

ABSTRACT

Multimodale eller såkaldte universelle adhæsiver giver den enkelte tandlæge mulighed for at vælge mellem æts-og-skyll og selvætsende strategier for binding til de hårde tandvæv. Nærværende litteraturgennemgang sætter særligt fokus på disse bindingssystemers effektivitet med hensyn til adhæsion til tandsubstans. I PubMed databasen søgtes efter emneordene "dental adhesive" med fokus på relevante metaanalyser samt kliniske undersøgelser fra de sidste fem år. En række laboratorie- og kliniske undersøgelser understøtter brugen af multimodale bindingssystemer ved adhæsion til de hårde tandvæv. Hvad angår binding til emalje, fungerer de multimodale bindingssystemer bedst i kombination med selektiv emaljeætsning. Hvad angår binding til dentin, afhænger disse bindingssystemers effektivitet i høj grad af, hvilken funktionel monomer de indeholder. På trods af de multimodale bindingssystemers veldokumenterede overordnede performance er effektiviteten produktafhængig uanset den valgte bindingsstrategi.

EMNEORD Dental bonding | dentin bonding agents



Korrespondanceansvarlig førsteforfatter:

ANA BENETTI
arbe@sund.ku.dk

Adhæsion til de hårde tandvæv med multimodale adhæsiver

ANA RAQUEL BENETTI, lektor, ph.d., Odontologisk Institut, Det Sundhedsvidenskabelige Fakultet, Københavns Universitet

ANNE PEUTZFELDT, adjungeret professor, dr.odont., ph.d., Odontologisk Institut, Det Sundhedsvidenskabelige Fakultet, Københavns Universitet, og seniorforsker, Afdeling for forebyggende og restaurerende tandpleje samt pædagogik, Bern Universitet, Schweiz

ANKUR RAZDAN, konsulent, ph.d., ARKSmed, Viby, Danmark

► Accepteret til publikation den 28. maj 2024

Tandlægebladet 2024;128:658-63

BINDINGSSYSTEMER KLASIFICERES EFTER, hvordan materialerne interagerer med de hårde tandvæv, som æts-og-skyll, selvætsende eller multimodale (dvs. universelle) (1). Æts-og-skyll-bindingssystemer omfatter et trin, hvor de hårde tandvæv ætzes med fosforsyre, som derefter skylles bort, hvilket efterlader et ru emaljerelief og blotlægger et hydroxyapatitfattigt kollagenetværk i dentinen. I 3-trins æts-og-skyll-systemer behandles de fugtige hårde tandvæv derpå først med en primer, der erstatter vandet og infiltrerer de demineraliserede tandvæv. Herefter appliceres og hærdes en resin, som udfylder både emaljens mikrorelief og trænger ind i det blotlagte kollagenetværk. I 2-trins æts-og-skyll-systemer er primer- og resindelen kombineret og påføres samtidigt.

I modsætning hertil anvendes selvætsende bindingssystemer uden forudgående fosforsyreætsning, da primeren indeholder sure, hydrofile monomerer, der opløser overfladen af emalje og dentin, således at demineralisering af tandvævene og infiltrering af plastmonomer sker synkront (2). I de såkaldte 2-trins selvætsende systemer efterfølges applicering af primeren af en resin. I 1-trins selvætsende systemer er primer- og resindelen kombineret således, at disse appliceres simultant.

Multimodale (dvs. universelle) bindingssystemer er et udtryk for en betydelig udvikling inden for adhæsion til de hårde

Illustration af anvendelse af et multimodalt adhæsiv med tilladelse fra patienten



Fig. 1. A. Selektiv emaljeætsning udføres langs præparationsgrænsen for at øge retention, optimere kanttilslutning og nedsætte kantmisfarvning af plast med tiden. **B.** Det multimodale adhæsiv appliceres på både emalje og dentin i 20 sek. inden let påblæsning med det formål at fordampe solventerne og dermed optimere polymerisering af adhæsivet.

Fig. 1. A. Selective enamel etching performed along the preparation margins to improve retention and marginal adaptation as well as reduce marginal discoloration over time. **B.** Multimodal adhesive is applied both on enamel and dentine followed by light air-blowing, which aims to evaporate the solvents and therein optimize the polymerization of the adhesive.

tandvæv. Som navnet antyder, kan de multimodale bindingssystemer benyttes på forskellig måde, dvs. enten ved en æts-og-skyl- eller ved en selvætsningsstrategi (Fig. 1). Tandlægen kan således selv vælge den bindingsstrategi, der er bedst egnet til en given klinisk opgave.

Denne artikel belyser de multimodale bindingssystemers udvikling og effektivitet, når det gælder adhæsion til de hårde tandvæv. Der samles evidens fra laboriestudier, der har undersøgt bl.a. bindingsstyrke og -stabilitet til emalje- og dentinprøvelegemer af ekstraherede tænder. Desuden samles der evidens fra nyere kliniske studier og metaanalyser, som især har undersøgt retention af plastfyldninger i cariesfri, cervikale læsioner.

METODE

I databasen PubMed blev søgt på det generelle emneord ”dental adhesive”, hvor overordnet fokus lå på binding til de hårde tandvæv, og publikationer fra de sidste 10 år blev udvalgt. Relevante systematiske reviews, metaanalyser samt kliniske undersøgelser blev prioriteret.

SELEKTIV EMALJEÆTSNING

Plastets stærke og stabile binding til emalje skyldes hovedsageligt plastets indtrængning og mikromekaniske fastlåsning i vævets uorganiske, ru relief, som fremkaldes af den foregående fosforsyreætsning. Salte, der produceres af reaktionen mellem fosforsyre og hydroxyapatit, skal skylles grundigt bort, ellers vil deres tilstedeværelse påvirke bindingen negativt. Denne bindingsstrategi benævnes æts-og-skyl.

Ved anvendelse af multimodale eller selvætsende adhæsiver anbefales det nu til dags, at emaljen ætzes med fosforsyre, inden det multimodale adhæsiv påføres. Denne teknik kaldes selektiv emaljeætsning, og der er evidens for, at selektiv emaljeætsning før applicering af et multimodalt adhæsiv resulterer i stærkere binding til emaljen (3).

SELVÆTSENDE BINDINGSSTRATEGI PÅ DENTIN ELLER SELEKTIV DENTINÆTSNING

Den største udfordring, der er forbundet med binding til dentin i forhold til emalje, skyldes det fugtige og heterogene væv, der udover mineral også indeholder en del kollagen og vand. Takket være udviklingen af funktionelle plastmonomerer, der kan binde kemisk til hydroxyapatit og/eller kollagen (4), er den selvætsende strategi at foretrække fremfor æts-og-skylstrategien, når det gælder binding til dentin. Milde ($\text{pH} \approx 2$) eller ultramilde ($\text{pH} \geq 2,5$) selvætsende bindingssystemer demineraliserer dentinen delvist, således en vis mængde hydroxyapatitkrystaller fortsat beskytter kollagenfibrene (2). Desuden etablerer funktionelle plastmonomerer, der findes både i multimodale og selvætsende bindingssystemer, ionbindinger til hydroxyapatitten (4,5), således at den mikromekaniske retention, der er et resultat af den simultane demineralisering og infiltration af dentinen efterfulgt af fastlåsning deri ved polymerisering, suppleres med en kemisk binding, hvilket bidrager til bindingsholdbarheden. (Se faktaboks på næste side).

Der er flere grunde til, at selvætsningsstrategien anbefales ved binding til dentin. I modsætning til æts-og-skylstrategien slipper man for det første for at skylle og tørblæse dentinen. Appliceringen af produktet bliver således enklere og mindre følsom over for dentinens fugtighedsgrad, og risikoen for postoperativ følsomhed minimeres. For det andet efterlader den delvist demineraliserede dentin et kollagenetværk, der er indkapslet af hydroxyapatitkrystaller, hvilket beskytter dentinen mod hurtig enzymatisk nedbrydning. Multimodale bindingssystemer anvendt ifølge den selvætsende strategi er desuden blidere over for dentinkollagenstrukturen og påvirker ikke dennes stabilitet på samme måde som fosforsyreætsning (7). Der kan dog være særlige kliniske situationer, hvor dentinætsning vil være en fordel pga. det øgede retentionsgivende overfladeareal. Fx i cariesfri, cervikale læsioner, hvor den blotlagte dentinoverflade er ▶

FAKTABOKS

Forskellige funktionelle plastmonomerer er blevet udviklet og testet for binding til de hårde tandvæv. En nyere metaanalyse baseret på laboratoriestudier har vist, at adhæsiver baseret på 10-MDP (10-methacryloyloxydecyl dihydrogenfosfat) er signifikant mere effektive ($P \leq 0,01$) end adhæsiver, der enten ikke indeholder 10-MDP, eller som indeholder funktionelle monomerer, der stammer fra fosfor⁻¹, trimellitit⁻² eller sulfonsyre (6). Ved applicering af 2-trins 10-MDP-baserede adhæsiver sås således en højere binding til dentin end ved applicering af 1-trins 10-MDP-baserede adhæsiver, mens effekten ikke var afgørende for bindingen til emalje. Den samme metaanalyse fandt endvidere samme høje bindingsstyrke blandt 10-MDP-baserede adhæsiver og de, der indeholdt carboxyl⁻³, polyakryl-, ftalin⁻⁴, eller fosfonsyre eller visse fosfatbaserede monomerer⁵. Adhæsiver baseret på GPDM (glycerofosfatdimethacrylat) var de eneste, der gav en stærkere binding end adhæsiver baseret på 10-MDP ($P = 0,03$).

¹ PENTA (dipentaerytritol penta-acrylatfosfat), 6-MHP (6-methacryloyloxyhexyl dihydrogenfosfat), pyrofosfat estere

² 4-META (4-methacryloyloxyethyl trimellitit anhydrid), 4-MET (4-methacryloyloxyethyl trimellitisyre)

³ MAC-10 (11-methacryloyloxy-1, 10-undecanedicarboxylsyre)

⁴ 4-AET (4-acryloyloxyethoxycarbonyl ftalinsyre)

⁵ PEM-F (pentamethacryloyloxyethyl cyclofosfazen monofluorid), acrylamidfosfat

hypermineraliseret, overfladeenergien er lav, og den optimale befugtningsevne af de hårde tandvæv dermed er svær at opnå, kan det være en fordel først at ridse dentinoverfladen forsigtigt med en ekstrafin diamant og derefter ætse den kort. Ættsning alt i alt øger overfladeenergien og overfladens befugtningsevne samt forbedrer infiltrationen af adhæsivet. De fleste fabrikanter anbefaler ættsning af de hårde tandvæv i 10-15 sek., når æts-og-skyll-strategien vælges, men selv en ultrakort dentinætsning i 3 sek. (8) i kombination med 15 sek. emaljeætsning før umiddelbar skylning og tørlægning er med til at fjerne smørelaget og gør hydroxyapatitten let tilgængelig for reaktion med de funktionelle monomerer i adhæsivet uden at demineralisere dentinen voldsomt. Den ultrakorte dentinætsning – refereret i litteraturen som selektiv dentinætsning – forbedrer binding til dentin (8), og kombineret med emaljeætsning kan den derfor anvendes som en modifikation af total etch-strategien (dvs. samtidig ættsning af både emaljen og dentinen).

Bindingsstyrke af multimodale adhæsiver til emalje og dentin

Adhæsiv og producent	Bindingsstyrke til ætset emalje (MPa)	Bindingsstyrke til uæstet dentin (MPa)
Adhese Universal Ivoclar Vivadent, Liechtenstein	22,8 ± 4,9	7,9 ± 3,0
Clearfil Universal Bond Quick Kuraray, Japan	18,5 ± 4,0	9,2 ± 3,4**
G-Premio Bond GC Dental Products, Japan	6,0 ± 1,9*	5,0 ± 2,4
G2-Bond Universal GC Dental Products, Japan	21,6 ± 5,8	13,5 ± 4,3**
Prime & Bond Active Dentsply DeTrey, Tyskland	12,1 ± 4,8*	5,5 ± 1,9
Scotchbond Universal Plus Adhesive 3M, Tyskland	20,0 ± 5,1	12,8 ± 3,2**
OptiBond FL (referenceadhæsiv) Kerr, Italien	19,6 ± 4,7	5,3 ± 2,1

Produkterne markeret med én asterisk (*) viste signifikant lavere bindingsstyrke til emalje, mens produkterne markeret med to asterisker (**) viste signifikant højere bindingsstyrke til dentin end referenceadhæsivet.

Tabel 1. Bindingsstyrke til emalje og dentin (MPa) samt standardafvigelse af seks multimodale bindingssystemer og et velkendt (reference) æts-og-skyll-adhæsiv ($n = 15$) undersøgt af Jäggi et al. (9). Selektiv emaljeætsning blev foretaget i 15 sek., mens dentin ikke blev ætset inden påføring af bindingssystemet. Prøvelegemerne blev afprøvet ved forskydningstest efter 24 timer i vand ved 37 °C.

Table 1. Shear bond strength to enamel and dentine (MPa) and respective standard deviation of six multimodal bonding systems and one well-documented (reference) etch-and-rinse adhesive ($n = 15$) conducted by Jäggi et al. (9). Selective enamel etching was conducted for 15 sec while dentine was not etched prior to application of the adhesive. The samples were tested under shear after 24 h storage in water at 37°C.

LABORATORIETESTNING AF MULTIMODALE ADHÆSIVER

Der er absolut sket fremskridt vedrørende adhæsion inden for de sidste årtier, hvor forskning har bidraget til stærkere, mere holdbar og effektiv binding til de hårde tandvæv. Laboratorieundersøgelser giver relativt nemt et indtryk af bindingssystemernes effektivitet, og ofte sammenlignes nyere adhæsiver med ældre produkter af anerkendt kvalitet. Tabel 1 viser bindingsstyrken af seks multimodale adhæsiver målt ved forskydningstest og sammenlignet med et golden standard 3-trins æts-og-skyll-bindingssystem (9). Alle produkter blev anvendt med selektiv emaljeætsning, dvs. dentinen blev ikke fosforsyreæt-

set. Det ses i tabellen, at de multimodale adhæsiver klarede sig mindst lige så godt som referenceadhæsivet på uætsset dentin. På emaljen var resultaterne produktafhængige: to af bindings-systemerne viste lavere bindingsstyrke end referencen efter selektiv emaljeætsning. Studiet viser, at multimodale adhæsiver har forskellig effektivitet på den samme indikation.

Det er vigtigt at påpege, at bindingsstyrkeværdier varierer en del mellem studier (Tabel 2) pga. forskelle i det anvendte substrat, i hvordan adhæsivet bliver håndteret, hvorvidt adhæsivet anvendes med forudgående emaljeætsning eller ej, samt hvilken testmetode der bliver anvendt til at måle bindingsstyrken. Som regel er bindingsstyrkeværdier målt ved forskydningsprøvning fx lavere end de, der er målt ved mikrotrækforsøg.

KLINISK AFPØVNING AF MULTIMODALE ADHÆSIVER

En anerkendt metode til at afprøve adhæsiver i det kliniske miljø er at undersøge retention af plastfyldninger i cariesfri, cervikale læsioner. Disse læsioner har ingen makromekanisk retention, og tilstedeværelsen af emalje er ofte begrænset, hvorfor de betragtes som en velegnet model til afprøvning af bindingssystemernes kliniske effektivitet (3). Man undersøger bindingssystemernes evne til at retinere plastfyldningerne, kontrollerer kanttilslutning og -misfarvning samt forekomsten af postoperative symptomer og sekundær caries.

Efter en observationsperiode på fem år af plastfyldninger lagt med et multimodalt adhæsiv (Scotchbond Universal Adhesive) i cariesfri, cervikale læsioner, sås en retentionsrate på 93 % ved anvendelsen af æts-og-skyl-strategien, 88% ved anvendelse af selektiv emaljeætsning og 81 % ved anvendelse af

Klinisk relevans

Multimodale bindingssystemer giver tandlægen mulighed for at vælge den bindingsstrategi, der er bedst egnet til en given klinisk opgave. Evidensen understøtter anvendelse af multimodale bindingssystemer kombineret med selektiv emaljeætsning. En ultrakort dentinætsning i 3 sek. kombineret med 15 sek. emaljeætsning ser også lovende ud.

den selvætsende strategi ($P = 0,01$) (11). En lignende klinisk undersøgelse, der anvendte et andet multimodalt adhæsiv (Futurabond U) viste efter fem år en retentionsrate på 78-84 % ved æts-og-skyl-strategien, 87 % ved selektiv emaljeætsning og 81 % ved anvendelse af selvætsningsstrategien (12). Derudover findes der et tilstrækkeligt antal kliniske undersøgelser med en observationsperiode i op til tre år om effektivitet af de multimodale bindingssystemer til, at disse har kunnet samles i systematiske reviews eller vurderes i metaanalyser. Der er enighed i litteraturen om, at de multimodale bindingssystemer fungerer godt med overordnet gode æstetiske og funktionelle resultater (13-16). I ét systematisk review sås en tendens til mindre postoperativ sensitivitet ved anvendelse af den selvætsende bindingsstrategi (13), mens to andre reviews fandt, at det biologiske respons var ens for æts-og-skyl, selvætsende ►

Effekt af æts-og-skyl og selvætsende strategier for multimodale adhæsiver

Adhæsiv og producent	Bindingsstyrke til emalje (MPa)		Bindingsstyrke til dentin (MPa)	
	Æts-og-skyl	Selvætsning	Æts-og-skyl	Selvætsning
All-Bond Universal Bisco, USA	41,6 ± 4,2	19,2 ± 3,1	35,1 ± 10,1	19,6 ± 6,1
iBond Universal Kulzer, Tyskland	33,8 ± 4,8	13,4 ± 3,7	30,6 ± 4,9	17,1 ± 3,5
Prime & Bond active Dentsply DeTrey, Tyskland	39,1 ± 7,0	16,1 ± 7,2	32,3 ± 10,4	22,4 ± 6,9
Scotchbond Universal Adhesive 3M, Tyskland	41,2 ± 2,5	21,9 ± 7,5	34,9 ± 10,4	22,5 ± 6,3
OptiBond FL (referenceadhæsiv) Kerr, Italien	36,9 ± 2,5		32,0 ± 6,0	

Selvætsningsstrategien resulterede i signifikant lavere bindingsstyrke på emalje og dentin end æts-og-skyl-strategien ($p < 0,05$). Der sås ikke signifikant forskel mellem de multimodale adhæsiver og referencen ved æts-og-skyl-strategien.

Tabel 2. Bindingsstyrke til emalje og dentin (MPa) samt standardafvigelse af fire multimodale bindingssystemer og et velkendt (reference) æts-og-skyl-adhæsiv ($n = 10$) undersøgt af Jacker-Guhr et al. (10). Ætsning blev foretaget i 15 sek. på emalje og dentin inden påføring af bindingssystemet. Prøvelegemerne blev afprøvet ved forskydnings-test efter 24 timer i vand ved 37 °C.

Table 2. Shear bond strength to enamel and dentin (MPa) and respective standard deviation of four multimodal bonding systems and one well-documented (reference) etch-and-rinse adhesive ($n = 10$) conducted by Jacker-Guhr et al. (10). Total etch was conducted for 15 s on enamel and dentine prior to application of the adhesive. The samples were tested under shear after 24 h storage in saline solution at 37°C.

og selektive emaljeætsningsteknikker (14,15). Ét review fandt, at selv selektiv emaljeætsning på sigt bidrager til bedre kanttilslutning samt mindre kantmisfarvning og sekundær caries ved plastfyldninger i cariesfri, cervikale læsioner end selvætsningsteknikken (8). Denne konklusion understøttes dog ikke fuldt ud af andre systematiske reviews (14-16). Ikke desto mindre er der enighed om, at emaljeætsning bidrager til øget retention ved plastfyldninger i cariesfri, cervikale læsioner (13-16). En generel konklusion af publikationerne er, at selektiv emaljeætsningsteknik bidrager til mere forudsigelige kliniske resultater end anvendelse af selvætsningsteknikken, når der anvendes multimodale bindingssystemer.

TIDLIGERE GENERATIONS- ELLER MULTIMODALE BINDINGSSYSTEMER?

Alle adhæsiver har fordele og ulemper uanset deres klassificering og anvendelsesmåde, og der er mange gode tidlige generationsbindingssystemer (dvs. traditionelle æts-og-skyll eller selvætsende), som fungerer udmærket. Når man som tandlæge skal vælge et bindingssystem, er det vigtigt, at man bruger no-

get tid på at vurdere den tilgængelige evidens samt afprøver produktets håndtering. Har man i forvejen et tidligere generationsbindingssystem i sin praksis, som man er tryk ved at anvende, og som har veldokumenteret effektivitet, er der umiddelbart ingen grund til at skifte adhæsiv.

Når det til gengæld er tid til at skifte adhæsiv, så er det en fordel at vælge et multimodalt adhæsiv. Udover at være alsidige er multimodale adhæsiver nemme at anvende, og trods produktafhængighed giver de generelt en relativt stærk binding til de hårde tandvæv samt minimal postoperativ sensitivitet (17), især når de anvendes ved selektiv emaljeætsning. Desuden indeholder multimodale adhæsiver optimerede funktionelle monomerer, som er med til at forbedre binding og dens holdbarhed. Multimodale bindingssystemer giver også større fleksibilitet i ens arbejdspraksis og kan reducere antallet af produkter i ens sortiment, dvs. det kan være omkostningseffektivt. For bedst muligt resultat bør multimodale bindingssystemer kombineres med selektiv emaljeætsning. Derudover viser nyere undersøgelser lovende resultater ved en ultrakort (3 sek.) ætsning af dentinen kombineret med 15 sek. emaljeætsning. ♦

ABSTRACT (ENGLISH)

MULTIMODAL ADHESIVES

Multimodal or universal dental adhesives offer the clinician the possibility of choosing between etch-and-rinse or self-etching strategies. This literature review focuses on the performance of such bonding systems when bonding to dental hard tissues. The database PubMed was searched using the term "dental adhesive". Among the selected articles priority was given to relevant meta-analyses and clinical studies from the past five years. Several laboratory and clinical stud-

ies support the use of multimodal adhesives for bonding to hard dental tissues. Multimodal dental adhesives perform best in enamel in combination with selective enamel etching. In dentine these adhesives' performance is generally influenced by the functional monomer present. Despite the well-documented overall performance of multimodal dental adhesives, their effectiveness is product-dependent regardless of the chosen bonding strategy.

LITTERATUR

1. Benetti AR, Peutzfeldt A. Bindingsystemer og deres anvendelse. *Tandlaegebladet*. 2016;120:1000-6.
2. Van Meerbeek B, Yoshihara K, Yoshida Y et al. State of the art of self-etch adhesives. *Dent Mater* 2011;27:17-28.
3. Peumans M, De Munck J, Mine A et al. Clinical effectiveness of contemporary adhesives for the restoration of non-cariou cervical lesions. A systematic review. *Dent Mater* 2014;30:1089-103.
4. Han F, Jin X, Yuan X et al. Interactions of two phosphate ester monomers with hydroxyapatite and collagen fibers and their contributions to dentine bond performance. *J Dent* 2022;122:104159.
5. Fu B, Sun X, Qian W et al. Evidence of chemical bonding to hydroxyapatite by phosphoric acid esters. *Biomaterials* 2005;26:5104-10.
6. Fehrenbach J, Isolan CP, Münchow EA. Is the presence of 10-MDP associated to higher bonding performance for self-etching adhesive systems? A meta-analysis of in vitro studies. *Dent Mater* 2021;37:1463-85.
7. Anastasiadis K, Verdelis K, Eliades G. The effect of universal adhesives on dentine collagen. *Dent Mater* 2021;37:1316-24.
8. Stape THS, Viita-Aho T, Sezinando A et al. To etch or not to etch, Part I: On the fatigue strength and dentin bonding performance of universal adhesives. *Dent Mater* 2021;37:949-60.
9. Jäggi M, Karlin S, Zitzmann NU et al. Shear bond strength of universal adhesives to human enamel and dentin. *J Esthet Restor Dent* 2024;36:804-12.
10. Jacker-Guhr S, Sander J, Luehrs AK. How "universal" is adhesion? Shear bond strength of multi-mode adhesives to enamel and dentin. *J Adhes Dent* 2019;21:87-95.
11. Matos TP, Perdigão J, de Paula E et al. Five-year clinical evaluation of a universal adhesive: A randomized double-blind trial. *Dent Mater* 2020;36:1474-85.
12. Nãupari-Villasante R, Matos TP, de Albuquerque EG et al. Five-year clinical evaluation of universal adhesive applied following different bonding techniques: A randomized multicenter clinical trial. *Dent Mater* 2023;39:586-94.
13. Assis P, Silva C, Nascimento A et al. Does acid etching influence the adhesion of universal adhesive systems in noncariou cervical lesions? A systematic review and meta-analysis. *Oper Dent* 2023;48:373-90.
14. Doshi K, Nivedhitha MS, Solete P et al. Effect of adhesive strategy of universal adhesives in noncariou cervical lesions – an updated systematic review and meta-analysis. *BDJ Open* 2023;9:6.
15. Ma K SK, Wang LT, Blatz MB. Efficacy of adhesive strategies for restorative dentistry: a systematic review and network meta-analysis of double-blind randomized controlled trials over 12 months of follow-up. *J Prosthodont Res* 2023;67:35-44.
16. Josic U, Mazzitelli C, Maravic T et al. The influence of selective enamel etch and self-etch mode of universal adhesives' application on clinical behavior of composite restorations placed on non-cariou cervical lesions: a systematic review and meta-analysis. *Dent Mater* 2022;38:472-88.
17. Javed K, Noor N, Nasir MZ et al. Comparison of postoperative hypersensitivity between total-etch and universal adhesive system: a randomized clinical trial. *Sci Rep* 2024;14:678.