

# Áhrif sílans og sýrugels mengunar á $\mu$ -togbindistyrk við plastblendi og tannbein



**SIGFÚS ÞÓR ELÍASSONS**, CAND. ODONT., MSD, PRÓFESSOR EMERITUS, TANNLÆKNADEILD HÁSKÓLA ÍSLANDS, FYRRUM GESTAVÍSINDAMAÐUR, NIOM, ÓSLÓ, NOREGI.

ORCID ID: 0009-0005-9600-1116

**JON E. DAHL**, CAND. ODONT., DR. ODONT, FYRRUM FORSTÖÐUMAÐUR NIOM, PRÓFESSOR EMERITUS, TANNLÆKNADEILD HÁSKÓLANS Í ÓSLÓ, NOREGI.

ORCID ID: 0000-0003-3018-734X

TANNLÆKNABLAÐIÐ 2025; 43(1): 10-20

doi: 1033112/tann.43.1.1

## ÁGRIP

**Tilgangur:** Að rannsaka hvort sýrugels mengun á sílanbornu plastblendi hafi áhrif á viðgerðarstyrk og hvort sílanmengun tannbeins hafi áhrif á bindistyrk plastblendis við tannbein.

**Efni og aðferðir:** Fjörutíu Filtek Supreme XTE plastblendikubbum, geymdum í vatni í 4 vikur og prófunar yfirborð slípað með #320 sílíkon sandpappír, var skipt í fjóra hópa. Bis-Sílan™ var borið á yfirborð sýna í hópum 1 – 3, sem var síðan mengað með sýrugeli sem var skolað burt með vatni í hópi 1, yfirborð bara skolað með vatni í hópi 2, og sílanborið yfirborð ekki mengað í hópi 3. Slípað yfirborð sýna í hópi 4 var hvorki sílanborið né mengað. Okklúsál þriðjungur var skorinn af 60 endajöxlum, yfirborðið slípað flatt inn í tannbein með #320 sílíkon sandpappír og tönnum skipt í þrjá hópa, A, B, og C. Eftir sýru ætingu, voru fletir í hópum A og B mengaðir með Bis-Sílan™, en ekki í hópi C. Mengað yfirborð í hópi A var endur-ætt með sýrugeli. Plastblendi/plastblendi og tannbeins/plastblendi hópum var skipt í tvennt, og fengu annað hvort Filtek Scotchbond 1XT eða Clearfil SE Bond 2 bindiefni og síðan Filtek Supreme XTE plastblendi uppbyggingu. Eftir geymslu í vatni í 3 mánuði, voru sýnin skorin niður í 1,1 x 1,1 mm. stauta,  $\mu$ -togþol mælt við brot í Newtonum og togbindistyrkur reiknaður í MPa. Brotflötur var skoðaður í smásjá og tegund brots skráð.

**Niðurstöður:** Viðgerðarstyrkur jókst verulega þegar plastblendi var sílanborið. Mengun með sýrugeli lækkaði viðgerðarstyrk. Svipuð útkoma fékkst fyrir bæði bindiefni. Mengun tannbeins með sílan lækkaði bindistyrk við plastblendi. Hvorki enduræting né vatnsúði hafði áhrif á lækkaðan bindistyrk. Flestir stautar ( $\geq 85\%$ ) brotnuðu í bindiefni.

**Ályktun:** Sílanmengun á ætuðu tannbeini og mengun með sýrugeli á sílanbornu gömluðu plastblendi lækkaði marktækt viðgerðarstyrk við nýtt plastblendi. Vatnsmengun á sílanbornu plastblendi hefur ekki marktæk áhrif á  $\mu$ -togbindi viðgerðarstyrk.

**Lykilorð:** tannbeinsbindiefni, viðgerðir fyllinga, togstyrkspróf, sílan, tannsýrugel.

## INNGANGUR

Framfarir á tannbindiefnum hefur breytt tannviðgerðum úr tannskurðar aðferðum G. V. Blacks („extension for prevention“) í lágmarks tannskurð við gerð tannfyllinga, þar sem marmiðið er að fjarlægja eins lítinn tannvef og mögulegt er (1,2). Hluti af þessari hugmyndafræði er að gera frekar við bilaðan hluta fyllingar fremur en fjarlægja alla fyllinguna (3-5). Kennsla viðgerða eða endurbóta á biluðum eða slitnum plastblendi fyllingum hefur á þessari öld verið tekin upp í námsskrá flestra betri tannlæknaskóla (6, 7). Það hefur einnig verið sýnt fram á að viðgerðir á plastblendi fyllingum eykur endingu (8), jafnvel þannig að ending viðgerða og alveg endurnýjaðra fyllinga er sambærileg (9-11). FDI (Fédération Dentaire Internationale, World Dental Federation) hefur nýlega gefið út stefnuyfirlýsingu um viðgerðir fyllinga (12). Þar er sagt að framfarir í notkun bindiefna við tannfyllingu hafi gert viðgerðir á fyllingum að órjúfanlegum hluta af lágmarks tannskurði og að viðgerðir fyllinga stuðli að aukinni endingu eða lifun tanna,

Síðan plastblendi kom fyrst á markað, hafa vísindamenn leitað leiða til að gera við fyllingar með því að bæta nýju plastblendi við það gamla (13). Nýtt plastbendi getur mögulega bundist með því að læsast í ör-undirskurði í hrufum í demantsskoru gamla plastblendinu, og fræðilega séð einnig með efnatengingu við ólífræn fyllikorn og lífrænt plast (15). Fjöldi niðurstaðna hafa verið birtar úr rannsóknum á viðgerðarstyrk plastblendis, þar sem áhrif hinna mismunandi yfirborðsmeðferða hafa verið mæld (5, 13). Í flestum þessara rannsókna hefur tannbindiefni verið notað sem vætiefni. Höfundar þessarar greinar hafa gefið út nokkrar rannsóknarniðurstöður um viðgerðarstyrk milli nýs og gamals plastblendis. Meginniðurstöður eru að sterkasti viðgerðarstyrkurinn fáist með því að hrjúfa gamla plastblendið með demanti og hreinsa með hefðbundinni sýruætingu, bera tveggja þátta bis-sílan á yfirborðið og síðan tannbindiefni sem gefur mjög þunnt lag (4, 5, 14).

Í flestum tilfellum þar sem plastblendi fyllingar hafa bilað, nær viðgerðin ekki aðeins yfir gamalt plastblendi yfirborð, heldur einnig tannvef, sem flækir viðgerðarferlið. Sílan, sem eykur bindingu við gamalt plastblendi, getur óvart borist yfir á tannvef og sýrugel, sem er notað á tannvef, gæti eins borist yfir á sílanborið plastblendið, þannig að kross mengun getur átt sér stað. Yfirborð sem mengast óvart, t.d. með munnvatni við ísetningu fyllinga hefur töluvert verið rannsakað (15-20), meðan áhrif sílan mengunar og önnur kross mengun við viðgerðir á fyllingum hefur hlotið minni athygli í fræðiritum. Við leit fundust fáar greinar þar sem áhrif sílan mengunar á tannbein var rannsakað.

Í tveim greinum var greint frá að mengun ætaðs tannbeins með sílani áður en bindiefni er borði á, hafi ekki áhrif á bindistyrk við plastblendi (21, 23). Aftur á móti var greint frá í öðrum tveimur greinum að mengun með sílani og fleiri yfirborðsmeðferðum eftir sýruætingu tannbeins, drægju marktækt úr bindistyrk við plastblendi (22, 24).

Tilgangur þessarar rannsóknar var að mæla áhrif yfirborðsmengunar á viðgerðarstyrk plastblendis og bindistyrk milli tannbeins og plastblendis. Prófaðar nýll tilgátur voru: 1). Mengun á sílanbornu plastblendi yfirborði með sýruætingu dregur ekki úr  $\mu$ -togpols viðgerðarstyrk og 2). Mengun á sýruættu tannbeinis yfirborði með bis-sílani dregur ekki úr  $\mu$ -togpolsstyrk við plastblendi.

## EFNI OG AÐFERÐIR

Efni notuð í þessari rannsókn eru skráð í töflu 1.

Tafla 1. Efni sem voru notuð í rannsókninni.

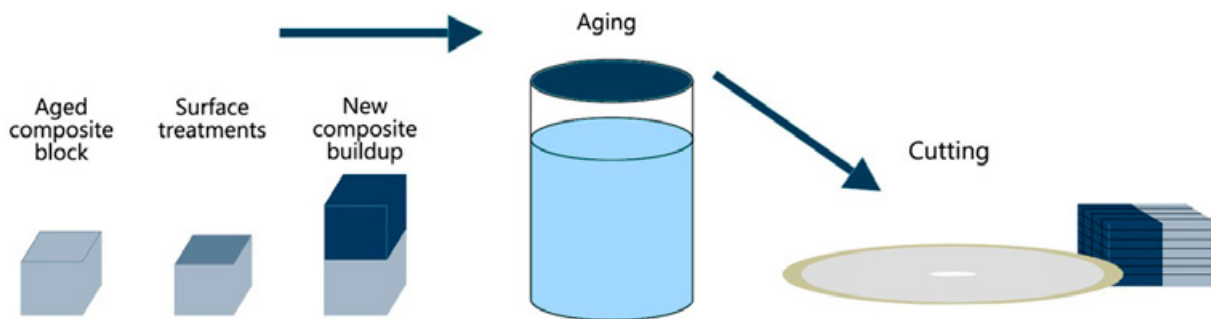
Table 1. Materials used in the investigation

Efni	Framleiðandi	Lotunúmer
Filtek™ Supreme XTE Universal Restorative shade A2B	3M ESPE Dental Products St. Paul, MN 55144-1000, USA	NA53220
Adper™ Scotchbond 1XT Adhesive	3M ESPE Dental Products St. Paul, MN 55144-1000, USA	NA43407
Clearfil™ SE Bond 2	Kuraray Europe GmbH, 65795 Hattersheim am Main, Germany	000091
Bis-Silane™ 2-part Porcelain primer	BISCO, Inc., Schaumburg, IL 60193, USA	Part A 1900002403 Part B 1900002404
Imprint™4 Light	3M Deutschland GmbH Dental Products, 41453 Neuss, Germany	7882765

## GERÐ SÝNA TIL MÆLINGA Á VIÐGERÐAR BINDISTYRK PLASTBLENDIS

Yfirlit yfir gerð, uppbyggingu og meðferð plastblendi kubba og prófunarstauta er sýnd á Mynd 1. Fjörutíu A2B Filtek Supreme XLT plastblendikubbar, 10 x 6,2 mm. á breidd og 8 mm. háir, voru byggðir upp í Teflon® móti samkvæmt fyrirmælum framleiðanda. Kubbarirnir 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). Ljós magn mældist 1100 mW/cm<sup>2</sup> (Norwegian Radiation Protection, Österaas, Norway).

Eftir ljósherðingu, voru allir plastblendi kubbarirnir strax settir í vatn og geymdir í fjórar vikur (25, 26). Til að fá yfirborð með stöðluðum grófleika, voru kubbarirnir slípaðir



Mynd 1. Skýringarmynd sem sýnir uppbyggingu, meðferð og gerð plastblendi/plastblendi sýna fyrir mælingar á viðgerðar  $\mu$ -togbindistyrk. Figure 1. Schematic illustration showing buildup and preparation of test specimens for the composite/composite repair  $\mu$ -bond strength measurements.

á öðrum endanum undir rennandi vatni í 5 sek. á silikon karbíð sandpappírs diskur með grófleika 320 (Struers, Copenhagen, Denmark), svipað og fæst með meðal grófum demantsbor (4). Slípað yfirborð allra plastblendi kubbanna var síðan hreinsað með því að bera á 37% fosfórsýru hlaup í 15 sek. sem var skolað burt með vatni í aðrar 15 sek. og síðan þurrkað varlega í 5 sek.

Kubbum var skipt af handahófi í 4 tilraunahópa (Tafla 2). Í hópum 1 – 3 var Bis-Silane™, sem er tveggja þátta sílan postulíns viðgerðar grunnur (BISCO Inc, Schaumburg, IL, Bandaríkjunum), borið á slípað yfirborðið. Þættir A og B voru blandaðir og vökvinn borinn á með litlum pensli í 30 sek. og síðan þurrkað varlega með lofti í 5-10 sek. til að leysirinn í efninu gufi upp. Í hópi 1) var sílanborið yfirborðið mengað með sýrugeli, síðan skolað með vatni og þurrkað varlega með lofti. Í hópi 2) var sílanborið yfirborðið einungis mengað með vatni og þurrkað með lofti. Í hópi 3) var

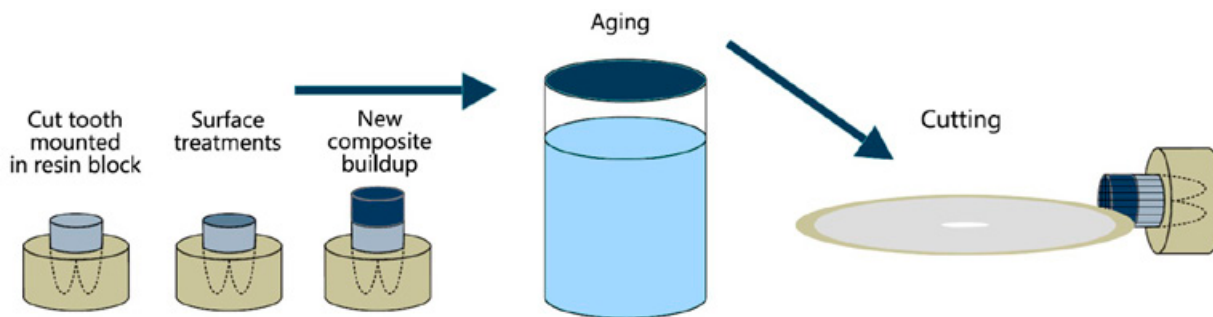
sílanborið yfirborðið ekki mengað. Í hópi 4) var yfirborðið hvorki sílanborið né mengað.

Hverjum hópi var síðan skipt í tvo undirhópa, þar sem var borið á a) Filtek Scotchbond 1XT, einnar þáttar æta og skola bindiefni, eða b) Clearfil SE Bond 2, tveggja þátta sjálfætandi bindiefni (Tafla 2). Meðferð, notkun og ljósherðing bindiefna var samkvæmt leiðbeiningum framleiðenda.

Upprunalega mótinu var næst smeygt varlega yfir hvern plastblendi kubb og fyrsta viðgerðar plastblendi laginu komið fyrir. Til að tryggja sem besta aðlögun viðgerðarplastsins, var efni sprautað á miðju kubbsins sem átti að gera við, því þrýst niður og út til hliða með litlum flötum spaða. Næst var framlengingarmóti hagrætt ofaná upprunalegu Teflon® móti og gömluðu plastblendi kubbarnar viðgerðir í þremur tveggja mm. lögum, þannig að 14 mm. plastblendi kubbar fengust. Viðgerðir plastblendi kubbar voru síðan geymdir í eimuðu vatni í þrjú mánuði (25, 26).

Tafla 2. Yfirlit yfir gerð, uppbyggingu og meðferð plastblendi/plastblendi kubba fyrir mælingu viðgerðar  $\mu$ -bindistyrks. Table 2. Experimental set-up for buildup and preparation of composite/composite blocks for measuring repair  $\mu$ -bond strength.

Grunn sýni	Supreme XLT litur A2 kubbar							
Gömlun	Geymsla í vatni í mánuð							
Yfirborðsmeðferð 1	Sandpappír 320 grid							
Yfirborðsmeðferð 2	Æting með sýru (37% fosfórsýru gel í 15 sek.) + skolað með vatni (15 sek.)							
Hópur – Yfirborðsmeðferð 3	1 - Bis-Silane		2 - Bis-Silane		3 - Bis-Silane		4 - Ekkert	
Mengun yfirborðs	Sýruæting + skolað með vatni		Skolað með vatni		Ekkert		Ekkert	
Yfirborðsmeðferð 4 (bindiefni borið á)	Adper Scotchb.1XT	Clearfil SE Bond 2	Adper Scotchb.1XT	Clearfil SE Bond 2	Adper Scotchb.1XT	Clearfil SE Bond 2	Adper Scotchb.1XT	Clearfil SE Bond 2
Heiti sýnahópa	1a	1b	2a	2b	3a	3b	4a	4b
Viðgerðar plastblendi	Filtek Supreme XLT litur A2							
Gömlun (ageing)	Geymsla í vatni í 3 mánuði							
Skurður	Viðgerðir plastblendikubbar raðskornir í 1,1 X 1,1 mm. prófunarstauta							
Fjöldi prófunarstauta	74	92	76	68	54	60	59	64



Mynd 2. Skýringarmynd sem sýnir undirbúning og meðferð tanna og uppbyggingu plastblendi sivalninga fyrir mælingar á  $\mu$ -togbindistyrk milli tannbeins og plastblendis.

Figure 2. Schematic illustration showing preparation of teeth and buildup of composite cylinders for  $\mu$ -bond strength measurements between dentin and composite.

## GERÐ SÝNA TIL MÆLINGA Á BINDISTYRK MILLI TANNBEINS OG PLASTBLENDIS

Yfirlit yfir gerð, uppbyggingu og meðferð tannbeins/plastblendi prófunarstauta er sýnd á mynd 2. Sextíu heilir endajaxlar, sem höfðu verið fjarlægðir í skurðaðgerð úr u.þ.b. tvítugum einstaklingum voru fengnir úr tannabanka NIOM, með leyfi til að notast í in-vitro rannsóknum (samþykkt af Vísindasiðanefnd Noregs, nr. 2014/457). Okklusal þriðjungur tannkrónanna var skorinn af þannig að allur glerungur var fjarlægður. Tönnin var síðan slípuð með #320 silikon karbíð sandpappír (Struers, Copenhagen, Denmark) undir rennandi vatni til að fá flatt tannbeinsyfirborð, eins og mælt er með af Academy of Dental Materials og ISO/TS 11405 staðli, Dentistry – testing of adhesion to tooth structure (27, 28). Næst var rótarhluta hvers tannar komið fyrir í miðju móts, 25 mm. í þvermál og 10 mm. hátt, sem var fyllt með sjálfharðnandi plasti.

Tönnunum sextíu var skipt af handahófi í þrjá hópa A, B og C (Mynd 3). Prófunarfletir allra tannanna voru sýruættir

með 37% fosförgeli í 15 sekúndur, skolaðir með vatni í 15 sekúndur og síðan þerraðir samkvæmt leiðbeiningum framleiðenda tannbindiefnanna sem notuð voru. Í hópum A og B voru sýruætuð yfirborðin menguð með Bis-Silane™, tveggja þátta sílan postulíns viðgerðar grunni. Hlutunum tveimur var blandað saman og borið á hvern prófunarflet með litlum bursta í 30 sekúndur og þurrkaði varlega með lofti í 5-10 sekúndur til að leysirinn í efninu gufi upp. Í hópi A var Bis-Silane™ borið á tannbeinið, endur sýruætað í 15 sek. og skolað með vatni í 15 sek. og síðan þurrkað.

Hverjum tilraunahópi (A, B, C) var síðan skipt frekar í tvo undirhópa, a og b, sem fengu mismunandi tannbindiefni, eins og fyrir plastblendi/plastblendi viðgerðirnar. Meðferð, notkun og ljósherðing bindiefna var samkvæmt leiðbeiningum framleiðenda eins og við plastblendi viðgerð (Tafla 3).

Með því að nota sérsniðið Teflon mót voru tennurnar byggðar upp eins og áður með plastblendi, sem leiddi til sivalninga, 10 mm. í þvermál og 6 mm. á hæð. Eftir

Tafla 3. Yfirlit meðferð tanna og uppbyggingu plastblendi sivalninga fyrir mælingu  $\mu$ -bindistyrks milli tannbeins og plastblendis.

Table 3. Experimental set-up for preparation of teeth and buildup of composite cylinders for measuring repair  $\mu$ -bond strength.

Yfirborðsmeðferð 1	Sandpappír, 320 grid					
Yfirborðsmeðferð 2	Æting með sýru (37% fosfórsýru gel í 15 sek.) + skolað með vatni (15 sek.) + þerra					
Hópur – Mengun yfirborðs	A - Bis - Silane		B - Bis - Silane		C - Ekkert	
Yfirborðsmeðferð 3	Sýruæting + skolað með vatni		Ekkert		Ekkert	
Yfirborðsmeðferð 4 (bindiefni borið á)	Adper Scotchb.1XT	Clearfil SE Bond 2	Adper Scotchb.1XT	Clearfil SE Bond 2	Adper Scotchb.1XT	Clearfil SE Bond 2
Undirhópar sýna	Aa	Ab	Ba	Bb	Ca	Cb
Viðgerðar plastblendi	Filtek Supreme XLT litur A2					
Gömlun (ageing)	Geymsla í vatni í 3 mánuði					
Skurður	Tennur uppbyggðar með plastblendi sivalningum og raðskornar í 1,1 X 1,1 mm. prófunarstauta					
Fjöldi prófunarstauta	129	155	160	151	138	141

ljósherðingu voru tannsynin geymd í eimuðu vatni í þrjá mánuði (25, 26).

## TOGPOLSPRÓF

Bæði plastblendi/plastblendi og tanna/plastblendi sýnin voru fest í sjálfvirkra skurðarvél með þunnu demantsblaði og vatnskælingu (Struers Secotom-60, Copenhagen, Denmark). Kubbarnir 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 (Mynd 1 og 2). Eftir fyrri skurðlinur á ás x var þunnfjótandi silikon mátefni (Permadyne Garant 2:1, 3M Espe Dental Products, MN, USA) sprautað í skurðflötinn til að styðja við plöturnar við seinni skurð eftir ás y. U.þ.b. 20 – 25 stautar fengust úr hverju sýni af báðum tegundum. Tilraunarstautarnir voru næst hreinsaðir í úthljóðstæki í 3 mín. í eimuðu vatni. Eftir hreinsun var hver stautur skoðaður undir smásjá (Nexius, Zoom, Euromex, Netherlands) 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).

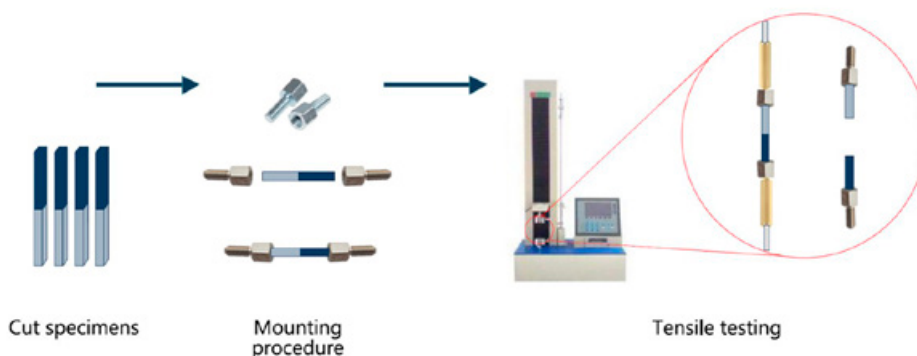
Togpolsviðgerðarstyrkur var mældur með endurbættri aðferð höfunda við festingu tilraunastauta við bindistyrksmælitæki, sem hefur verið lýst áður, og tryggir beinna tog og jafnari dreifingu togkrafta eftir lengdarás stautsins (Mynd 3) [4, 5, 14]. Stærð stautendanna, 1,1mm. X 1,1 mm., var valin til að passa í skrúfugatsenda 2 mm. tengiskrúfu, sem fást í venjulegum byggingavöruverslunum (ELRA AS, Oslo,

Norway). Báðir endar hvers tilraunastauts voru límdir inn í skrúfuenda tengiskúfunnar með cyanoakryl lími (Loctite 435, Henkel Norden, Gothenborg, Sweden). Sérstakt mót var útbúið til að tryggja réttan lengdarás skrúfa og tilraunastauts meðan lím harðnaði.

Hver stautur 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. Míkró-togstyrkur var mældur á toghraða 1 mm./min. Þangað til stautur slitnar. Togpolsstyrkur hvers stauts var reiknaður út í megapaskólum (MPa) með því að deila flatarmáli yfirborðs endafatar í mm<sup>2</sup>. í brotkraft mældan í Newtonum (N). Öllum tilraunastautum var haldið rökum allt rannsóknarferlið.

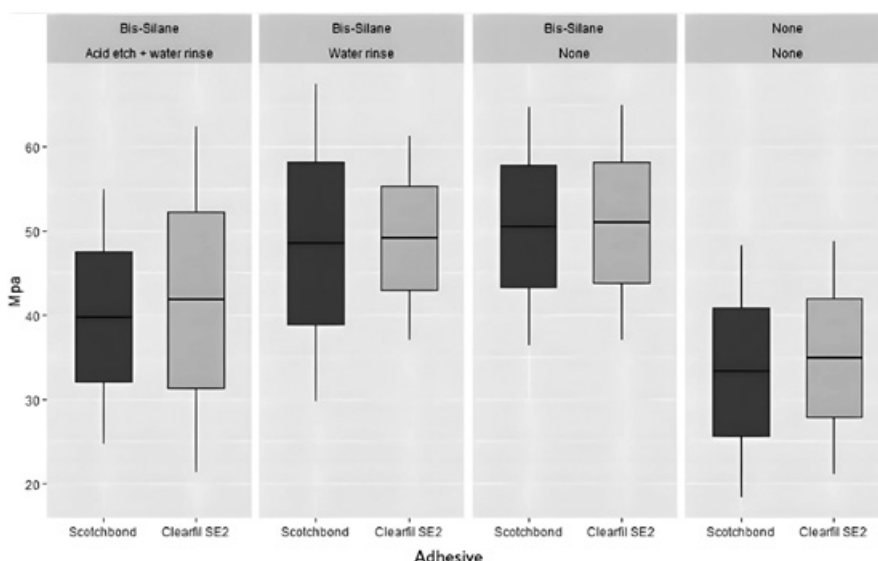
Brotfletir stauta voru skoðaðir í smásjá í 40% stækkun til að ákvarða hvort brotið væri límbrot (adhesive), brotlína væri við eða í bindiefni, eða samloðunarbrot (cohesive), brot væri í plastblendi eða tannbeini. Viðgerðarsvæði var skilgreint svæðið milli gamlaða plastblendis sem gert var við og hins nýja eða milli tannbeins og plastblendis.

Tölfræðiútreikningar voru samkvæmt tillögum ISO/TS 11405:2015, staðals um meðferð niðurstaðna á rannsóknnum á bindistyrk (27). Hver prófunarstautur sem var skorinn úr plastblendi/plastblendi eða tanna/plastblendi sýnum var tölfræðileg eining. Útreikningar voru framkvæmdir með því að nota STATA SE, útgáfu 16.1 (StataCorp LLC, College Station, TX) og R útgáfu 4.2.0 (R, Vienna, Austria). Aðferð Shapiro-Wilks var notuð til að reikna meðalgildi. Samanburður á meðal  $\mu$ -togbindistyrk var fenginn með því að nota Student's test með marktækni alfa <0,05. Gerð var



Mynd 3. Skýringarmynd sýnir hvernig prófunarstautar eru festir í bindistyrksmælitæki og togbindistyrks mælingu prófunarstauta. Báðir endar hvers 1,1 mm. x 1,1 mm. prófunarstauts eru límdir inn í skrúfuenda 2 mm. tengiskrúfu með cyanoakryl lími. Sérstakt mót var útbúið til að tryggja réttan lengdarás skrúfa og prófunarstauts meðan lím harðnaði. Hver stautur með skrúfum var skrúfaður í sérstaka víra sem voru hannaðir til að færa beinan togkraft til viðgerðarflatar prófunarstauts.

Figure 3. Schematic illustration of the mounting procedure and tensile testing of the test specimens. The female end of 2 mm standoff screws was fitted to each end of the 1.1 mm specimen rods and secured with cyanoacrylate glue. A special fitting mold was made to ensure alignment of the screws to the long axis of the specimen. Each test specimen was mounted in a calibrated universal testing machine using specially attached steel wires designed to transmit pure tensile forces to the specimen.



Mynd 4. Kassarit af mælingum á viðgerðarbindistyrk gamlaðs plastblendis við nýtt. Miðlínan er meðaltalið. Neðri hluti kassans er meðaltal mínus staðalfrávik. Efri hluti kassans er meðaltal plús staðalfrávik. Línan sýnir 95% öryggisbil hrágagnanna.

Figure 4. Box plot of composite repair strength measurements. The middle line is the mean. The lower part of the box is the mean minus standard deviation and the top part of the box is the mean plus standard deviation. The line depicts the 95 % confidence interval of the raw data.

Tafla 4. Niðurstöður mælinga viðgerðarstyrks milli gamlaðs og nýs plastblendis í mismunandi hópum

Table 4. Results of repair bond strength evaluation between old and new composite in different groups.

Yfirborðsmeðferð	Bis-Silane		Bis-Silane		Bis-Silane		None	
Mengun yfirborðs	Acid etch + water rinse		Water rinse		None		None	
Heiti sýnahópa	1a	1b	2a	2b	3a	3b	4a	4b
Bindiefni	Filtec Scotchb.1XT	Clearfil SE2	Filtec Scotchb.1XT	Clearfil SE2	Filtec Scotchb.1XT	Clearfil SE2	Filtec Scotchb.1XT	Clearfil SE2
Fjöldi viðgerðarstauta	74	92	76	68	54	60	59	64
Meðaltal $\mu$ TF (SD) í Mpa	39,8 (7,7) <sup>Aa</sup>	41,8 (10,5) <sup>Ad</sup>	48,5 (9,6) <sup>Bb</sup>	49,1 (6,2) <sup>Be</sup>	50,5 (7,2) <sup>Cb</sup>	51,0 (7,1) <sup>Ce</sup>	33,3 (7,6) <sup>Dc</sup>	34,9 (7,1) <sup>Df</sup>
Samanlagt (a+b) meðaltal $\mu$ TF (SD) í Mpa	40,9 (9,4) <sup><math>\beta</math></sup>		48,8 (8,2) <sup><math>\alpha</math></sup>		50,8 (7,1) <sup><math>\alpha</math></sup>		34,1 (7,3) <sup><math>\delta</math></sup>	
% $\mu$ TF af sterkata bindistyrk (hópur 3 = 100%)	80,5		96,1		(100)		67,18	
% samloðunarbrót (cohesive) í gamlaða plastblendi	5,4	5,4	11,9	10,3	13,0	13,3	5,1	6,2
% samloðunarbrót (cohesive) í nýja plastblendi	1,4	1,1	2,6	2,9	1,9	1,7	0	0
% límbrot (adhesive)	93,2	93,5	85,5	86,8	85,1	85,0	94,9	93,8

$\mu$ TF (SD) í Mpa: Mikró togstyrkur (meðalfrávik) í Mega Pasköllum.

Mismunandi hástafir sýna tölfræðilega mismunandi gildi milli bindiefna innan hvers aðalhóps.

Mismunandi lágstafir sýna tölfræðilega mismunandi gildi hvors bindiefnis milli aðalhópa.

Mismunandi grískir stafir sýna tölfræðilega mismunandi gildi milli aðalhópa (samanlögð gildi a+b).

$\mu$ TF (SD) in MPa: Micro Tensile Force (Standard Deviation) in Mega Pascals.

Different uppercase letters show statistical different values between adhesive subgroups within each main group.

Different lowercase letters show statistical different values between adhesive subgroups of main groups.

Different Greek letters show statistical different values between main groups (aggregated values a+b).

Bonferroni leiðrétting á p-gildum vegna margra prófana. Myndir 4 og 5 voru gerðar með því að nota 'ggplot2' pakkann í R (v. 4.2.0).

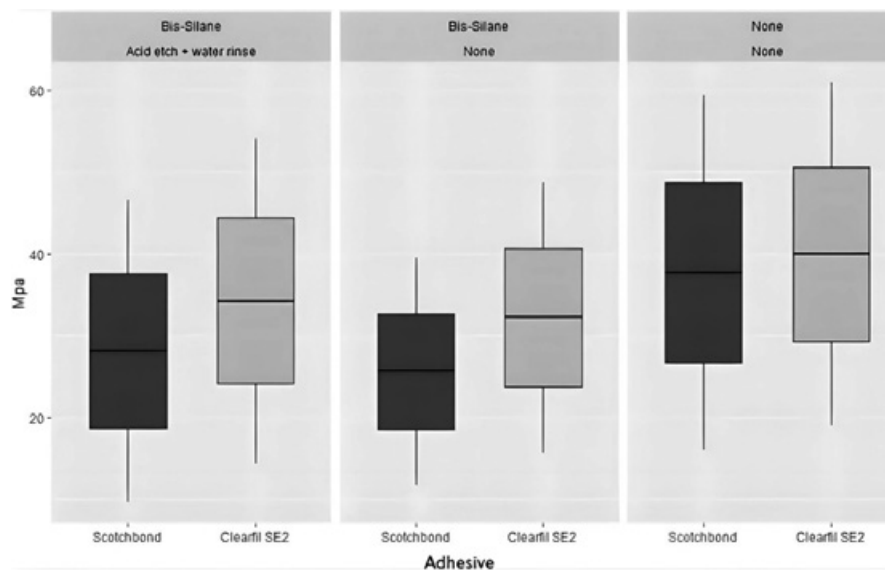
## NIÐURSTÖÐUR

### $\mu$ -togbindistyrkur milli gamlaðs og nýs plastblendis

Niðurstöður eru sýndar í Töflu 4 og á mynd 4. Ekki var marktækur tölfræðilegur munur á viðgerðar  $\mu$ -togbindistyrk milli bindiefna. Hæsti  $\mu$ -togbindistyrkur var í hópum 3b og 3a þar sem sílanborið yfirborð var ekki mengað. Ekki

var tölfræðilegur munur á  $\mu$ -togpolsstyrk þegar sílanborið plastblendi yfirborð var mengað með vatnsúða og þurrkað, samanborið við ómengað sílanborið plastblendi yfirborð. Tölfræðilega marktækt dró úr  $\mu$ -togpolsstyrk þegar sílanborið plastblendi var mengað með sýrugeli, skolað með vatni og þurrkað, en  $\mu$ -togpolsstyrkur var samt tölfræðilega marktækt hærri þar en í hópum 4a og 4b, þar sem gamlaða plastblendið var ekki sílanborið.

Flest samloðunarbrot í gamlaða plastblendi voru í hópum sem höfðu hæstan viðgerðar  $\mu$ -togpolsstyrk. Fæst samloðunarbrot í gamlaða plastblendinu var í hópum þar



Mynd 5. Kassarit af mælingum á bindistyrk plastblendis við tannbein. Miðlínan er meðaltalið. Neðri hluti kassans er meðaltal minus staðalfrávik og efri hluti kassans er meðaltal plús staðalfrávik. Línan sýnir 95% öryggisbil hrágagnanna.

Figure 5. Box plot of composite-dentin bond repair strength measurements. The middle line is the mean. The lower part of the box is the mean minus standard deviation and the top part of the box is the mean plus standard deviation. The line depicts the 95% confidence interval of the raw data.

sem yfirborðið var ekki sílanborið. Samloðunarbrot í nýja viðgerðar plastblendinu var mjög lágt, frá 0% – 2,9% eins og sést í töflu 4.

## UMRÆÐA

Áhrif kross mengunar á tannbein og sílanborið plastblendi á  $\mu$ -togbindistyrk voru skoðuð og mæld. Þegar fyllingar eru viðgerðar og plastblendi er sílanborið við klínískar aðstæður, er alltaf möguleiki að tannvefur sem er hluti af viðgerðinni mengist. Einnig að sýra berist yfir á sílanborið plastblendi við ætingu á glerungi og tannbeini. Niðurstöður sýna að báðum núll tilgátum rannsóknarinnar var hafnað.

Fram kemur að Bis-Sílan™ bætir verulega viðgerðarstyrk við gamlað plastblendi. Þegar gamlað plastblendi er ekki

sílanborið, var viðgerðar  $\mu$ -togbindistyrkur aðeins 67% af bindistyrk sem fékkst þegar plastblendi yfirborðið var sílanborið fyrir viðgerð. Þetta er í samræmi við niðurstöður úr fyrri rannsóknum höfunda (4, 5).

Tvö ólík bindiefni, voru notuð, Adper Scotchbond 1 XT, hefðbundið einnar flösku æta og skola bindiefni, og Clearfil SE Bond 2, tveggja þátta sjálfætandi bindiefni, sem er nýrra en hefur komið vel út úr klínískum rannsóknum. Í öllum undirhópum var Clearfil SE Bond 2 með eitthvað hærri bindistyrk, þótt munurinn væri ekki tölfræðilega marktækur, nema þar sem tannbein var mengað með bis-sílan. Þykkt Clearfil SE Bond 2 bindilagsins virtist vera helmingi þynnra en þykkt Adper 1 XT bindilagsins. Sem gæti skýrt þennan mun. Í fyrri rannsóknum okkar,

Tafla 5. Niðurstöður mælinga bindistyrks milli tannbeins og plastblendis í mismunandi hópum.  
Table 5. Results of repair bond strength evaluation between dentin and composite in different groups.

Grunn sýni	A		B		C	
Yfirborðsmeðferð	A - Bis-Silane		B - Bis-Silane		C - Ekkert	
Mengun yfirborðs	Acid etch + water rinse		Ekkert		Ekkert	
Heiti sýnahópa	Aa	Ab	Ba	Bb	Ca	Cb
Bindiefni	Adper Scotchb.1XT	Clearfil SE Bond 2	Adper Scotchb.1XT	Clearfil SE Bond 2	Adper Scotchb.1XT	Clearfil SE Bond 2
Fjöldi viðgerðarstauta	39,8 (7,7) <sup>Aa</sup>	41,8 (10,5) <sup>Ad</sup>	48,5 (9,6) <sup>Bb</sup>	49,1 (6,2) <sup>Be</sup>	50,5 (7,2) <sup>Cb</sup>	51,0 (7,1) <sup>Ce</sup>
Meðaltal $\mu$ TF (SD) í MPa	129	155	160	151	138	141
Meðaltal $\mu$ TF (SD) í MPa	28,1 (9,4) <sup>Aa</sup>	34,2 (10,1) <sup>Bc</sup>	25,6 (7,1) <sup>Ca</sup>	32,2 (8,5) <sup>Dc</sup>	37,7 (11,1) <sup>Eb</sup>	39,9 (10,7) <sup>Ed</sup>
Samanlagt (a+b) meðaltal $\mu$ TF (SD) í MPa	31,4 (10,3) <sup>a</sup>		28,8 (8,4) <sup>a</sup>		38,8 (10,9) <sup>b</sup>	
% $\mu$ TF af sterkasta bindistyrk (hópur C = 100%)	80,9		74,2		(100)	
% samloðunarbrott (cohesive) í tannbeini	3,1	3,2	1,9	0,7	1,4	2,8
% samloðunarbrott (cohesive) í plastblendi	7,8	6,5	5,6	4,6	11,6	12,1
% límbrott (adhesive)	89,1	90,3	92,5	94,7	87,0	85,1

$\mu$ TF (SD) í MPa: Mikró togstyrkur (meðalfrávik) í Mega Pasköllum.

Mismunandi hástafir sýna tölfræðilega mismunandi gildi milli bindiefna innan hvers aðalþóps.

Mismunandi lágstafir sýna tölfræðilega mismunandi gildi hvors bindiefnis milli aðalþópa.

Mismunandi grískir stafir sýna tölfræðilega mismunandi gildi milli aðalþópa (samanlögð gildi a+b).

$\mu$ TF (SD) in MPa: Micro Tensile Force (Standard Deviation) in Mega Pascals.

Different uppercase letters show statistical different values between adhesive subgroups within each main group.

Different lowercase letters show statistical different values between adhesive subgroups of main groups.

Different Greek letters show statistical different values between main groups (aggregated values a+b).

fundum við að því þynnra sem bindilagið var, því sterkari viðgerðarstyrkur (4, 5).

Viðgerðarstyrkurinn minnkaði tölfræðilega marktækt þegar Bis-Silane™ borið plastblendi var mengað með sýrugeli. Líklegt er að ætingin hafi fjarlægt sílanið að hluta, og því hafi bindistyrkurinn minnkað. Aftur á móti hafði vatnsúði á sílanborið plastblendi sem var þurrkað með loftblæstri, ekki áhrif á viðgerðarstyrk. Plastblendi yfirborðið var hugsanlega varið fyrir áhrifum vatns vegna vatnsfælinna eiginleika bis-sílans. Niðurstöður sýna að á sílanbornu plastblendi virðist vatnsmengun og þurrkun með lofti ekki hafa áhrif á viðgerðar bindistyrk, meðan sýrumengun auk skolunar með vatni og þurrkun með lofti hefur marktækt neikvæð áhrif.

Sílanmengun á ætuðu tannbeini minnkaði tölfræðilega marktækt  $\mu$ -togbindistyrk. Í því sambandi er áhugavert að sjá að sílan mengun hafði mun meiri áhrif á Adper Scotchbond 1 XT til lækunar bindistyrks en Clearfil SE Bond 2. Mögulega hefur súr grunnur Clearfil SE Bond 2

náð betur gegnum bis-sílanið og þannig bætt vætun fyrir seinna bindiefnið.

Áhrif sílanmengunar á tannbein eru í samræmi við niðurstöður Kanzow et. al. (24) og Soontornvatin et al. (22) sem notaði togþolspróf við mælingar, meðan Chen et. al. (21), sem notaði þverklippipróf, fann engan mun. Í rannsókn Chen et. al. brotnuðu helmingur sýna í tannbeini eða plastblendi og hinn helmingur að mestu í flokki blandaðra brota, þar sem bæði plastblendi og/eða tannbein eru í brotsári. Það kom á óvart, þegar sílanmengað tannbein hafði verið endurætað, að bindistyrkur yrði ekki svipaður og við ómengað sílanborið tannbein. Það er aftur mögulega vegna vatnsfælinna eiginleika sílans.

Að mæla raunverulegan bindistyrk krefst þess að undirbúningur og tilbúningur sýna og valdar rannsóknar- aðferðir leiði til þess að sýni brotni í bindiefnislagi, en ekki vegna samloðunarbrots í efnunum sem er verið að líma saman, þ.e. í þessari rannsókn plastblendi/plastblendi og plastblendi/tannbein. Ef stór hluti sýna brotna vegna

samloðunarbrots (cohesive), eins og sést í mörgum rannsóknnum þar sem þverklippi aðferð er notuð (29) þá er lítið að marka niðurstöður. Þessi vandkvæði finnast í mörgum rannsóknarniðurstöðum þar sem 50% - 90% sýna eru sagðar brotna samloðunarbroti (cohesive). Ályktanir af slíkum niðurstöðum um að sílan bæti ekki viðgerðarstyrk, eru því mjög villandi og byggjast á rangtúlkun gagna. Hátt hlutfall límbrots (adhesive) sem fæst í þessari rannsókn, eykur gildi niðurstaðna. Þennan árangur telja höfundar vera að þakka endurbættri og fljótlegri aðferð við  $\mu$ -togbindistyrksmælingar, sem þeir hafa lýst í fyrri greinum [4, 5], þar sem endurbætt festing prófunarstauta við bindistyrksmælitækið tryggir beinna tog og jafnari dreifingu togkrafta eftir lengdarás prófunarstauts. Annar styrkur þessarar rannsóknar er fjöldi sýna.

Margir vísindamenn hafa gagnrýnt þverklippi aðferðina við mælingar á bindistyrk þar sem hún valdi streitubéttni (stress concentration) í tannbeini, gamlaða plastblendinu sem og nýja viðgerðar plastblendinu, sem valdi því að brotið verði miklu fremur í þessum efnum en í bindiefninu og því ætti miklu fremur að nota  $\mu$ -togbindistyrksmælingar í in-vitro rannsóknnum (37,41). Því var einnig haldið fram í yfirlitsgrein að  $\mu$ -togbindistyrksmæling gæfi mun betur til kynna klíniska þýðingu og notagildi bindiefna en þverklippiaðferð (42). Aftur á móti er þverklippiaðferð einföld og auðveld í framkvæmd og því miður mest notaða aðferðin til að mæla bindistyrk (43, 44).

Byggt á niðurstöðum þessarar rannsóknar og fyrri rannsóknnum höfunda (4, 5), má gefa eftirfarandi klínískar ráðleggingar við viðgerðir fyllinga, þar sem tannskurður inniheldur tannvef og plastblendi. Eftir skolun og þurrkun, skal fyrst sílanbera það plastblendi sem er til staðar. Ef tannvefur mengast óvart af bis-sílani, skal fjarlægja sílanið með demantsbor með vatnskælingu. Næst, fer eftir því hvaða bindiefni er notað, hvort einungis glerungur eða bæði glerungur og tannbein er ætað með sýrugeli. Gæta skal að því að gelið berist ekki á sílanborið plastblendið. Eftir skolun með vatni er sílanborið platblendið þurrkað með loftstraumi og tannvefur þerraður eða þurrkaður samkvæmt ráðleggingum framleiðanda bindiefnis. Eftir að bindiefni hefur verið borið á, er viðgert með viðeigandi plastblendi.

## ÁLYKTUN

Kross mengun með sílani og sýrugeli á plastblendi og tannbeinsyfyrborði við viðgerð fyllinga, lækkar marktækt viðgerðarstyrk.

## ÞAKKIR

Höfundar þakka tannlæknum Júlíusi Schopka og Jóni Viðari Arnórssyni fyrir hjálp við söfnun tanna í tannabanka NIOM. Einnig Lindu Vos, PhD. fyrir tölfraeðihjálp og Dimitri Alkarrá, tæknimanni, fyrir teikningar. Sérstakar þakkir fær Erik Kleven, tækjasmíður, fyrir einstaka hjálp við hugmyndir og hönnun togþolsprófs aðferðarinnar sem var notuð.

## HEIMILDIR

1. Murdoch-Kinch CA, McLean ME. Minimally invasive dentistry. *J Am Dent Assoc.* 2003;134:87–95. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2003.0021>
2. Torres PJ, Phan HT, Bojorquez AK, Garcia-Godoy F, Pinzon LM. Minimally invasive techniques used for caries management in dentistry. A review. *J Clin Pediatr Dent.* 2021;45:224–32. <https://doi.org/10.17796/1053-4625-45.4.2>
3. Krejci I, Lieber CM, Lutz F. Time required to remove totally bonded tooth-colored posterior restorations and related tooth substance loss. *Dent Mater.* 1995;11:34–40. [https://doi.org/10.1016/0109-5641\(95\)80006-9](https://doi.org/10.1016/0109-5641(95)80006-9)
4. Eliasson ST, Dahl JE. Effect of curing and silanizing on composite repair bond strength using an improved micro-tensile test method. *Acta Biomater Odontol Scand.* 2017;3:21–9. <https://doi.org/10.1080/23337931.2017.1301211>
5. 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:E206–16. <https://doi.org/10.2341/12-429-L>
6. Blum IR, Lynch CD, Wilson NH. Teaching of the repair of defective composite restorations in Scandinavian dental schools. *J Oral Rehabil.* 2012;39:210–16. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2842.2011.02260.x>
7. Gordan VV, Mjor IA, Blum IR, Wilson N. Teaching students the repair of resin-based composite restorations: a survey of North American dental schools. *J Am Dent Assoc.* 2003;134:317–23; quiz 38–9. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2003.0160>
8. Gordan VV, Riley JL, Blaser PK, Mjor IA. 2-year clinical evaluation of alternative treatments to replacement of defective amalgam restorations. *Oper Dent.* 2006;31:418–25. <https://doi.org/10.2341/05-112>
9. Kanzow P, Wiegand A, Schwendicke F. Cost-effectiveness of repairing versus replacing composite or amalgam restorations. *J Dent.* 2016;54:41–7. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2016.08.008>
10. Fernández E, Martín J, Vildósola P, Oliveira OB, Gordan V, Mjor I, et al. Can repair increase the longevity of composite resins? Results of a 10-year clinical trial. *J Dent.* 2015;43:279–86. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2014.05.015>
11. Mendes LT, Pedrotti D, Casagrande L, Lenzi TL. Risk of failure of repaired versus replaced defective direct restorations in permanent teeth: a systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Investig.* 2022;26:4917–27. <https://doi.org/10.1007/s00784-022-04459-0>
12. FDI World Dental Federation. Repair of restorations: adopted by the General Assembly: September 2019, San Francisco, United States of America. *Int Dent J.* 2020;70:7–8. <https://doi.org/10.1111/idj.12552>
13. Ozcan M, Koc-Dundar B. Composite-composite adhesion in dentistry: a systematic review and meta-analysis. *J Adhes Sci Technol.* 2014;28:2209–29. <https://doi.org/10.1080/01694243.2014.954659>
14. Eliasson ST, Dahl JE. Effect of thermal cycling on temperature changes and bond strength in different test specimens. *Biomater Investig Dent.* 2020;7:16–24. <https://doi.org/10.1080/26415275.2019.1709470>
15. Bernades Kde O, Hilgert LA, Ribeiro AP, Garcia FC, Pereira PN. The influence of hemostatic agents on dentin and enamel surfaces and dental bonding: a systematic review. *J Am Dent Assoc.* 2014;145:1120–8. <https://doi.org/10.14219/jada.2014.84>
16. Martins NM, Schmitt GU, Oliveira HL, Madruga MM, Moraes RR, Cenci MS. Contamination of composite resin by glove powder and saliva contaminants: impact on mechanical properties and incremental layer debonding. *Oper Dent.* 2015;40:396–402. <https://doi.org/10.2341/13-105-L>
17. Oskoe SS, Navimipour EJ, Bahari M, Ajami AA, Oskoe PA, Abbasi NM. Effect of composite resin contamination with powdered and unpowdered latex gloves on its shear bond strength to bovine dentin. *Oper Dent.* 2012;37:492–500. <https://doi.org/10.2341/11-088-L>

18. Eiriksson SO, Pereira PN, Swift EJ, Heymann HO, Sigurdsson A. Effects of blood contamination on resin-resin bond strength. *Dent Mater.* 2004;20:184–90. [https://doi.org/10.1016/S0109-5641\(03\)00090-3](https://doi.org/10.1016/S0109-5641(03)00090-3)
19. Eiriksson SO, Pereira PN, Swift EJ, Jr., Heymann HO, Sigurdsson A. Effects of saliva contamination on resin-resin bond strength. *Dent Mater.* 2004;20:37–44. [https://doi.org/10.1016/S0109-5641\(03\)00066-6](https://doi.org/10.1016/S0109-5641(03)00066-6)
20. Ritter AV, Ghaname E, Leonard RH. The influence of dental unit waterline cleaners on composite-to-dentin bond strengths. *J Am Dent Assoc.* 2007;138:985–91; quiz 1022–3. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2007.0296>
21. Chen L, Hammond BD, Alex G, Suh BI. Effect of silane contamination on dentin bond strength. *J Prosthet Dent.* 2017;117:438–43. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2016.06.021>
22. Soontornvatin V, Prasansuttiporn T, Thanatvarakorn O, Jittidecharaks S, Hosaka K, Foxton RM, et al. Bond strengths of three-step etch-and-rinse adhesives to silane contaminated dentin. *Dent Mater J.* 2021;40:385–92. <https://doi.org/10.4012/dmj.2020-025>
23. Staxrud F, Dahl JE. Silanising agents promote resin-composite repair. *Int Dent J.* 2015;65:311–15. <https://doi.org/10.1111/idj.12188>
24. Kanzow P, Piecha L, Biermann J, Wiegand A. Repair surface conditioning measures affect enamel and dentin bond strength. *Oper Dent.* 2020;45:643–54. <https://doi.org/10.2341/19-270-L>
25. Malacarne J, Carvalho RM, de Goes MF, Svizero N, Pashley DH, Tay FR, et al. Water sorption/solubility of dental adhesive resins. *Dent Mater.* 2006;22:973–80. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2005.11.020>
26. Lagouvardos PE, Pissis P, Kyritsis A, Daoukaki D. Water sorption and water-induced molecular mobility in dental composite resins. *J Mater Sci Mater Med.* 2003;14:753–9. <https://doi.org/10.1023/A:1025080103857>
27. ISO/TS 11405:2015. Dentistry – testing of adhesion to tooth structure. 3rd ed. Geneva: International Standard Organization; 2015.
28. Armstrong S, Breschi L, Ozcan M, Pfefferkorn F, Ferrari M, Van Meerbeek B. Academy of dental materials guidance on in vitro testing of dental composite bonding effectiveness to dentin/enamel using micro-tensile bond strength ( $\mu$ TBS) approach. *Dental Mater.* 2017;33:133–43. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2016.11.015>
29. Versluis A, Tantbirojn D, Douglas WH. Why do shear bond tests pull out dentin? *J Dent Res.* 1997;76:1298–307. <https://doi.org/10.1177/00220345970760061001>
30. Maneenut C, Sakoolnamarka R, Tyas MJ. The repair potential of resin composite materials. *Dent Mater.* 2011;27:e20–7. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2010.09.006>
31. Cho SD, Rajitrangson P, Matis BA, Platt JA. Effect of Er,Cr:YSGG laser, air abrasion, and silane application on repaired shear bond strength of composites. *Oper Dent.* 2013;38:E1–9. <https://doi.org/10.2341/11-054-L>
32. da Costa TRF, Serrano AM, Atman APF, Loguercio AD, Reis A. Durability of composite repair using different surface treatments. *J Dent.* 2012;40:513–21. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2012.03.001>
33. 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;25:442–51. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2008.09.009>
34. Loomans BA, Cardoso MV, Roeters FJ, Opdam NJ, De Munck J, Huysmans MC, et al. Is there one optimal repair technique for all composites? *Dent Mater.* 2011;27:701–9. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2011.03.013>
35. Hamano N, Chiang YC, Nyamaa I, Yamaguchi H, Ino S, Hickel R, et al. Repair of silorane-based dental composites: influence of surface treatments. *Dent Mater.* 2012;28:894–902. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2012.04.014>
36. Ugurlu M, Husain NAH, Özcan M. Immediate and late repair of microhybrid resin composites: effect of silane coupling agent, universal adhesives and photo polymerization. *Eur J Prosthodont Restor Dent.* 2023;31:116–25. [https://doi.org/10.1922/EJPRD\\_2427Ugurlu10](https://doi.org/10.1922/EJPRD_2427Ugurlu10)
37. Van Noort R, Noroozi S, Howard IC, Cardew G. A critique of bond strength measurements. *J Dent.* 1989;17:61–7. [https://doi.org/10.1016/0300-5712\(89\)90131-0](https://doi.org/10.1016/0300-5712(89)90131-0)
38. Della Bona A, van Noort R. Shear vs. tensile bond strength of resin composite bonded to ceramic. *J Dent Res.* 1995;74:1591–6. <https://doi.org/10.1177/00220345950740091401>
39. Pashley DH, Carvalho RM, Sano H, Nakajima M, Yoshiyama M, Shono Y, et al. The microtensile bond test: a review. *J Adhes Dent.* 1999;1:299–309.
40. Poitevin A, De Munck J, Van Landuyt K, Coutinho E, Peumans M, Lambrechts P, et al. Critical analysis of the influence of different parameters on the microtensile bond strength of adhesives to dentin. *J Adhes Dent.* 2008;10:7–16.
41. Poitevin A, De Munck J, Cardoso MV, Mine A, Peumans M, Lambrechts P, et al. Dynamic versus static bond-strength testing of adhesive interfaces. *Dent Mater.* 2010;26:1068–76. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2010.07.007>
42. De Munck J, Mine A, Poitevin A, Van Ende A, Cardoso MV, Van Landuyt KL, et al. Meta-analytical review of parameters involved in dentin bonding. *J Dent Res.* 2012;91:351–7. <https://doi.org/10.1177/0022034511431251>
43. Valente LL, Sarkis-Onofre R, Concalves AP, Fernandes E., Loomans B., Moraes RR. Repair bond strength of dental composites: systemic review. *Int J Adhes Adhes.* 2016;69:15–26. <https://doi.org/10.1016/j.ijadhadh.2016.03.020>
44. Mendes L, Loomans B, Opdam N, Silva C, Casagrande L, Lenzi T. Silane coupling agents are beneficial for resin composite repair: a systematic review and meta-analysis of in vitro studies. *J Adhes Dent.* 2020;22:443–53. <https://doi.org/10.3290/jad.a45175>

English Summary

## Effect of silane and acid etch cross contamination to dentin and composite on $\mu$ -tensile bond strength

**SIGFUS THOR ELIASSON**, DDS, MSD, PROFESSOR EMERITUS, FACULTY OF ODONTOLOGY, UNIVERSITY OF ICELAND, REYKJAVIK, ICELAND, FORMER VISITING SCIENTIST, NORDIC INSTITUTE OF DENTAL MATERIALS, OSLO, NORWAY

**JON E. DAHL**, DDS, DR ODONT DSC, FORMER DIRECTOR, NORDIC INSTITUTE OF DENTAL MATERIALS, OSLO, NORWAY, PROFESSOR EMERITUS, SCHOOL OF DENTISTRY, UNIVERSITY OF OSLO, NORWAY

ICELANDIC DENT J 2025; 43(1): 10-20

doi: 1033112/tann.43.1.1

**Objectives:** The aim was to investigate if acid etch contamination of bis-silane treated composite surface influenced repair bond strength and if bis-silane contamination on dentin influenced composite bond strength to dentin.

**Materials and Methods:** Forty Filtek Supreme XLT composite blocks were fabricated and stored in water for 4 weeks, surfaced on 320 grit silicon carbide sandpaper disk and divided into four test groups. Specimens in groups 1-3 were coated with Bis-Silane™ and surfaces contaminated with bis-silane in group 1 and water spray in group 2, while group 3 was not contaminated. Group 4 was untreated. The occlusal third of sixty third molars were cut off, removing enamel and ground flat with 320 silicon carbide sandpaper disk and teeth divided into three groups. After etching, the surfaces in groups A and B were contaminated with Bis-Silane™, but not in group C. The contaminated surfaces in group A were re-etched.

Each composite repair group and composite/dentine group were divided into two subgroups receiving Filtek Scotchbond 1XT or Clearfil SE2 adhesives followed by Filtek Supreme XLT built up. After ageing for 3 months the specimens were serially sectioned to obtain 1.1x1.1 mm test rods for tensile testing and the strength calculated at fracture. The type of fracture was examined under a microscope.

**Results:** Bis-silane surface treatment increased the repair bond strength. Contamination with acid reduced the strength of the repair bond. Similar results were obtained for the two bonding materials. Tooth surface contamination with bis-silane reduced the bond strength between the dentine and the composite. Additional acid etching or water spray on bis-silane contaminated dentine did not influence the weakened bond strength. The majority ( $\geq 85\%$ ) of all fractures were in the adhesive layer.

**Conclusions:** Bis-Silane™ contamination on etched dentin and acid etch contamination on Bis-Silanized composite surfaces significantly reduced tensile bond strength. Water contamination on Bis-Silanized composite surface has no significant effect on  $\mu$ -tensile strength.

**Keywords:** Adhesive, Repair of Resorations, Tensile testing, Silane, Acid etching gel.

**Correspondence:** Sigfus Thor Eliasson: sigfuse@hi.is

The article is based on the authors' article: Eliasson ST, Dahl JE. Silane and acid etch cross contamination of dentin and composite reduced  $\mu$ -tensile bond strength. Biomater Investig Dent. 2024;11:11:107-114. doi: 10.2340/biid.v11.41933.