

Áhrif sílans og ljósherðingar á viðgerðarstyrk plastblendis



SIGFÚS ÞÓR ELÍASSONS, CAND. ODONT., MSD, PRÓFESSOR EMERITUS,
TANNLÆKNADEILD HÁSKÓLA ÍSLANDS, GESTAVÍSINDAMAÐUR, NIOM, ÓSLÓ, NOREGI.
JON E. DAHL, CAND. ODONT., DR. ODONT, FORSTÖÐUMAÐUR NIOM, PRÓFESSOR,
TANNLÆKNADEILD HÁSKÓLANS Í ÓSLÓ, NOREGI.

TENGILIÐUR: SIGFÚS ÞÓR ELÍASSONS, sigfuse@hi.is
TANNLÆKNABLAÐIÐ 2021; 39(2): 12-21
doi:10.33112/tann.39.2.1

ÁGRIP

Tilgangur: Að mæla μ -togpols viðgerðarstyrk milli gamlaðs og nýs plastblendis með því að nota sílan og mismunandi bindiefni sem voru hert eða óhert þegar nýju plastblendi var bætt við.

Efni og aðferðir: Áttatíu Filtek Supreme XLT plastblendi kubbar og fjórir viðmiðskubbar voru geymdir í vatni í 2 vikur og hitaðir/kældir 5000x. Kubbarirnir voru sandpappírs slípaðir, ætaðir og skolaðir og skipt í tvo hópa: A: óbreytt yfirborð, B: bis-sílan borið á yfirborð. Báðum hópum var síðan skipt í undirhópa: (1) Adper Scotchbond Multi-Purpose, (2) Adper Scotchbond Multi-Purpose Adhesive, (3) Adper Scotchbond Universal, (4) Clearfil SE Bond og (5) One Step Plus. Hverjum bindiefnishóp var síðan skipt í: (a) ljóshert skv. ráðleggingum framleiðanda. (b) ekki hert fyrir viðgerð. Kubbarirnir voru síðan viðgerðir með Filtek Supreme XLT. Eftir gömlun í sex mánuði, voru kubbarirnir raðskornir í 1,1x1,1mm. stauta sem voru μ -togpolsprófaðir og viðgerðarstyrkur reiknaður. Brotfletir voru skoðaðir í smásjá og tegund brots skráð.

Niðurstöður: Með því að herða ekki bindiefnið áður en viðgerð fer fram, jókst bindistyrkur marktækt hjá öllum tegundum bindiefna, með eða án sílans. Sílan meðferð jók bindistyrk marktækt hjá öllum bindiefnum, bæði í hertum og óhertum hópum ($p < 0.001$). Togstyrkur viðmiðunar plastblendisins var marktækt hærri en hjá sterkasta viðgerðarhópnum ($p < 0.001$).

Ályktun: Bindistyrkur jókst með því að herða ekki bindiefnið áður en gert er við með nýju plastblendi. Sílan meðferð og bindiefni sem gaf þunnt bindilag höfðu besta viðgerðarstyrkinn.

Lykilorð: sílan, tannbeinsbindiefni, míkro-togpolspróf, plastblendi

Inngangur

Sú hugmyndafræði að lagfæra eða gera við gamlar fyllingar hefur verið að ryðja sér til rúms í flestum tannlæknaskólum og meðal tannlækna á Vesturlöndum (1-4). Í nýlegri rannsókn meðal norskra tannlækna kom í ljós að átta af hverjum níu tannlæknum velja fremur að gera við smávægilega bilaðar fyllingar en skipta út allri fyllingunni (5).

Þegar gert er við gamlar fyllingar, getur nýtt plastbendi bundist gömlu með undirskurði í gamla plastið auk þess sem það getur sest í gróft yfirborð. Einnig getur það bundist efnafræðilega við fyllikorn og lífrænan hluta plasblendis, þótt styrkleiki þess síðara minnki verulega með tímanum (6-9). Þrátt fyrir að engar langtíma klínískar rannsóknir hafi farið fram á viðgerðum bilaðra plastblendifyllinga, eru vaxandi vísendingar á að viðgerðin auki marktækt líftíma fyllinganna (10,11). Vísindamenn hafa aftur á móti kannað aðferðir við að bæta nýju plastblendi við gamalt (12). Langflestar þessara rannsókna ganga út á að mæla in-vitro áhrif mismunandi plastblendi límttegunda og yfirborðsmeðferða á gömluðu plastblendi á bindingu við nýtt plastblendi. Þessar yfirborðsmeðferðir eru, auk þess að gera yfirborðið hrjúft með mismunandi grófum demantsborum, sandblástur með mismunandi efnum, æting með flússýru, laser- og sílanmeðferð. Klínísk hagkvæmni sumra þessara yfirborðsmeðferða er mjög vafasöm vegna þess tíma sem þarf, tækjabúnaðar og öryggis sjúklinga. Ekki hefur myndast einhugur meðal vísindamanna og tannlækna um heppilegustu aðferðina (12).

Í fyrri rannsókn höfunda kom í ljós að viðgerðar- eða bindistyrkur milli gamals og nýs plasblendis jókst mjög marktækt ef gamla plastblendið var sílanborið (13). Niðurstöður margra annarra rannsókna styðja þessar niðurstöður meðan aðrar merkja ekki mun (4-21).

Vegna þykktar og lítillar bleytigu plastblendis hefur tannbeinsbindiefni verið notað sem bleytiefni til að auka bindingu milli gamals og nýs plastblendis (22,23). Lægri mikro-togbindistyrkur mældist með Single Bond (3M ESPE) eftir því sem fleiri lög af bindiefni voru notuð, þegar gamalt plastblendi var viðgert með nýju, meðan ómarktækur munur mældist milli fjölda laga þegar Clearfil (Kuraray) var notað, en það er mjög þunnfljótandi (24). Dall'Oca et al. hafa haldið því fram að samskeyti milli gamla og nýja plastblendis séu alltaf veikasti hlekkurinn þegar gert er við plastblendi fyllingu (25). Það er því æskilegt að minnka þykkt bindilags eins og kostur er. Í fyrri rannsókn höfunda fannst að viðgerðarstyrkur jókst eftir því sem bindilag mældist þynnra (13). Með því að þynna bindilag enn frekar, gæti hugsanlega nást ennþá sterkari binding milli gamals og nýs plastblendis.

Aðal tilgangur þessarar rannsóknar var að mæla með mikro-togþolsprófi viðgerðarstyrk gamlaðs og nýs plastblendis með því að nota mismunandi tannbeinsbindiefni sem voru annað hvort hert samkvæmt ráðleggingum framleiðanda, eða haft óhert þegar nýju plastblendi var bætt við það gamla. Einnig að mæla áhrif sílans yfirborðsmeðferðar með míkro-togþolsprófi á viðgerðarstyrk milli gamlaðs og nýs plastblendis. Núlltilgátur sem prófaðar voru: 1. Viðgerðarstyrkur er óháður því hvort tannbeinsbindiefni er ljóshert eða ekki, áður en nýju plastblendi er bætt við það gamla. 2. Viðgerðarstyrkur er óháður sílanmeðferð á gamlað plastblendi. 3. Viðgerðarstyrkur er óháður því hvaða tannbeinsbindiefni er notað.

Tafla 1. Plastblendi og bindiefni sem voru notuð í rannsókninni.

Efni	Framleiðandi	Framleiðslunúmer
Filtek Supreme XTE litur A1B	3M ESPE Dental Products St. Paul, MN 55144-1000, USA	N513137 N535292
Filtek Supreme XTE litur A3,5B	3M ESPE Dental Products St. Paul, MN 55144-1000, USA	N499574
Adper Scotchbond Multy-Purpose	3M ESPE Dental Products St. Paul, MN 55144-1000, USA	N520758
Adper Scotchbond Universal Adhesive	M ESPE Dental Products St. Paul, MN 55144-1000, USA	532089
Clearfil SE Bond	Kuraray America, Inc. New York, NY 10038, USA	000039
One Step	BISCO, Inc., Schaumburg, IL 60193, USA	1400001552
Bis-Silane	BISCO, Inc., Schaumburg, IL 60193, USA	1300001356

Tafla 2. Yfirlit yfir gerð, uppbyggingu og meðferð plastblendi sýna

Grunn sýni	Filtek Supreme XLT litur A1B (10 x 6.2 x 8 mm)																			(10 x 6.2 x 12 mm)	
Aðal hópar	A									B									C Viðmið		
Gömlun (ageing)	Geymsla í vatni og hita/kæli meðferð 5000X milli 5 and 55 °C, samtals 14 dagar																				
Yfirborðs-meðferð 1	Slípað með silikon karbíð sandpappír #320																				
Hreinsun yfirborðs	Sýruæting (37% fosfórsýru gel í 15 sek) + skolun með vatni (15 sek)																				
Yfirborðs-meðferð 2	Engin										Bis-Sílan										
Tannbeins bindiefni	Scotchbond MP		Scotchbond MP Bond only		Scotchbond Univ.		Clearfil SE		One Step Plus		Scotchbond MP		Scotchbond MP Bond only		Scotchbond Univ.		Clearfil SE		One Step Plus		
Ljósherðing bindiefnis*	h	óh	h	óh	h	óh	h	óh	h	óh	h	óh	h	óh	h	óh	h	óh	h	óh	
Nýtt plastblendi	Filtek Supreme XLT litur A3,5B (10 x 6.2 x 8 mm)																				
Gömlun (ageing)	Geymsla í vatni og hita/kæli meðferð 5000X milli 5 and 55 °C, samtals 6 mánuði																				
Skurður kubba	Skornir ferningslaga stautar 1.1X1.1 mm.																				
Undirhópar	A1a	A1b	A2a	A2b	A3a	A3b	A4a	A4b	A5a	A5b	B1a	B1b	B2a	B2b	B3a	B3b	B4a	B4b	B5a	B5b	C
Fjöldi stauta	51	#	57	56	65	61	60	61	66	60	63	#	65	62	65	61	61	67	62	66	66

*) h: Bindiefni hert áður en gert er við með nýju plastblendi

óh: Bindiefni ekki hert áður en gert er við með nýju plastblendi

#) Í hópum A1b and B1b, biluðu allar limingar milli nýs og gamals plastblendis þegar kubbarir voru fjarlægðir úr mótinu

Efni og aðferðir

Viðgerðarefni notuð í þessari rannsókn eru skráð í Töflu 1. Yfirlit yfir gerð, uppbyggingu og meðferð plastblendi kubba og prófunarstauta er sýnd í Töflu 2.

Áttatíu A1B Filtek Supreme XLT plastblendikubbar, 10 x 6,2 mm. á breidd og 8 mm. háir, voru byggðir upp í Teflon® móti samkvæmt fyrirmælum framleiðanda. Kubbarir voru byggðir upp í fjórum lögum og hvert lag ljóshert í 40 sek. með Demetron A2 LED herðingarljósi sem var beintengt við rafmagn (Kerr Corp., Orange, CA. USA). Þegar kubbarir höfðu verið fjarlægðir úr mótinu voru þær hliðar kubba sem mótið huldi einnig ljóshertar í 20 sek. Ljós magn mældist 1100 mW/cm² (Norwegian Radiation Protection, Österaas, Norway). Fyrir viðmiðunarkóp voru 4 plastblendikubbar, 10 x 6,2 mm. á breidd en 12 mm. háir, byggðir upp lagskipt á sama hátt.

Eftir ljósherðingu, voru allir plastblendikubbarir strax settir í vatn og geymdir í tvær vikur (26,27). Að auki voru kubbarir gamlaðir (aged) í sjálfvirkri vél sem dýfði þeim 5000 sinnum milli 5°C og 55°C heitra vatnsbaða. Kubbarir voru 20 sek. í hvoru vatnsbaði og færslutími 3 sek. á milli

baða. Til að fá yfirborð með stöðluðum grófleika, voru kubbarir 80 slípaðir á öðrum endanum undir rennandi vatni í 5 sek. á silikon karbíð sandpappírs disk með grófleika 320 (Struers, Copenhagen, Denmark). Slípað yfirborð allra plastblendikubba 80 var síðan hreinsað með því að bera á með pensli 37% fosfórsýru hlaup í 15 sek. sem var skolað burt með vatni í aðrar 15 sek.

Kubbunum 80 var skipt af handahófi í tvo jafnstóra tilraunahópa: A: sandpappírs slípað yfirborð og B: bis-Silane™, sem er tveggja þátta grunnur fyrir postulínslím borinn á slípað yfirborð. Þættir A og B voru blandaðir og bornir á með pensli í 30 sek. og síðan þurrkaðir varlega með lofti í 5-10 sek. Hópur C innihélt fjóra viðmiðunarkubba. Tilraunahópum A og B var síðan skipt upp í undirhópa sem fengu mismunandi tannbeinsbindiefni:

1. Adper Scotchbond Multi Purpose (3M ESPE), þriggja þrepa, æta og skola, bindiefni.
2. Adper Scotchbond Multi Purpose Adhesive (3M ESPE), þar sem aðeins Adhesive bindiefnið var notað, en Primer grunninum sleppt.

3. Adper Scotchbond Universal (3M ESPE), eins skrefa sjálfætandi bindiefni.
 4. Clearfil SE (Kuraray America Inc, New York, NY), tveggja þátta sjálfætandi bindiefni.
 5. One Step Plus (BISCO Inc, Schaumburg, IL), eins skrefa sjálfætandi bindiefni.
- Öll meðferð og notkun tannbeinsbindiefna var samkvæmt leiðbeiningum framleiðenda við ísetningu plastblendifyllinga nema í hópum A2 og B2.

Hverjum tannbeins bindiefnahópi var skipt í tvennt: a og b. Í hópi a var bindiefni ljóshert samkvæmt ráðleggingum framleiðenda, en í hópi b var bindiefnið ekki hert áður en viðgerð fór fram með nýju plastblendi.

Eftir yfirborðsmeðferð og tannbeinsbindiefni hafði verið borið á, var upprunalega Teflon mótí smeygt varlega yfir hvern plastblendikubb og fyrsta viðgerðar plastblendi laginu komið fyrir. Notað var Filtek Supreme XLT (3M ESPE), plastblendi, litur A3,5B, til að mögulega greina viðgerðarlínu við A1B lit gamlaða plastblendis. Til að tryggja sem besta aðlögun viðgerðarplastblendis, var efni sprautað á miðju kubbs sem átti að gera við, því þrýst niður og út til hliða með litlum flötum spaða. Næst var framlengingarmóti hagrætt ofaná upprunalegu Teflon® mótí og gömluðu plastblendikubbarnir viðgerðir í þremur tveggja mm. lögum á sama hátt og upprunalegu kubbar, þannig að 14 mm. plastblendikubbar fengust. Þegar kubbar í hópi b, óhert bindiefni, voru viðgerðir, var plastblendi einnig komið fyrir á miðju yfirborðs og því þrýst niður í bindiefnið og til hliðanna. Óharðnað bindiefni flæddi undan þykku plastblendinu til hliðanna og var fjarlæggt áður en framlengingarmótinu var komið fyrir, til að hindra að bindiefni myndaði polla á skilum eða blandaðist inn í plastblendið. Viðgerðir kubbar voru hitaðir og kældir (thermal cycled) 5000 sinnum í sjálfvirkri vél milli 5°C og 55°C heitra vatnsbaða og síðan geymdir í eimuðu vatni í sex mánuði. Viðmiðunar plastblendikubbar (hópur C) voru einnig geymdir í vatni í sama tíma og hitaðir og kældir á sama hátt.

Plastblendikubbarnir voru festir í sjálfvirkra skurðarvél með þunnu demantsblaði og vatnskælingu (Metcon®, Miracut 201 Automatic Precision Cutter, Bursa, Turkey). Kubbar voru skornir röð eftir röð, þvert á viðgerðarflötinn, bæði eftir x og y ás, þannig að fjöldi stauta með ferningslaga enda, u.þ.b. 1,1 x 1,1 mm. fengust. U.þ.b. 15±3 stautar fengust úr hverjum plastblendikubb. Tilraunarstautarnir voru næst hreinsaðir í úthljóðstæki í 3 mín. í eimuðu vatni. Eftir hreinsun var hver statur skoðaður undir smásjá (American

Optical, Buffalo, NY, USA) í 40X stækkun í leit að bólum eða öðrum göllum í plastblendi og þykkt á bindiefnislagi mælt og skráð. Viðgerðarstyrkur var einungis mældur í gallalausum stautum. Breidd og þykkt á hverjum stauti var mæld og skráð næst tíunda úr mm. með lögvottuðum stafrænum þykktarmæli (Mitutoyo Co., Kawasaki, Japan).

Togpolsviðgerðarstyrkur var mældur með endurbættri aðferð við festingu tilraunastauta við bindistyrksmælitæki, sem tryggir beinna tog og jafnari dreifingu togkrafta eftir lengdarás stautsins. Stærð stautendanna, 1,1 mm. X 1,1 mm., var valin til að passa í skrúfugatsenda 2 mm. tengiskrúfu, sem fást í venjulegum byggingavöruverslunum (ELRA AS, Oslo, Norway) (Mynd 1). Báðir endar hvers tilraunastauts voru límdir inn í skrúfuenda tengiskúfunnar með cyanoakrýl lími (Loctite 435, Henkel Norden, Gothenborg, Sweden). Sérstakt mót var útbúið til að tryggja réttan lengdarás skrúfa og tilraunastauts meðan lím harðnaði.

Hver statur með skrúfum var festur í bindistyrksmælitækið (Loyd Instruments Ltd. Model LRX, Farham, England) með sérstökum vírum sem voru hannaðir til að færa beinan togkraft til viðgerðarflatar tilraunastauts. Mikro-togstyrkur var mældur á toghraða 1 mm./min. Þangað til statur slitnar. Togpolsstyrkur hvers stauts var reiknaður út í megapaskólum (MPa) með því að deila flatarmáli yfirborðs endaflatar í mm². í brotkraft mældan í Newtonum (N). Öllum tilraunastautum var haldið rökum allt rannsóknarferlið.

Brotfletir stauta voru skoðaðir í smásjá (American Optical, Buffalo, NY, USA) í 40% stækkun til að ákvarða hvort brotlína var við eða í bindiefni á viðgerðarsvæði (adhesive) eða í plastblendi (cohesive). Viðgerðarsvæði var skilgreint svæðið milli gamlaða plastblendisins sem gert var við og hins nýja.

Við tölfærðítreikninga var marktækni á mun viðgerðarstyrks milli yfirborðsmeðferða og tegunda bindiefna reiknuð í Microsoft Excel (Microsoft Corp., Redmond, WA, USA) skv. tillögum í ISO/TS 11405:2015 staðals um meðferð niðurstaðna á rannsóknum á bindistyrk (27). Litið var á að um marktækan mun væri að ræða ef $p < 0,05\%$.

Niðurstöður

Niðurstöður eru sýndar í Töflum 3 – 6. Öll viðgerð plastblendikubba í hópum A1b og B1b, Adper Scotchbond Multi-Purpose, óhert, biluðu í bindilagi þegar þeir voru fjarlægðir úr Teflon® mótinu.

Tafla 3. Niðurstöður mikró-togþolsprófa hjá undirhópum mismunandi tannbeinsbindiefna.

Aðal hópar	A. Silikon karbíð sandpappír										B. Silikon karbíð sandpappír + Bis-sílan										C. Viðmið
	Scotchbond MP		Scotchbond MP Bond only		Scotchbond Universal		Clearfil SE		One Step Plus		Scotchbond MP		Scotchbond MP Bond only		Scotchbond Universal		Clearfil SE		One Step Plus		
Ljósherðing*	h	óh	h	óh	h	óh	h	óh	h	óh	h	óh	h	óh	h	óh	h	óh	h	óh	
Undirhópar	A1a	A1b	A2a	A2b	A3a	A3b	A4a	A4b	A5a	A5b	B1a	B1b	B2a	B2b	B3a	B3b	B4a	B4b	B5a	B5b	C
Meðal togbindistyrkur (SD)‡	27,8 (4,04)	#	29,9 (4,47)	33,1 (4,20)	33,1 (8,55)	38,4 (5,56)	33,4 (6,00)	38,5 (6,70)	33,9 (7,25)	36,8 (6,84)	33,0 (5,65)	#	42,8 (5,63)	45,0 (7,42)	51,3 (9,57)	55,0 (8,71)	49,4 (8,30)	53,7 (9,10)	49,5 (8,17)	55,1 (10,12)	62,2 (5,29)
Togbindistyrkur í % af viðmiði □	44,7		48,0	53,2	53,2	61,7	53,6	61,9	54,5	59,2	53,1		68,8	72,3	72,3	88,4	79,4	86,3	79,6	88,6	100
% brot í plastblendi §	0		0	0	4	6	6	7	5	7	0		3	7	11	13	13	19	14	19	

- *) h: Bindiefni hert áður en viðgert var með nýju plastblendi
óh: Bindiefni óhert þegar gert var við með nýju plastblendi
- ‡) Meðaltals mikró-togbindistyrkur í MPa (SD meðalfrávik)
-) Prósent af mikró-togbindistyrk í MPa af viðmiðs sýnum (control)
- §) Prósent af sýnum sem brotnuðu í plastblendi (cohesive)
- #) Í hópum A1b and B1b slitnuðu allir plastblendi kubbarnir í bindiefnis línunni þegar þeir voru losaðir úr mótinu

Tafla 4. Hópur A, Slípað með silikon karbíð sandpappír. Niðurstöður tölfraðilegra útreikninga á muninum milli undirhópa.

A2a	A2b	A3a	A3b	A4a	A4b	A5a	A5b	
*	***	***	***	***	***	***	***	A1a
	***	**	***	***	***	***	***	A2a
		ns	***	ns	***	ns	***	A2b
			***	ns	***	ns	**	A3a
				***	ns	***	ns	A3b
					***	ns	ns	A4a
						***	ns	A4b
							*	A5a
								A5b

* = p<0.05, **=p<0.01, ***= p<0.001, ns= p>0.5

Tafla 5. Hópur B, Slípað með silikon karbíð sandpappír + bis-sílan. Niðurstöður tölfraðilegra útreikninga á muninum milli undirhópa.

B2a	B2b	B3a	B3b	B4a	B4b	B5a	B5b	
***	***	***	***	***	***	***	***	B1a
	ns	***	***	***	***	***	***	B2a
		***	***	**	***	**	***	B2b
			*	ns	ns	ns	*	B3a
				***	ns	***	ns	B3b
					**	ns	***	B4a
						**	ns	B4b
							***	B5a
								B5b

* = p<0.05, **=p<0.01, ***= p<0.001, ns= p>0.05

Tafla 6. Ekki sílan á móti sílan. Niðurstöður tölfraðilegra útreikninga á mun milli undirhópa.

Samanburður	P gildi
A1a/B1a	P<0.001
A2a/B2a	P<0.001
A2b/B2b	P<0.001
A3a/B3a	P<0.001
A3b/B3b	P<0.001
A4a/B4a	P<0.001
A4b/B4b	P<0.001
A5a/B5a	P<0.001
A5b/B5b	P<0.001

Alls fengust 51-66 nothæfir stautar fyrir hvern undirhóp, eða samtals 1179. Meðal togstyrkur samanburðar plastblendistauta var $62,2 \pm 5,29$ MPa. Hæsti meðal togstyrkur í viðgerðahópum var í hópi B5b, One Step Plus, bindiefni óhert ($55,1 \pm 10,12$), og B3b, Scotchbond Universal, óhert ($55,0$ MPa $\pm 8,71$) og litlu minna í hópi B4b, Clearfil SE, bindiefni óhert. ($53,7$ MPa $\pm 9,10$), allir með sandpappír + bis-sílan yfirborðsmeðferð. Viðgerðarstyrkur nemur í sömu röð 88,6%, 88,4% og 86,3% af styrk samanburðar plastblendis. Ekki var tölfraðilega marktækur munur milli þessara þriggja hópa ($p > 0,05$). Meðalstyrkur viðmiðunar plastblendis var hins vegar marktækt meiri en sterkasti viðgerðarstyrkurinn ($p < 0.001$). Viðgerðarhópur með lægsta meðal togstyrk var hópur A1a, Adper Scotchbond Multi-Purpose, silikon sandpappír + bindiefni hert, ($27,8$ MPa $\pm 4,04$). Þetta nemur aðeins 44,7% af styrk viðmiðunar plastblendisins.

Með því að herða ekki bindiefni áður en nýju plastblendi er bætt á gamlað plastblendi, jókst bindistyrkur marktækt hjá öllum tegundum bindiefna nema hjá hópi B2, Adper Scotchbond Multi-Purpose Adhesive. Hjá öllum bindiefnum í A hópi, slípað með sandpappír, var munur mjög marktækur ($p < 0,001$). Í hópi B, slípað með silikon sandpappír + bis-sílan, var munurinn mjög marktækur hjá One step Plus ($p < 0,001$) meðan marktæknin var nokkuð minni hjá Clearfil SE ($p < 0,01$) og Adper Scotchbond Universal ($p < 0,05$). Auk þessa, jók bis-sílan meðferð eftir slípun með silikon karbíð sandpappír marktækt míkro-togþolsstyrk hjá öllum bindiefnum, bæði í hertu og óhertu hópunum. Undantekning frá þessu er Adper Scotchbond Multi-Purpose óhert, bæði með og án bis-sílans (hópar A1b og B1b), þar sem allir kubbar slitnuðu sundur þegar þeir voru fjarlægðir úr Teflon® móti.

Þykkt á hertu bindilagi mældist 5µm. hjá Clearfil SE

og 20µm. hjá Adper Scotchbond Universal og One Step. Þykktin á hertu bindilagi hjá Adper Scotchbond Multi-Purpose með og án grunns (Primer) var misþykkari en hjá öðrum bindiefnum, en var í stórum dráttum u.þ.b. 175µm. Í hópum þar sem bindiefni var óhert við viðgerð, virtist nýja plastblendið vera þétt við það gamlaða, þannig að bindiefnislína sást varla eða ekki undir smásjá.

Hlutfall stauta sem brotnuðu í plastblendi (cohesive) er sýnt í Töflu 2. Öll brotin í plastblendi voru í gamlaða plastblendinu. Brot í plastblendi voru helst í viðgerðarhópum sem höfðu hæstan viðgerðarstyrk. Flest brot í plastblendi voru í hópum B4b og B5b (19%), sem eru hópar sem sýndu hæstan viðgerðarstyrk. Í hópi A, slípað með silikon sandpappír, slitnuðu allir eða nánast allir stautar í límingu þegar Adper Scotchbond Multi-Purpose var notað.

Umræða

Það hefur sýnt sig að tannlæknar kjósa að nota sömu aðferðir við að setja í fyllingar og gera við þær. Notkun demantsbora til að fjarlægja gallaða hlutann, síruæting og tannbeinsbindiefni á yfirborð virðist vera algengasti undirbúningur á gamalli plastblendifyllingu sem gera skal við (5). Þetta er líka algengasta aðferð sem kennd er við flesta tannlæknaskóla (2,3,23,28).

Í þessari rannsókn er metin sú tilgáta að því þynnra sem bindilagið milli gamla og nýja plastblendisins er, þeim mun sterkari verðu binding, eins og fjallað er um í niðurstöðum fyrri rannsóknar höfunda (13). Þar sem líklegt er talið að bindiefnislagið sé veikasti hlekkur í viðgerðri fyllingu, má ætla að við það að þynna þetta lag verði gamla og nýja plastblendið næstum ein eining, líkt og lagt hefur verið til um límingu tannbrota við tennur (29). Með því að þrýsta nýju plastblendi inn í óharðnað bindiefnið, er hægt að segja að bindiefni verki sem bleytiefni sem fylli einungis hrufur í yfirborðinu. Niðurstöður þessarar rannsóknar sýna fram á marktæka aukningu í bindistyrk hjá öllum tannbeinsbindiefnahópum þegar bindiefnið er ekki hert áður en viðgerðarefni er komið fyrir, bæði með og án bis-sílan meðferðar, nema hjá Filtek Scotchbond Multi-Purpose, þriggja skrefa (Tafla 3). Við smásjárskoðun var bindilagið ekki sýnilegt hjá neinum hópi þar sem bindiefni var ekki hert, sem bendir til mikillar nálægðar milli nýja og gamla plastblendis.

Allir plastblendiskubbar úr hópum A1b og B1b, Adper Scotchbond Multi-Purpose óhert, mistókust og slitnuðu þegar verið var að fjarlægja kubba úr móti. Bindiefnið er í hópi þeirra efna sem hafa gegnum árin gefið mjög góða raun og sýnt ágætan árangur í klínískum rannsóknum á jaxlafyllingum úr plastblendi (30). Bilunin varð í límlagi sem

virtist ekki hafa hvarfast almennilega. Höfundar telja að viðgerðarplastblendið hafi þrýst bindiefninu burt, þannig að plastblendið hafi verið í beinni snertingu við grunninn (primer). Því hafi myndast ammóníum úr acrylsýru- og ítónsýruhópum úr samfjölíðungum (copolymer) í grunninum, sem hafi gert tertíer amín í ljósherðingarhvatakerfi viðgerðarplastbendis óvirkt og þannig hindrað fjölíðun þess í snertingu við grunninn (31,32).

Nauðsynlegt er að fjarlægja örlítið af yfirborði gamals plastbendis með demantsbor til að hreinsa og gera yfirborðið hrjúft, og þar með skapa aukna festu með míkro-undirskurði í hrufum. Í in-vitro rannsóknum á viðgerð plastblendifyllinga fæst staðlað yfirborð með því að slípa yfirborð með silikonkarbíð sandpappír sem líkir eftir grófleika á miðlungs grófum demantsbor. Með forrannsókn kom í ljós að með Profilometer að sandpappír nr. 320 gaf svipaðan grófleika og miðlungsgrófur bor. Tannbeinsbindiefni sem voru valin til rannsókna eru þekkt bindiefni á markaði í dag. Adper Scotchbond Multi-Purpose er þriggja skrefa æta og skola kerfi og Clearfil SE tveggja skrefa sjálfætandi kerfi, bæði með vatnsbundnum grunni. Adper Scotchbond Universal er vatns/etanól bundið meðan One Step er vatns/asetón bundið; bæði sjálfætandi einnar flösku kerfi. Adper Scotchbond Universal inniheldur einnig lítið magn af sílan. Sjálfætandi bindiefnin þrjú gáfu gegnum sneitt hærrí viðgerðarstyrk en Filtek Multi-Purpose. Þrátt fyrir töluverðan mun í samsetningu einliðunga og leysiefna, gáfu öll þrjú sjálfætandi bindiefnin svipaðar niðurstöður í bindistyrk. Í nýlegri rannsókn á bindistyrk með þverklippiaðferð (shear testing) gaf Filtek Scotchbond Universal, sem inniheldur örlítið sílan, svipaðan viðgerðarstyrk og Clearfil SE, þar sem bis-sílan hafði verið borið áður á plastblendið (17). Sú niðurstaða er í andstöðu við okkar niðurstöður, þar sem bæði efni gáfu svipaðan bindistyrk, með og án bis-sílan.

Sílan eykur bindistyrk við kísiltengd efni (33). Rannsóknir á notkun sílan við viðgerðir plastblendis hafa verið misvísandi, en niðurstöður sýna að sílan auki, minnki eða hafi engin áhrif á viðgerðarstyrk (13,17,20,21,33-35).

Í fyrri rannsókn höfunda fékkst besti viðgerðarstyrkur með slípun með silikonkarbíð sandpappír, sílan meðferð, auk bindiefnis sem gaf þunnt bindilag (13). Sílanmeðferð er einföld og örugg aðgerð sem krefst ekki sérstakra tækja eða tóla. Í þessari rannsókn jók sílanmeðferð marktækt μ -togpolsstyrk hjá öllum bindiefnum og herðingaraðferðum (Tafla 6). Sílan eitt og sér getur ekki komið í stað tannbeinsbindiefnis sem bleytiefni sem fyllir upp í hrufur og bólur á yfirborði plastblendis (23). Sílan er fyrst og fremst tengimiðill sem eykur viðlöðun og bindingu (36).

Í flestum rannsóknum sem meta áhrif sílans á bindistyrk, er einnar flösku for-vatnsrofið (pre-hydrolyzed) efni notað (12,20,21,34,35,37). Eftir opnun flösku hefur efnið lítið geymsluþol og gæti innan nokkurs tíma orðið gruggugt og tapað eiginleikum sínum. Í þessari rannsókn var notað tveggja flösku kerfi þar sem óvatnsrofið sílan í etanóli er í annarri flöskunni og ediksýra í hinni (33). Með því að blanda vökvunum saman hefst vatnsrof (hydrolysis) sílans og fersk blanda er tilbúin til notkunar. Notkun tveggja flösku kerfis tryggir ávalt ferska blöndu af sílani og lengir líftíma þess verulega. Lundvall et al. mældu marktækt hærrí bindistyrk við postulínsviðgerð með plastblendi þegar tveggja þátta bis-sílan var notað, meðan hópurnir sem fékk einnar flösku sílan og hópurnir sem var án sílans gáfu svipaðan bindistyrk (38). Graiff et al. fundu að binding milli plastsements til að festa krónur og tannbeins minnkaði ekki þótt sílan færi á tannbeinið (39).

Möguleikinn að fá efnatengi við plastblendi minnkar hægt og sígandi með tímanum vegna eftir-hvörfunar (post-curing) og vatnsupptöku sem leiðir til niðurbrots tvíbindinga, þannig að karboxýl hópum sem geta hvarfast við nýtt plastblendi fækkar (8,9,40). Við in-vitro rannsóknir á viðgerðar bindistyrk er mikilvægt að geyma plastblendisýni og hraða öldrun þeirra með geymslu í vatni nógu lengi auk hita/kæli meðferðar (thermal cycling), til að eiga möguleika á að fá martækar niðurstöður. Nýleg samantekt á slíkum rannsóknum gefur til kynna að oft sé mjög stuttur tími frá því að grunnsýni eru búin til, þau viðgerð og bindistyrkur mældur (37). Í 88% rannsókna var plastblendið sem líma átti við einungis gamlað með geymslu í vatni, og í 44% rannsókna einungis í 48 klst. eða minna, án nokkurrar annarrar gömlunar eins og hita/kæli meðferðar. Svo stuttur geymslutími leiðir til ofmats á bindistyrk og gerir samanburð á áhrifum yfirborðsmeðferða ómarkvissan. Hjá sex mismunandi plastblendisýnum sem voru geymd í vatni í nokkra daga mældust 25% - 48% metakrýl hópa óhvarfaðir (41). Sýnt hefur verið fram á að við þurrar aðstæður fer viðgerðarstyrkur ekki að lækka fyrr en plastblendið hefur verið geymt í 14 daga (25). Það kom því á óvart að í nýlegri kerfisbundinni greiningu (meta analysis) á rannsóknum á viðgerðarstyrk, voru kröfur höfunda um hæfi rannsókna einungis 24 tíma geymsla í vatni á viðgerðum plastblendikubbum (37). Önnur skráttin krafa í samantektinni var um viðmiðunarhóp, sem væri annaðhvort með ómeðhöndlað yfirborð eða slípað með demanti eða sandpappír án nokkurs bindilags. Við viðgerð á gömlu plastblendi koma bæði þessi yfirborð aldrei til greina klínískt og þjóna því ekki sem viðmið. Í rannsóknum

á plastblendi á tilraunastofum er ómeðhöndlað yfirborð oftast það sem fæst undan Mylar™ matrixu bandi, þar sem einungis resin er á yfirborðinu. Þegar gert er við plastblendi er yfirborðið nánast altaf það sem fæst eftir demantsbor, og þá er helmingur yfirborðsins slípuð fyllikorn og hinn hluti plastefni. Við klínískar aðstæður er hluti af viðgerð oftast líka í snertingu við tannvef, þannig að í öllum tilfellum er notkun bindiefnis nauðsynleg. Í þessari rannsókn var ákváðið að nota sem viðmið mesta hugsanlega viðgerðarstyrkleika og togstyrkleika plastblendis sem var gamlað eins og viðgerðakubbarnir. Það er óraunhæft að styrkleiki nýs plastblendis náist, þar sem plastblendi tapar styrk með tímanum (13). Meðan ekki er neinn staðall eða samkomulag meðal rannsækenda hvernig og hve lengi skuli gamla plastblendi, telja höfundar að samanburður milli rannsókna verði raunhæfari þegar togstyrkur jafn gamlaðs plastblendis og er í viðgerðarkubbum er notað sem viðmið (control).

Undirbúningur og tilbúningur stauta og framkvæmd μ -togbolsprófa er mikilvægur til að fá réttar niðurstöður, því sýnt hefur verið fram á að brot á prófunarstautnum geta verið háð framkvæmdinni (42). Viðgerðarstyrkur er sá kraftur sem þarf til að prófunarstauturinn brotni. Ef mörg eða meirihluti sýna brotna í plastblendinu, gefur það litla hugmynd um hinn eiginlega viðgerðarstyrk. Það hefur því miður verið raunin í mörgum rannsóknum (15,20,21,34,47,48). Þannig var það í nýlegri rannsókn þar sem yfir 90% sýna brotnuðu í plastblendinu og höfundarnir ályktuðu að sílan bætti ekki viðgerðarstyrk (20). Svona yfirlýsingar eru vægast sagt mjög villandi og byggðar á rangtúlkun á niðurstöðum.

Í nýlegri yfirlitsgrein kom fram að af öllum rannsóknum á viðgerðarstyrk plastblendis notuðu 60% rannsóknaraðila þverklippi (shear testing) aðferð við styrkmælingar (37). Margir höfundar hafa gagnrýnt þessa aðferð þar sem hún valdi streitubéttni (stress concentration) í gamlaða og nýja plastblendinu, sem valdi því að brotið verði fremur þar en í bindiefnislaginu (26,43). Heintze ráðlagði að hætt yrði að nota þverklippi aðferð vegna ófullnægjandi og ójafnrar streitudreifingar og lítillar fylgni við klínískar niðurstöður (44). Þessi gagnrýni hefur leitt til aukinnar notkunar á μ -togbolsprófi, sem krefst miklu meiri vinnu og tíma, en er talin dreifa streitu betur um prófunarstautana og beina togkraftinum þannig að streitubéttinn verði mest í límingunni sem verið er að prófa (45,46). Eliasson et al. (13) þróaði og kynnti endurbætt μ -togbolspróf sem er mun fljótlegra og auðveldara í framkvæmd, þar sem prófunarstautar eru límdir inn í hola enda 2 mm. tengiskrúfu sem eru tengdir við

sérútbúna langa víra sem eru festir við togbolsmælitækið, þannig að prófunarstautur liggur örugglega í beinni línu. Togkraftar sem beinast frá endum stauta gera það að verkum að kraftar dreifast jafnar og langsum eftir prófunarstautum. Það að langflestir stautar brotna í viðgerðarmótum styður þessa kenningu og niðurstöður því líklegri til að vera réttar. Samkvæmt niðurstöðum þessarar rannsóknar er öllum þessum rannsóknartilgátum hafnað.

Ályktun

Þessi rannsókn staðfestir fyrri niðurstöður höfunda, þar sem besta mikro-togstyrk er náð með því að nota nýblandað sílan og bindiefni sem gefur þunnt bindilag. Enn betri viðgerðarstyrkur fæst með aukinni nálægð á nýju og gömlu plastblendi, sem fæst með því að herða ekki bindiefnið áður en viðgerð fer fram. Viðgerðir á plastblendi verða þannig einfaldari og fljótlegri.

Hagsmunaárekstrar

Höfundar þessarar greinar votta að engin hagsmunatengsl eru við framleiðendur efna né tækja sem voru notuð við þessa rannsókn og að öll efni voru keypt á markaðsverði.

Grein þessi er að hluta byggð a grein höfunda: Effect of curing and silanizing on composite repair bond strength using an improved micro-tensile test method í Acta Biomater Odontol Scand. 2017;3(1):21–29.

Heimildir

1. Krejci I, Lieber CM, Lutz F. Time required to remove totally bonded tooth-colored posterior restorations and related tooth substance loss. *Dent Mater.* 1995;11(1):34-40.
2. Blum IR, Lynch CD, Wilson NH. Teaching of direct composite restoration repair in undergraduate dental schools in the United Kingdom and Ireland. *Eur J Dent Educ.* 2012;16(1):e53-8.
3. Blum IR, Lynch CD, Wilson NH. Teaching of the repair of defective composite restorations in Scandinavian dental schools. *J Oral Rehabil.* 2012;39(3):210-6.
4. Lynch CD, Blum IR, Frazier KB, et al. Repair or replacement of defective direct resin-based composite restorations: contemporary teaching in U.S. and Canadian dental schools. *J Am Dent Assoc.* 2012;143(2):157-63.
5. Staxrud F, Tveit AB, Rukke HV, et al. Repair of defective composite restorations. A questionnaire study among dentists in the Public Dental Service in Norway. *J. Dent.* 2016;52:50-54.
6. Brosh T, Baharav H, Gross O, et al. The influence of surface loading and irradiation time during curing on mechanical properties of a composite. *J Prosthet Dent.* 1997;77(6):573-7.
7. Malacarne J, Carvalho RM, de Goes MF, et al. Water sorption/solubility of dental adhesive resins. *Dent Mater.* 2006;22(10):973-80.
8. Lagouvardos PE, Pissis P, Kyritsis A, et al. Water sorption and water-induced molecular mobility in dental composite resins. *J Mater Sci Mater Med.* 2003;14(9):753-9.
9. Tarumi H, Torii M, Tsuchitani Y. Relationship between particle size of barium glass filler and water sorption of light-cured composite resin. *Dent Mater J.* 1995;14(1):37-44.
10. Gordan VV, Garvan CW, Blaser PK, et al. A long-term evaluation of alternative treatments to replacement of resin-based composite restorations Results of a seven-year study. *J Am Dent Assoc.* 2009;140(12):1476-84.

11. Fernandez EM, Martin JA, Angel PA, et al. Survival rate of sealed, refurbished and repaired defective restorations: 4-year follow-up. *Braz Dent J.* 2011;22(2):134-9.
12. Ozcan M, Koc-Dundar B. *J Adhes Sci Technol.* 2014;28(21):2209-29.
13. Eliasson ST, Tibballs J, Dahl JE. Effect of different surface treatments and adhesives on repair bond strength of resin composites after one and 12 months of storage using an improved microtensile test method. *Oper Dent.* 2014;39(5):E206-16.
14. Hamano N, Chiang YC, Nyamaa I, et al. Effect of different surface treatments on the repair strength of a nanofilled resin-based composite. *Dent Mater J.* 2011;30(4):537-45.
15. Maneenu C, Sakoolnamarka R, Tyas MJ. The repair potential of resin composite materials. *Dent Mater.* 2011;27(2):e20-e27.
16. Özcan M, Barbosa SH, Melo RM, et al. Effect of surface conditioning methods on the microtensile bond strength of resin composite to composite after aging conditions. *Dent Mater.* 2007;23(10):1276-82.
17. Staxrud F, Dahl JE. Silanising agents promote resin-composite repair. *Int Dent J.* 2015;65(6):311-15.
18. Imbery TA, Gray T, DeLatour F, et al. Evaluation of flexural, diametral tensile, and shear bond strength of composite repairs. *Oper Dent.* 2014;39(6):E250-60.
19. Tantbirojn D, Fernando C, Versluis A. Failure Strengths of Composite Additions and Repairs. *Oper Dent.* 2015;40(4):364-71.
20. Cho SD, Rajitangson P, Matis BA, et al. Effect of Er,Cr:YSGG laser, air abrasion, and silane application on repaired shear bond strength of composites. *Oper Dent* 2013;38(3):E1-9.
21. da Costa TRF, Serrano AM, Atman APF, et al. Durability of composite repair using different surface treatments. *J Dent.* 2012;40(6):513-21.
22. Ozcan M, Corazza PH, Marocho SMS, et al. Repair bond strength of microhybrid, nanohybrid and nanofilled resin composites: effect of substrate resin type, surface conditioning and ageing. *Clin Oral Investig.* 2013;17(7):1751-58.
23. Barcellos DC, Santos VMM, Niu LN, et al. Repair of composites: Effect of laser and different surface treatments. *Int J Adhes Adhes.* 2015;59:1-6.
24. Coelho PG, Calamia C, Harsono M, et al. Laboratory and FEA evaluation of dentin-to-composite bonding as a function adhesive layer thickness. *Dent Mater.* 2008;24(10):1297-303.
25. Dall'Oca S, Papacchini F, Goracci C, et al. Effect of oxygen inhibition on composite repair strength over time. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 2007;81(2):493-8.
26. Van Noort R, Noroozi S, Howard IC, et al. A critique of bond strength measurements. *J Dent.* 1989;17(2):61-7.
27. ISO/TS 11405:2015, Dentistry - Testing of adhesion to tooth structure. 3rd. ed. ed. Geneva, Switzerland: International Standard Organization.
28. Blum IR, Schriever A, Heidemann D, et al. The repair of direct composite restorations: an international survey of the teaching of operative techniques and materials. *Eur J Dent Educ.* 2003;7(1):41-8.
29. Lise DP, Vieira LCC, Araujo E, al. Tooth Fragment Reattachment: The Natural Restoration. *Oper Dent.* 2012;37(6):584-90.
30. Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, et al. Buonocore Memorial Lecture - Adhesion to enamel and dentin: Current status and future challenges. *Oper Dent.* 2003;28(3):215-35.
31. IE. R. Monomer systems and polymerization. Utrecht: Peter Szulc Publishing Co.; 1998.
32. Nie J, Linden LA, Rabek JF, et al. A reappraisal of the photopolymerization kinetics of triethyleneglycol dimethacrylate initiated by camphorquinone-N,N-dimethyl-p-toluidine for dental purposes. *Acta Polym.* 1998;49(4):145-61.
33. Lung CYK, Matinlinna JP. Aspects of silane coupling agents and surface conditioning in dentistry: An overview. *Dent Mater.* 2012;28(5):467-77.
34. Rodrigues SA, Jr., Ferracane JL, Della Bona A. Influence of surface treatments on the bond strength of repaired resin composite restorative materials. *Dent Mater.* 2009;25(4):442-51.
35. Bonstein T, Garlapo D, Donarummo J, Jr., et al. Evaluation of varied repair protocols applied to aged composite resin. *J Adhes Dent.* 2005;7(1):41-9.
36. Ozcan M, Matinlinna JP, Vallittu PK, al. Effect of drying time of 3-methacryloxypropyl-trimethoxysilane on the shear bond strength of a composite resin to silica-coated base/noble alloys. *Dent Mater.* 2004;20(6):586-90.
37. Valente LL, S-OR, Concalves AP, Fernandes E., et al. Repair bond strength of dental composites: systemic review. *Int J Adhes. and Adhes.* 2016;69:15-26.
38. Lundvall PK, Ruyter E, Ronold HJ, et al. Comparison of Different Etching Agents and Repair Materials Used on Feldspathic Porcelain. *J Adhes Sci Technol.* 2009;23(7-8):1177-86.
39. Graiff L. PC, Vigolo, P., Mason PN. Shear bond strength between felspatc CAD/CAM ceramic and human dentine for two adhesive cements. *J Prosthodont.* 2008;17:294-9.
40. Burtscher P. Stability of Radicals in Cured Composite-Materials. *Dent Mater.* 1993;9(4):218-21.
41. Ruyter IE, Svendsen SA. Remaining Methacrylate Groups in Composite Restorative Materials. *Acta Odontol Scand.* 1978;36(2):75-82.
42. Gregory WA, Pounder B, Bakus E. Bond strengths of chemically dissimilar repaired composite resins. *J Prosthet Dent.* 1990;64(6):664-68.
43. Della Bona A, van Noort R. Shear vs. tensile bond strength of resin composite bonded to ceramic. *J Dent Res.* 1995;74(9):1591-6.
44. Heintze SD. Clinical relevance of tests on bond strength, microleakage and marginal adaptation. *Dent Mater.* 2013;29(1):59-84.
45. Scherrer SS, Cesar PF, Swain MV. Direct comparison of the bond strength results of the different test methods: A critical literature review. *Dent Mater.* 2010;26(2):E78-E93.
46. Pashley DH, Carvalho RM, Sano H, et al. The microtensile bond test: a review. *J Adhes Dent.* 1999;1(4):299-309.
47. Loomans BA, Cardoso MV, Roeters FJ, et al. Is there one optimal repair technique for all composites? *Dent Mater.* 2011;27(7):701-9.
48. Hamano N, Chiang YC, Nyamaa I, et al. Repair of silorane-based dental composites: Influence of surface treatments. *Dent Mater.* 2012;28(8):894-902.

English Summary

Effect of silanizing and light curing on composite repair strength

SIGFUS THOR ELIASSON, DDS, MSD, PROFESSOR EMERITUS, FACULTY OF ODONTOLOGY, UNIVERSITY OF ICELAND, REYKJAVIK, ICELAND, VISITING SCIENTIST, NORDIC INSTITUTE OF DENTAL MATERIALS, OSLO, NORWAY
JON E. DAHL, DDS, DR ODONT DSC, DIRECTOR, NORDIC INSTITUTE OF DENTAL MATERIALS, OSLO, NORWAY,
PROFESSOR, SCHOOL OF DENTISTRY, UNIVERSITY OF OSLO, NORWAY

ICELANDIC DENT J 2021; 39(2): 12-21

doi: 10.33112/tann.39.2.1

Objectives: To evaluate the micro-tensile repair bond strength between aged and new composite, using silane and adhesives that were cured or left uncured when new composite was placed.

Methods: Eighty Filtek Supreme XLT composite blocks and four control blocks were stored in water for two weeks and thermo-cycled. Sandpaper ground, etched and rinsed specimens were divided into two experimental groups: A, no further treatment and B, the surface was coated with bis-silane. Each group was divided into subgroups: (1) Adper Scotchbond Multi-Purpose, (2) Adper Scotchbond Multi-Purpose adhesive, (3) Adper Scotchbond Universal, (4) Clearfil SE Bond and (5) One Step Plus. For each adhesive group, the adhesive was (a) cured according to manufacturer's instructions or (b) not cured before repair. The substrate blocks were repaired with Filtek Supreme XLT. After aging, they were serially sectioned, producing 1.1 x 1.1 mm square test rods. The rods were prepared for tensile testing and tensile strength calculated at fracture. Type of fracture was examined under microscope.

Results: Leaving the adhesive uncured prior to composite repair placement increased the mean tensile values statistically significant for all adhesives tested, with or without silane pretreatment. Silane surface treatment improved significantly ($p < 0.001$) tensile strength values for all adhesives, both for the cured and uncured groups. The mean strength of the control composite was higher than the strongest repair strength ($p < 0.001$).

Conclusions: Application of freshly made silane and a thin bonding layer, rendered higher tensile bond strength. Not curing the adhesive before composite placement increased the tensile bond strength.

Keywords: Silane, adhesive, micro-tensile strength, composite

Correspondence: Sigfus Þór Eliasson, e-mail: sigfuse@hi.is