Maxcem mht. bindingsformidlende evne generelt sammenlignes med zinkfosfatcement og glasionomercement og ikke med de andre plastcement. Maxcem var endvidere den eneste retentionscement, som uanset restaureringsmateriale udviste brud mod dentin i 100 % af tilfældene, hvilket tyder på, at denne såkaldte selvadhærende cement nærmest ingen selvadhæsion har til dentin. Maxcem har også i andre undersøgelser vist ringe evne til at formidle en binding til dentin (12,20,21). Variolink II og Multilink resulterede som regel i højere bindingsstyrker mellem restaureringsmateriale og dentin end Maxcem. Dog gav de ikke bedre resultat med zirkoniumdioxid, og for Variolinks vedkommende ej heller med feldspatisk porcelæn.

En sammenligning mellem den konventionelle etch-and-rinse-plastcement Variolink II og de to selvætsende plastcement viste, at såvel Panavia F2.0 som Multilink generelt gav bedre

Resultater af bindingsstyrkemålingerne

Retentionsciment	De Trey Zinc	Fuji I	Fuji Plus	Variolink II	Panavia F2.0	Multilink	RelyX Unicem	Maxcem
Restaureringsmateriale								
Guldlegering	1,4 (0,4) ^{AB}	3,1 (1,2) ^{ABCD}	4,7 (2,5) ^{BCD}	9,8 (2,6) ^{FGH}	13,2 (2,2) ^{HJKL}	13,9 (2,7) ^{JKL}	10,9 (2,8) ^{GHIJ}	4,2 (1,3) ^{BCD}
Titan	1,8 (0,7) ^{ABC}	3,5 (1,7) ^{ABCD}	6,7 (2,7) ^{DEF}	11,5 (2,1) ^{GHIJ}	13,8 (4,1) ^{JKL}	11,6 (2,7) ^{GHIJ}	11,4 (1,5) ^{GHIJ}	5,6 (2,1) ^{CD}
Feldspatisk porcelæn	0,8 (0,4) ^{AB}	1,2 (0,4) ^{AB}	3,4 (1,9) ^{ABCD}	4,0 (2,9) ^{BCD}	10,3 (1,8) ^{GHIJ}	11,0 (1,9) ^{GHIJ}	11,2 (2,2) ^{GHIJ}	4,3 (1,2) ^{BCD}
Glaskeramik	1,3 (0,6) ^{AB}	1,3 (0,9) ^{AB}	3,8 (1,5) ^{ABCD}	8,8 (1,8) ^{FGH}	10,6 (2,8) ^{GHIJ}	13,5 (2,9) ^{JKL}	9,9 (2,5) ^{FGHI}	4,0 (1,5) ^{BCD}
Zirkoniumdioxid	2,2 (0,5) ^{ABC}	4,6 (2,6) ^{BCD}	9,2 (3,2) ^{FGH}	6,5 (1,9) ^{DE}	15,0 (3,7) ^{KL}	6,2 (1,3) ^{DE}	13,2 (3,2) ^{HJKL}	4,2 (2,1) ^{BCD}
Komposit plast	0,1 (0,2) ^A	3,4 (1,2) ^{ABCD}	2,9 (0,9) ^{ABCD}	9,4 (3,1) ^{FGH}	11,9 (3,6) ^{GHIJK}	16,1 (4,3) ^L	9,0 (1,9) ^{FGH}	4,6 (2,1) ^{BCD}

Tabel 4. Bindingsstyrke (MPa) af restaureringsmaterialer til dentin med forskellige retentionscementer (n = 8 pr. gruppe). Middelværdier og standarddeviationer. Middelværdier med samme bogstav var ikke statistisk signifikant forskellige (P > 0,05).

Table 4. Strength of bond (MPa) of restorative materials to dentin mediated by various luting agents (n = 8 per group). Mean values and standard deviations. Mean values with same superscript letter were not significantly different (P > 0.05).w

Brudtyper

Retentionsciment	DeTrey Zinc	Fuji I	Fuji Plus	Variolink II	Panavia F2.0	Multilink	RelyX Unicem	Maxcem
Restaureringsmateriale								
Guldlegering	29	0	0	38	13	0	0	100
Titan	63	25	14	57	100	0	71	100
Feldspatisk porcelæn	13	0	13	71	13	13	14	100
Glaskeramik	0	13	14	50	78	13	38	100
Zirkoniumdioxid	63	0	50	38	88	0	75	100
Komposit plast	0	50	0	57	88	38	88	100

Tabel 5. Den relative andel (%) af adhæsive frakturer mellem retentionsciment og dentin (n = 8/gruppe).

Table 5. Percentage (%) of adhesive fractures between luting agent and dentin (n = 8/group).

bindingsstyrker, end Variolink II gjorde. Tidligere undersøgelser har ligeledes fundet, at Panavia F2.0 gav højere bindingsstyrker end Variolink II (22,23). Multilink er dog ikke tidligere blevet fundet at være bedre end Variolink II. Toman et al. fandt således, at Multilink gav signifikant lavere bindingsstyrker end Variolink II anvendt sammen med Excite DSC-bindingssystemet (24), og Zhang & Degrange fandt, at Variolink II og Multilink var lige gode til at formidle en binding mellem forskellige restaureringsmaterialer og dentin (25). En mulig forklaring på de divergerende resultater er forskelle i forsøgsopstillingerne, fx hvorvidt prøvelegemerne blev udsat for såkaldt termocykling eller ej, inden bindingsstyrken blev målt.

Hvad de to selvætsende plastcementer angår, fandt Mirmohammadi et al., at Multilink enten gav lavere eller samme bindingsresultat som Panavia F2.0 afhængigt af målemetoden (26). I en anden undersøgelse, hvor Panavia F og ikke Panavia F2.0 blev anvendt, gav Multilink lavere bindingsstyrker (27).

En sammenligning af den konventionelle etch-and-rinse-

plastciment Variolink II med den selvadhærerende plastciment RelyX Unicem, hvad angår deres bindingsformidlende evne til dentin, er heller ikke entydig, når man gennemgår den eksisterende litteratur. På den ene side har to studier fundet, at Variolink II anvendt enten sammen med Excite DSC (28) eller med Syntac-bindingssystemet (29) gav signifikant højere bindingsstyrker end RelyX Unicem (28). På den anden side er der adskillige undersøgelser, der bekræfter nærværende undersøgelses resultat, nemlig at Variolink II enten gav sammenlignelige eller lavere bindingsstyrker end RelyX Unicem (12,22,23,30).

Det er tidligere blevet fundet, at den selvadhærerende plastciment RelyX Unicem binder lige så godt til dentin som selvætsende plastcementer (12,22,29-31), hvilket også var tilfældet i nærværende undersøgelse i 10 ud af 12 mulige sammenligninger. De to undtagelser var, at RelyX Unicem formidlede en signifikant lavere binding af komposit plast til dentin, end Multilink gjorde, mens Multilink til gengæld formidlede en lavere binding af zirkoniumdioxid til dentin, end RelyX Unicem gjorde. Uanset

restaureringsmateriale gav RelyX Unicem og Panavia F2.0 således altid lige høje bindingsstyrker.

Undersøgelsens resultater kan opsummeres som følger:

1. Plastcementerne gav højere bindingsstyrker til dentin end de vandbaserede cements (zinkfosfatcement og glasionomercementerne).
2. De selvætsende plastcementer (Panavia F2.0 og Multilink) gav generelt højere bindingsstyrker end den konventionelle etch-and-rinse-plastcement (Variolink II).
3. Den ene af de to selvadhærenderende plastcementer (RelyX Unicem) gav lige så høje bindingsstyrker som de selvætsende plastcementer, mens den anden selvadhærenderende plastcement (Maxcem) gav bindingsstyrker, der var sammenlignelige med dem, der blev opnået med de vandbaserede cements.

Taksigelser

Forfatterne retter en stor tak til Codent dentallaboratorium for fremstilling af de mange cylindre af restaureringsmateriale og til 3M ESPE, GC Corporation, Ivoclar Vivadent, Kerr og RH Dental for donering af retentionscements. Laborant Liselotte Larsen, Odontologisk Institut, Københavns Universitet, takkes for veludført arbejde og stor hjælpssomhed ved undersøgelsens afslutning.

Abstract (English)

Bonding of restorative materials to dentin with various luting agents

Introduction – The number of restorative materials as well as the number of luting agents on the market continue to increase. The indications of the materials tend to overlap and their handling varies widely. The purpose of this *in vitro* study was to compare various types of luting agents when used to bond different indirect, laboratory restorative materials to dentin.

Material and Methods – Cylinders of six restorative materials (gold alloy, titanium, feldspathic porcelain, glass ceramics, zirconia, and resin composite) were ground and air-abraded. Cylinders of feldspathic porcelain and glass ceramics were additionally etched with hydrofluoric acid and silane-treated. The cylinders were luted to ground, human dentin with eight luting agents (1 zinc phosphate cement (DeTrey Zinc), 1 conventional glass ionomer cement (Fuji I), 1 resin-modified glass ionomer cement (Fuji Plus), 1 conventional etch-and-rinse resin cement (Variolink II), 2 self-etch resin cements (Panavia F2.0 and Multilink), and 2 self-adhesive resin cements (RelyX Unicem Aplicap og Maxcem)). After water storage at 37° C for 1 week, the shear bond strength of the specimens (n = 8 per group) was measured and the fracture mode was examined stereo-microscopically.

Results – Restorative material and luting agent both had a significant effect on bond strength. The zinc phosphate cement and the glass ionomer cements resulted in the lowest bond strengths, whereas the highest bond strengths were found with the two self-etch and one of the self-adhesive resin cements. Generally, the fracture mode varied considerably with the restorative material.

Conclusions – The luting agents had a bigger influence on the strength of the bond between restorative materials and dentin than had the restorative material.

Litteratur

1. Öilo G, Jørgensen KD. The influence of surface roughness on the retentive ability of two dental luting agents. *J Oral Rehabil* 1978; 5: 377-89.
2. Rosenstiel SF, Fujimoto J, Land MF. Contemporary fixed prosthodontics 3rd ed. St Louis: Mosby; 2001: 81-5.
3. Rosenstiel SF, Land MF, Crispin BJ. Dental luting agents: a review of the current literature. *J Prosthet Dent* 1998; 80: 280-301.
4. Morgano SM, Brackett SE. Foundation restorations in fixed prosthodontics: current knowledge and future needs. *J Prosthet Dent* 1999; 82: 643-57.
5. Creugers NH, Kayser AF, van't Hof MA. A meta-analysis of durability data on conventional fixed bridges. *Community Dent Oral Epidemiol* 1994; 22: 448-52.
6. Jokstad A, Mjör IA. Ten years' clinical evaluation of three luting cements. *J Dent* 1996; 24: 309-15.
7. Mount GJ. Buonocore Memorial Lecture. Glass-ionomer cements: past, present and future. *Oper Dent* 1994; 19:82-90.
8. Knibbs PJ, Walls AW. A laboratory and clinical evaluation of three luting cements. *J Oral Rehabil* 1989; 16: 467-73.
9. Black SM, Charlton G. Survival of crowns and bridges related to luting cements. *Restorative Dent* 1990; 6: 26-30.
10. Pameijer CH, Nilner K. Long-term clinical evaluation of three luting materials. *Swed Dent J* 1994; 18: 59-67.
11. Radovic I, Monticelli F, Goracci C, Vulicevic ZR, Ferrari M. Self-adhesive resin cements: a literature review. *J Adhes Dent* 2008; 4: 251-8.
12. Sarr M, Mine A, De Munck J, Cardoso MV, Kane AW, Vreven J, Van Meerbeek B, Van Landuyt KL. Immediate bonding effectiveness of contemporary composite cements to dentin. *Clin Oral Investig* 2010; 14:569-77.
13. Taira Y, Suzuki S, Givan DA, Laceyfield W, Atsuta M. Bond strength of prosthodontic luting materials to titanium after localized cyclic loading. *Am J Dent* 2000; 5: 251-4.
14. Fonseca RG, Dos Santos Cruz CA, Adabo GL, Vaz LG. Comparison of the tensile bond strengths of cast metal crowns luted with resin cements. *J Oral Rehabil* 2004; 31: 1080-4.
15. Piwowarczyk A, Lauer HC, Sorensen JA. In vitro shear bond strength of cementing agents to fixed prosthodontic restorative materials. *J Prosthet Dent* 2004; 92: 265-73.
16. Piwowarczyk A, Lauer HC, Sorensen JA. The shear bond strength between luting cements and zirconia ceramics after two pre-treatments. *Oper Dent* 2005; 3: 382-8.
17. Philips RW, Swartz ML, Lund MS, Moore BK, Vickery J. In vivo disintegration of luting cements. *J Am Dent Assoc* 1987; 114: 489-92.

18. Diaz-Arnold AM, Vargas MA, Haselton DR. Current status of luting agents for fixed prosthodontics. *J Prosthet Dent* 1999; 81: 135-41.
19. Powis DR, Follerås T, Merson SA, Wilson AD. Improved adhesion of a glass-ionomer cement to dentin and enamel. *J Dent Res* 1982; 61: 1416-22.
20. Goracci C, Cury AH, Cantoro A, Papacchini F, Tay FR, Ferrari M. Microtensile bond strength and interfacial properties of self-etching and self-adhesive resin cements used to lute composite onlays under different seating forces. *J Adhes Dent* 2006; 5: 327-35.
21. Viotti RG, Kasaz A, Pena CE, Alexandre RS, Arrais CA, Reis AF. Microtensile bond strength of new self-adhesive luting agents and conventional multistep systems. *J Prosthet Dent* 2009; 102: 306-12.
22. Hikita K, Van Meerbeek B, De Munck J, Ikeda T, Van Landuyt K, Maida T, Lambrechts P, Peumans M. Bonding effectiveness of adhesive luting agents to enamel and dentin. *Dent Mater* 2007; 23: 71-80.
23. Bitter K, Paris S, Pfuertner C, Neumann K, Kielbassa AM. Morphological and bond strength evaluation of different resin cements to root dentin. *Eur J Oral Sci* 2009; 117: 326-33.
24. Toman M, Toksavul S, Akin A. Bond strength of all-ceramics to tooth structure using new luting systems. *J Adhes Dent* 2008; 5: 373-8.
25. Zhang C, Degrange M. Shear bond strengths of self-adhesive luting resins fixing dentine to different restorative materials. *J Biomater Sci Polym Ed* 2010; 21: 593-608.
26. Mirmohammadi H, Aboushelib MN, Salameh Z, Feilzer AJ, Kivelerlaan CJ. Innovations in bonding to zirconia based ceramics: Part III. Phosphate monomer resin cements. *Dent Mater* 2010; 26: 786-92.
27. Escribano N, de la Macorra JC. Microtensile bond strength of self-adhesive luting cements to ceramic. *J Adhes Dent* 2006; 5: 337-41.
28. Piwowarczyk A, Bender R, Ottl P, Lauer HC. Long-term bond between dual-polymerizing cementing agents and human hard dental tissue. *Dent Mater* 2007; 23: 211-7.
29. Lühns AK, Guhr S, Günay H, Geurtsen W. Shear bond strength of self-adhesive resins compared to resin cements with etch and rinse adhesives to enamel and dentin in vitro. *Clin Oral Investig* 2010; 14: 193-9.
30. Abo-Hamar SE, Hiller KA, Jung H, Federlin M, Friedl KH, Schmalz G. Bond strength of a new universal self-adhesive resin luting cement to dentin and enamel. *Clin Oral Investig* 2005; 9: 161-7.
31. De Munck J, Vargas M, Van Landuyt K, Hikita K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Bonding of an auto-adhesive luting material to enamel and dentin. *Dent Mater* 2004; 20: 963-71.