

ABSTRACT

Der er et væld af forskellige dentale adhæsivprodukter på markedet i dag, og det kan være udfordrende at finde ud af, hvilket system man skal bruge, og hvordan man skal håndtere det.

Det er vigtigt at foretage et bevidst og individuelt begrundet valg af adhæsivsystem, hovedsagelig baseret på, hvordan vi ønsker at behandle dentinen. Mens emalje altid bør ætzes, kan man for dentinens vedkommende vælge mellem en æts-og-skyl- eller en selvætsende strategi. Pga. variationer i dentinens kvalitet bør man derfor have adhæsivsystemer for begge disse strategier på lager enten i form af rene æts-og-skyl-adhæsiver, rene selvætsende adhæsiver eller universelle adhæsiver, som kan bruges i begge modaliteter. Endvidere kan enkelte adhæsivsystemer indeholde specielle monomerer og andre molekyler, som kan facilitere binding til andre restaureringsmaterialer.

Ud over en maksimal ætsetid af dentinen på 15 sekunder er der ingen tid at spare ved en adhæsivprocedure. Man skal rette sig efter brugsanvisningen. Et øget tidsforbrug for bortskylning af syre (mindst 10 sekunder), luftpåblæsning af primer (30-60 sekunder) og lyshærdning har vist sig at forbedre bindingsstyrkens holdbarhed.

Al kontaminering af tandoverfladen vil svække bindingsstyrken, og en adækvat fugtighedskontrol er vigtig.

EMNEORD Adhesives, chemistry | dental etching | dental bonding, methods | dentin-bonding agents | humans



Korrespondanceansvarlig førsteforfatter:

TORGILS LÆGREID
torgils.lagreid@uib.no

Emalje- og dentinadhæsiver: Afgørende faser i klinisk behandling

TORGILS LÆGREID, førsteamanuensis, tandlæge, ph.d., Institutt for klinisk odontologi, Universitetet i Bergen

TOM PAULSETH, tandlæge i privat praksis, instruktørtandlæge, Institutt for klinisk odontologi, Universitetet i Bergen

ARNE LUND, tandlæge i privat praksis, Bergen

► Accepteret til publikation den 3. januar 2024

Tandlægebladet 2024;128:672-8

MULIGHEDEN FOR AT "LIME" FYLDNINGSMATERIALER TIL TANDSUBSTANS har haft stor indflydelse på den restaurative odontologi i løbet af de seneste 30-40 år og har reduceret behovet for mere invasive procedurer. Grundlaget for en adhæsiv teknik blev lagt allerede i 1950'erne, da Michael Buonocore introducerede syreætsning af emaljeoverfladen for at gøre den mere modtagelig for adhæsion (1). Adhæsionskonceptet blev i starten af 1980'erne udvidet til også at gælde syreætsning af dentin (2) og introduktion af hybridlagsteorien (3). Dette førte efterhånden til en alment accepteret anvendelse af adhæsiv teknik ved restaurativ behandling med tretrinssystemer ("total etch") som dominerende koncept i 1990'erne. Udviklingen er gået hurtigt, både materialemæssigt og kommercielt, og vi har i dag et stort og til dels uoverskueligt udvalg af dentale adhæsivsystemer (4).

Formålet med dentale adhæsivsystemer er at opnå en stærk, tæt og holdbar forbindelse mellem emalje/dentin og polymerbaserede restaureringsmaterialer. Mens mikromekanisk retention til emalje og dentin traditionelt set har været den vigtigste mekanisme, har vi de seneste årtier set, at kemisk domineret binding, især til dentin, har fået en stigende aktualitet (5). Anvendelse af selvætsende adhæsiver fører til en mere forsigtig og mindre penetrerende demineralisering af dentinoverfladen og baserer sig primært på, at funktionelle monomerer binder sig kemisk til resterende hydroksylapatit. Dermed kan de adhæsive strategier inddeles i to hovedtyper: æts-og-skyl-teknik

Strategier for dental adhæsion

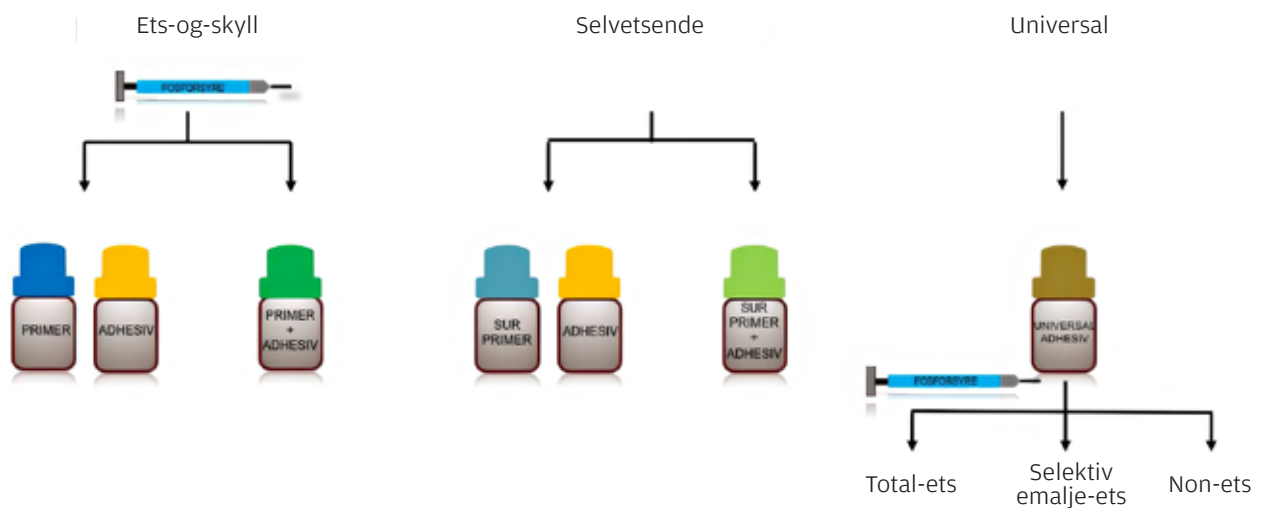


Fig. 1. Ud over æts-og-skyll-baserede og selvæts-baserede adhæsiver findes der også universelle adhæsiver på markedet. Disse kan anvendes i flere modaliteter, dvs. ingen ætsning, selektiv emaljeætsning eller ætsning af både emalje og dentin.

Fig. 1. In addition to etch-and-rinse- and self-etch-based adhesives, there are also universal adhesives available. These can be used in several modes, i.e. no etching, selective enamel etching or etching of both enamel and dentin.

og selvætsende teknik, som hver især har fordele, udfordringer og indikationer.

De første adhæsivsystemer, som kom på markedet, var baseret på æts-og-skyll-teknik, hvor separate procedurer med fosforsyre, primer og adhæsiv førte til en tidskrævende og operatørfølsom teknik. Klinikerne efterspurgte mere forenklede og mindre teknikfølsomme produkter, og i løbet af 1990'erne blev der lanceret både tottrins æts-og-skyll-adhæsiver og tottrins selvætsende adhæsiver. Efterhånden kom der også all-in-one-adhæsiver på markedet, og det betød, at tandlægen kunne nøjes med én flaske. Som en videre udvikling blev det såkaldte universelle adhæsivsystem lanceret i 2012 (6). Der er efterhånden kommet mange nye universelle adhæsiver på markedet, og disse kendetegnes ved, at de kan anvendes i flere forskellige sammenhænge (både som æts-og-skyll og selvætsende) (Fig. 1). Fælles for alle disse forskellige systemer, inklusive de universelle adhæsiver, er, at de kan inddeles i æts-og-skyll-baserede og selvæts-baserede systemer. Det er hovedsagelig disse to grupper, der vil blive diskuteret nærmere i denne artikel.

VALG AF ADHÆSIVSYSTEM

Der er ganske mange forskellige dentale adhæsivprodukter på markedet i dag, og det kan være udfordrende at finde ud af, hvilket system man skal anvende i forskellige kliniske situationer.

Det første valg, vi må træffe, er, om vi skal benytte os af et adhæsivsystem, som baserer sig på æts-og-skyll-princippet eller det selvætsende princip. Der er en gennemgående enighed i litteraturen om, at emalje bør ætzes med 30-40 % fosforsyre ▶

Selektiv emaljeætsning



Fig. 2. En dyb kavitet, hvor emaljen bliver ætset selektivt med fosforsyre, og dentinen derefter påføres et selvætsende adhæsiv.

Fig. 2. Showing a deep cavity where the enamel is selectively etched with phosphoric acid, followed by a self-etching adhesive.

Adhæsionssystemer

	Fordele	Ulemper
Æts-og-skyl	<ul style="list-style-type: none"> • Velprøvet strategi • Gode langtidresultater • God effekt på sklerotisk dentin • Man behøver ikke forholde sig til selektiv emaljeætsning, dermed enklere ætseteknik 	<ul style="list-style-type: none"> • Mere aggressiv og dybtgående dekalificering • Fare for overætsning og derpå følgende ufuldstændig infiltration af primer og adhæsiv • Sårbare for nedbrydning af resin og kollagen med derpå følgende lækage
Selvætsende	<ul style="list-style-type: none"> • Delvis demineralisering i et overfladisk dentinlag, hvilket muliggør kemisk binding • Gode langtidresultater • Dokumenteret mindre postoperative symptomer efter brug af selvætsende teknik 	<ul style="list-style-type: none"> • Smørelaget bliver ikke fjernet, hvilket kan interferere med bindestyrken • Mere udsat for hydrolytisk degradering pga. hydrofile funktionelle monomerer • Man bør anvende selektiv emaljeætsning

Tabel 1. Fordele og ulemper forbundet med henholdsvis æts-og-skyl- og selvætsende strategier.

Table 1. Advantages and disadvantages associated with etch-and-rinse and self-etching strategies, respectively.

for at opnå en god og holdbar binding til fyldningsmaterialet, uanset hvilket adhæsionssystem man vælger (4,5,7,8). Selvætsende systemer danner ikke det samme mikroretentive mønster i emalje, som når fosforsyre appliceres (9), og bindingsstyrken vil blive kompromitteret. Dette betyder, at man generelt anbefaler selektiv ætsning af emaljen, også ved brug af selvætsende adhæsiver (Fig. 2). Dermed kommer valget mellem æts-og-skyl-tilgangen og den selvætsende tilgang til at handle om, hvordan vi ønsker at behandle dentinoverfladen. Ætsning af dentinoverfladen med fosforsyre vil fjerne smørelaget fuldstændigt og dekalificere de yderste 3-6 µm af dentinoverfladen (4).

Selvætsende adhæsivsystemer er mindre aggressive mod dentinen, idet de delvis dekalificerer op imod ca. 1 µm af dentindybden og desuden integrerer smørelaget i processen med at danne et hybridlag. De fleste af disse materialer indeholder også såkaldte funktionelle monomerer, som har potentiale til at danne kemiske bindinger til tilbageværende hydroxylapatit. Der er en række fordele og ulemper knyttet til anvendelsen af de to strategier (Tabel 1).

En anden problemstilling er valget mellem traditionelle adhæsivsystemer med separate procedurer eller forenklede sammensatte systemer med en eller to flasker. Litteraturen viser, at de klassiske adhæsivsystemer med et separat resinlag til slut (hydrofobisk coating) har en bedre ydeevne end forenklede sammensatte systemer (10,11), og det hævdes at være et kompromis mellem forenkling og ydeevne (5,12).

ADHÆSION TIL FORSKELLIGE UNDERLAG

I restaurativ odontologi må man forholde sig til adhæsion til forskellige substrater (emalje, dentin, diverse restaureringsmaterialer).

Emalje

Emaljen er med sin homogene mineralrige krystalstruktur det enkleste og mest forudsigelige tandvæv at opnå binding til. Ætsning med 30-40 % fosforsyre skaber et ætserelief, som kan låse adhæsivet mikromekanisk (1). Selvætsende adhæsiver vil ikke kunne skabe det samme relief og kan dermed ikke opnå

en lige så stærk mekanisk låsning. Selvom mange af de selvætsende adhæsiver indeholder funktionelle monomerer, som kan binde sig kemisk til hydroxylapatit, vil calciumionerne ikke være lige tilgængelige i emalje og dentin, og den manglende mekaniske bindingsstyrke kompenseres dermed ikke fuldt ud med kemisk binding til emalje (13). Dette er grunden til, at ætsning af emalje med fosforsyre anbefales uanset valget af adhæsionsstrategi.

Ved procedurer som fx æstetisk opbygning af anteriore tænder med komposit må vi ofte forholde os til upræpareret aprismatisk emalje. Studier viser reduceret bindingsstyrke til dette væv pga. mindre udtalt ætserelief (14,15), og i disse tilfælde anbefaler man udover rengøring af overfladen også en fjernelse af dette yderste emaljelag (ca. 30 µm) ved hjælp af en let pudning med diamant eller forlænget ætsetid med fosforsyre (16). Den samme forbehandling anbefales ved behandling af hypomineraliseret emalje som fx ved dental fluorose (17).

Dentin

Udover at dentin i sig selv er et komplekst væv at forholde sig til, vil de morfologiske og fysiske variationer gøre dentinen til et vanskeligt substrat for opnåelse af en god og holdbar binding mellem resin og substrat (18). Eksempler på sådanne variationer er tilstedeværelsen af sklerotisk eller cariøs dentin.

Med hensyn til sklerotisk dentin viser studier, at en forbehandling med fosforsyreætsning eller overfladisk beslibning med en diamant delvis kan åbne kollagenetværket og dentintubuli i den hypermineraliserede overflade og dermed skabe bedre betingelser for en god mikromekanisk låsning (18-20). Fosforsyreætsning efterfulgt af applicering af 10 % natriumhypoklorit i 1 minut har også vist lovende resultater (21).

Cariet dentin har også lavere bindingsstyrke end normal dentin, uanset hvilket adhæsionssystem man vælger. Nogle studier viser imidlertid, at adhæsiver, som involverer ætsning af dentin med fosforsyre, forbedrer bindingsstyrken i forhold til selvætsende systemer (22). Den kliniske relevans af dette er dog minimal, da den carierede dentin oftest er omgivet af intakt dentin og emalje.

Med hensyn til postoperativ sensitivitet er det vist, at en selvætsende strategi på dentin kan give mindre symptomer end en æts-og-skyll-strategi, især i dybe kaviteter (23).

Dentin og emalje, som er påvirket af eller kontamineret med andre stoffer

Det har længe været diskuteret, om eugenolholdige produkter som fx midlertidige fyldningsmaterialer kan have en negativ virkning på bindingsstyrken mellem tandsubstans og den efterfølgende resinbaserede restaurering. Eugenol kan påvirke polymeriseringen af resinbaserede materialer negativt (24). Der er udført flere studier vedrørende den operative relevans af dette, og konklusionerne varierer. Der er dokumenteret reducerede bindingsstyrker mellem resinbaserede materialer og tandsubstans, som har været eksponeret for zinkilte-eugenolmaterialer, men den negative effekt er størst ved anvendelse af selvætsende systemer (25). Ætsning af tandoverfladen vil fjerne det yderste lag af emalje og dentin, og mængden af tilbageværende eugenol vil dermed blive reduceret. Den samme negative effekt er rapporteret efter kontaminering af tandoverfladen med hæmostatiske midler som fx aluminiumklorid-forbindelser (26), og også her viste æts-og-skyll-strategien sig at være mindst sårbar.

Binding til eksisterende fyldningsmaterialer

Som en del af den minimalt invasive tankegang, som er fremherskende inden for restaurerende odontologi i dag, er intraorale reparationer af eksisterende restaureringer med resinbaseret komposit en vigtig del af den kliniske hverdag. Substratet vil i disse tilfælde være materialer som fx komposit, glasionomerement, amalgam, metaller eller keramer. Adhæsionen til disse materialer kan være udfordrende og baserer sig både

Klinisk relevans

Adhæsion til tandsubstans er blevet en vigtig del af den restaurative odontologi og muliggør en minimalt invasiv tilgang. Udviklingen af nye produkter er gået hurtigt, og det kan være vanskeligt at få et godt overblik. Hovedkategorierne af adhæsiver er æts-og-skyll-adhæsiver, selvætsende adhæsiver og universelle adhæsiver, som kan anvendes i flere modaliteter. Litteraturen viser, at det under alle omstændigheder er en fordel at ætse emaljen, og valget af adhæsivsystem afhænger derfor af, hvordan vi vil behandle dentinen. Et bevidst forhold til brugsanvisning og fugtighedskontrol er afgørende for en optimering af den kliniske ydeevne.

på makromekaniske, mikromekaniske og kemiske principper (Tabel 2).

Eksempler på makromekaniske tiltag kan være præparation af retentionselementer, underskæringer eller præparation med diamant. Mikromekanisk retention opnås med syreætsning eller luftabrasion. Kemisk adhæsion til eksisterende materialer kan opnås med primere/adhæsiver, som indeholder specielle monomerer eller silan. En del produkter, især blandt de nye universelle adhæsiver, er tilsat funktionelle monomerer som fx 10-MDP, der kan binde sig kemisk til zirkonia (27) og uædle metallegeringer, eller silan, der kan binde sig til glaskeram (28). Med hensyn til anvendelse af 10-MDP-holdige adhæsiver er det vigtigt at være klar over, at man skal undgå at syreætte monolitisk zirkonia og metaller i forbindelse med rengøring før påføring af adhæsivet. Syren vil efterlade fosfatgrupper, ►

Binding til eksisterende fyldningsmaterialer

Komposit	<ul style="list-style-type: none">• Beslibning af kompositoverflade med diamant for opnåelse af ruhed• Silanisering (enten separat eller kombineret i et adhæsivsystem)• Påføring af adhæsiv
Amalgam	<ul style="list-style-type: none">• Præparation af makromekaniske elementer• Tribokemisk silika-coating vha. luftabrasion• Silanisering (enten separat eller kombineret i et adhæsivsystem)• Påføring af adhæsiv
Glaskeram	<ul style="list-style-type: none">• Beslibning af overfladen med diamant for opnåelse af ruhed• Luftabrasion med Al₂O₃• Ætsning af den keramiske overflade med 5-10 % flussyre• Silanisering (enten separat eller kombineret i et adhæsivsystem)• Påføring af adhæsiv
Oksidkeramer	<ul style="list-style-type: none">• Luftabrasion vha. Al₂O₃, evt. tribokemisk silika-coating• Påføring af adhæsiv med funktionelle monomerer som fx 10-MDP, evt. silan

Tabel 2. Anbefalede procedurer ved reparationer og adhæsion til diverse restaureringsmaterialer.

Table 2. Recommended procedures for repairs and adhesion to various restorative materials.

som kemisk vil binde sig til oksidlaget på overfladen og dermed blokere potentielle frie bindingssteder for MDP-molekylerne og som slutresultat give reduceret bindingsstyrke (29). Anvendelse af luftabrasion (fx 50 µm aluminiumoxid) har derimod vist sig at være nyttig ved adhæsion til sådanne metaloksider (30).

Når det drejer sig om adhæsion til glaskeramiske materialer, vil silanisering af overfladen som nævnt føre til en bedre bindingsstyrke til resinbaserede materialer. Traditionelt er dette blevet udført ved at påføre den glaskeramiske overflade en separat silanopløsning efter ætsning med flussyre og før påføring af adhæsiv, men enkelte universelle adhæsiver har inkorporeret silan (31). Intraoral ætsning med flussyre må udføres med stor forsigtighed pga. høj risiko for blødtvævsskade, og anvendelse af kofferdam og kraftigt sug anbefales på det kraftigste.

Tabel 2 viser anbefalede procedurer ved reparationer og adhæsion til forskellige restaureringsmaterialer.

KLINISKE PROCEDURER – ÆTS-OG-SKYL-STRATEGI

Det er først og fremmest vigtigt at følge producentens brugsanvisning, når man udfører en adhæsiv procedure i klinikken. Der er desuden en del punkter, som kan optimeres ud over det, som producenterne anbefaler.

Ved æts-og-skyl-strategien starter man med at ætse hele kaviteten, som skal restaureres, med 30-40 % fosforsyre. Sund dentin skal maksimalt ætzes 15 sekunder for ikke at demineralisere for dybt. Emalje har ikke denne tidsbegrænsning, og det kan derfor være smart at starte syrepåføringen på emaljen, før man arbejder sig ind mod dentinen. Man bør undgå en skrubbende bevægelse med børsten i denne ætsfase, fordi dette kan ødelægge det ønskede ætserelief. Efter 15 sekunder skal syren skylles bort med vand, gerne i 10 sekunder, så alt demineraliseret væv bliver fjernet. Derefter lufttørres kaviteten, så der efterlades en let fugtig/glinsende dentinoverflade uden vanddråber.

I næste fase er det ønskeligt at omdanne den hydrofile overflade til en hydrofob natur, som er tilpasset det resinbaserede adhæsivs egenskaber. Dette opnås med en separat primer eller en selvprimende adhæsiv, som påføres med en skrubbende børstebevægelse i mindst 15 sekunder for at sikre, at hele den demineraliserede zone bliver imprægneret. Efter endt applicering skal overfladen lufttørres, så opløsningsmidlet fordampes. Indholdet af opløsningsmiddel i primere og all-in-one-adhæsiver er højt, i enkelte produkter op imod 80 vægtprocent (32), og flygtige væsker som acetone og etanol indgår ofte sammen med vand. Rester af opløsningsmiddel vil påvirke hybridlaget og dermed adhæsionen negativt, og det er derfor ønskeligt at tilstræbe en fuldstændig fordampning (33). Luftpåblæsning i 15-30 sekunder angives i litteraturen som ønskeligt for at få en god og holdbar binding over tid (34). Enkelte producenter anbefaler i deres brugsanvisninger at luftblæse, indtil man ikke ser væskebevægelse i overfladen.

Ved anvendelse af tretrins æts-og-skyl-adhæsiver påfører man til slut det hydrofobe resinlag i et jævnt og ikke alt for tyndt lag ved hjælp af skrubbende børstebevægelser i 10-15 sekunder og let luftpåblæsning. Derefter lyshærdes adhæsivlaget efter producentens anbefaling.

KLINISKE PROCEDURER – SELVÆTSENDE STRATEGI

Ved selvætsende strategier er det altså ønskeligt at ætse emaljen selektivt med fosforsyre. Man bør undgå at ætse dentinen, fordi syren vil demineralisere det yderste lag af dentinen, hvilket resulterer i manglende kemisk binding og mindre stabilt hybridlag (35). Syren skylles bort efter 15 sekunder, og kaviteten luftblæses.

Derefter bliver den selvætsende primer/adhæsiv påført med aktiv applicering i 20 sekunder (Fig. 3) (36). Efterfyldning med primer/adhæsiv kan med fordel foretages i denne fase. Den lange appliceringstid begrundes med, at den kemiske interaktion skal have tid til at løbe til ende (11). For at få fjernet rester af opløsningsmidlet er det også vigtigt at luftblæse dentinoverfladen i mindst 10 sekunder.

Lyshærdning efter producentens anbefaling kan ske med det samme, men helst efter påføring af et hydrofobt resinlag.

KOMPATIBILITET ADHÆSIV – RESTAURERINGSMATERIALE

Ved anvendelse af kompositte fyldningsmaterialer anbefales det ofte i brugsanvisningen at bruge et adhæsivsystem fra samme producent for at få bedst mulig bindingsstyrke og holdbarhed af den færdige restaurering. Flere kliniske studier viser dog, at man kan benytte adhæsiver og kompositter fra forskellige producenter, så længe begge materialer er metakrylatbaserede (som de fleste systemer stadig er) (37). Der er derimod påvist inkompatibilitet mellem materialer med forskellig resinteknologi, som fx det epoxybaserede kompositmateriale Silorane (3M) og metakrylatbaserede adhæsivsystemer. Der er også påvist inkompatibilitet mellem kemisk hærdende og dualhærdende kompositter og forenklede selvætsende adhæsiver (38) pga. sure restmonomerer i adhæsivsystemet, som kan

Applicering af adhæsiv i en approssimal kavitet



Fig. 3. Adhæsivet/primeren påføres tandsubstansen med en aktiv applicering i 20 sekunder, så man opnår en bedre infiltration og kemisk interaktion.

Fig. 3. The adhesive/primer is applied to the tooth surface with an active agitation for 20 seconds for better infiltration and chemical interaction.

hæmme den kemiske polymeriseringsreaktion i kompositmaterialer. For at undgå dette problem har enkelte producenter lanceret såkaldte aktivatorer, enten som en separat flaske eller inkorporeret i adhæsivet.

FUGTIGHEDSKONTROL

Al kontaminering vil svække bindingsstyrken. Hvor meget afhænger af, hvor langt i proceduren man er kommet. For at opnå en god og holdbar binding mellem tandsubstans og adhæsiv er det nødvendigt at holde overfladen fri for kontaminanter som saliva (39), blod (40), vævsvæsker og olie fra roterende instrumenter. God fugtighedskontrol er derfor kritisk. De vanligste metoder til opnåelse af dette i praksis er at benytte sig af sug, vatruller eller parotislapper, men studier viser, at en korrekt anlagt kofferdam er det bedste middel til at opnå fugtighedskontrol (41) (Fig. 4).

Hvis der alligevel skulle ske en kontaminering under den adhæsive procedure, er en dekontamineringsstrategi vigtig, selv om dette ikke i fuldt omfang vil reetablere den oprindelige bindingsstyrke. I litteraturen anbefales spuling med vand, efterfølgende luftblæsning og ny applicering af primer/adhæsiv som et generelt tiltag (39,42). Hvis der kun er emalje på den kontaminede overflade, kan man gå helt tilbage til ætsetrinnet før reappliceringen af primer/adhæsiv.

OPSUMMERING

Det er vigtigt at foretage et bevidst og individuelt begrundet valg af adhæsivsystem, hovedsagelig baseret på, hvordan vi ønsker at behandle dentinen. Studier viser fx fordelene ved at ætse en sklerotisk dentinoverflade, mens en selvætsende strategi giver færre postoperative symptomer ved dybe kaviteter.

Mens emalje altid bør ætzes, kan man på dentin vælge mellem en æts-og-skyl- eller en selvætsende strategi. Man bør derfor have adhæsivsystemer for begge disse strategier på lager, enten i form af rene æts-og-skyl-adhæsiver, rene selvætsende adhæsiver, eller universelle adhæsiver, som kan anvendes i

Kofferdam



Fig. 4. En kofferdamisoleret tand med en stor kavitet, klar til opbygning med komposit. Sklerotisk dentin gør det ønskeligt at benytte sig af en æts-og-skylstrategi, hvor både emalje og dentin bliver ætset.

Fig. 4. Rubber dam. A rubber dam-isolated tooth with a large cavity, ready to be built up with composite. Sclerotic dentin makes it desirable to use an etch-and-rinse strategy where both enamel and dentin are etched.

begge modaliteter. Endvidere kan enkelte adhæsivsystemer indeholde specielle monomerer og andre molekyler, som kan facilitere binding til andre restaurerende materialer.

Udover en maksimal ætsetid af dentin på 15 sekunder er der ellers ingen tid at spare ved en adhæsivprocedure. Man skal rette sig efter brugsanvisningen. Et øget tidsforbrug for bortskylning af syre (mindst 10 sekunder), luftpåblæsning af primer (30-60 sekunder) og lyshærdning har vist sig at forbedre bindingsstyrkens holdbarhed.

Fugtighedskontrol er vigtig for at undgå kontaminering af bindingsfladen og for at beskytte mod uønsket eksponering af omkringliggende væv.

Se video om praktisk bonding.

Link: <https://youtube@liycoebOoBE> ♦

ABSTRACT (ENGLISH)

ENAMEL AND DENTINE ADHESIVES: CRUCIAL PHASES IN CLINICAL TREATMENT

There is a plethora of dental adhesive products on the market today, and it can be challenging to know which system to use and how to handle them. The clinical decision making should be made on an individual basis, and mainly based on how we want to treat the dentin.

While etching of the enamel is generally recommended, the dentin can either be treated with an etch-and-rinse- or a self-etching strategy. Due to variations in quality of the dentin, adhesive systems for both strategies should be available, either in the form of etch-and-rinse adhesives, self-etching

adhesives, or universal adhesives that can be used in both modalities. In addition, some adhesive systems may contain special monomers and other molecules that can facilitate bonding to different restorative materials.

Apart from a maximum etching time of 15 seconds on dentin, there are otherwise no shortcuts when doing an adhesive procedure. The manufacturer's instructions should be followed. Increasing the time for rinsing the acid (at least 10 seconds), primer air drying (30-60 seconds) and light curing has been shown to improve the clinical performance.

Any contamination of the working area will weaken the bond strength, and adequate moisture control is important.

LITTERATUR

- Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res* 1955;34:849-53.
- Fusayama T, Nakamura M, Kurosaki N et al. Non-pressure adhesion of a new adhesive restorative resin. *J Dent Res* 1979;58:1364-70.
- Nakabayashi N, Kojima K, Masuhara E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. *J Biomed Mater Res* 1982;16:265-73.
- Van Meerbeek B, Yoshihara K, Van Landuyt K et al. From Buonocore's pioneering acid-etch technique to self-adhering restoratives. A status perspective of rapidly advancing dental adhesive technology. *J Adhes Dent* 2020;22:7-34.
- Perdigão J, Araujo E, Ramos RQ et al. Adhesive dentistry: Current concepts and clinical considerations. *J Esthet Restor Dent* 2021;33:51-68.
- Yamauchi K, Tsujimoto A, Jurado CA et al. Etch-and-rinse vs self-etch mode for dentin bonding effectiveness of universal adhesives. *J Oral Sci* 2019;61:549-53.
- de Paris Matos T, 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.
- Ma KS, 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.
- Moura SK, Reis A, Pelizzaro A et al. Bond strength and morphology of enamel using self-etching adhesive systems with different acidities. *J Appl Oral Sci* 2009;17:315-25.
- Peumans M, De Munck J, Mine A et al. Clinical effectiveness of contemporary adhesives for the restoration of non-carious cervical lesions. A systematic review. *Dent Mater* 2014;30:1089-103.
- Hardan L, Bourgi R, Kharouf N et al. Bond strength of universal adhesives to dentin: A systematic review and meta-analysis. *Polymers (Basel)* 2021;13:814.
- Stape THS, Viita-Aho T, Sezinando A et al. To etch or not to etch, Part II: On the hydrophobic-rich content and fatigue strength of universal adhesives. *Dent Mater* 2022;38:1419-31.
- Han F, Sun Z, Xie H et al. Improved bond performances of self-etch adhesives to enamel through increased MDP-Ca salt formation via phosphoric acid pre-etching. *Dent Mater* 2022;38:133-46.
- Pashley DH, Tay FR. Aggressiveness of contemporary self-etching adhesives. Part II: etching effects on unground enamel. *Dent Mater* 2001;17:430-44.
- Reis A, Moura K, Pellizzaro A et al. Durability of enamel bonding using one-step self-etch systems on ground and unground enamel. *Oper Dent* 2009;34:181-91.
- Talan J, Gupta S, Nikhil V et al. Effect of mechanical alteration of enamel surface on shear bond strength of different bonding techniques. *J Conserv Dent* 2020;23:141-4.
- Ermis RB, De Munck J, Cardoso MV et al. Bonding to ground versus unground enamel in fluorosed teeth. *Dent Mater* 2007;23:1250-5.
- Perdigão J. Dentin bonding – Variables related to the clinical situation and the substrate treatment. *Dent Mater* 2010;26:e24-37.
- Assis P, Silva C, Nascimento A et al. Does acid etching influence the adhesion of universal adhesive systems in noncarious cervical lesions? A systematic review and meta-analysis. *Oper Dent* 2023;48:373-90.
- Kwong SM, Cheung GSP, Kei LH et al. Micro-tensile bond strengths to sclerotic dentin using a self-etching and a total-etching technique. *Dent Mater* 2002;15:359-69.
- Wang J, Song W, Zhu L et al. A comparative study of the micro-tensile bond strength and micro-structural differences between sclerotic and normal dentine after surface pretreatment. *BMC Oral Health* 2019;19:216.
- Lima JFM, Wajngarten D, Islam F et al. Effect of adhesive mode and chlorhexidine on microtensile strength of universal bonding agent to sound and caries-affected dentins. *Eur J Dent* 2018;12:553-8.
- Josic U, Maravic T, Mazzitelli C et al. Is clinical behavior of composite restorations placed in non-carious cervical lesions influenced by the application mode of universal adhesives? A systematic review and meta-analysis. *Dent Mater* 2021;37:e503-521.
- Taira J, Ikemoto T, Yoneya T et al. Essential oil phenyl propanoids. Useful as .OH scavengers? *Free Radic Res Commun* 1992;16:197-204.
- Koch T, Peutzfeldt A, Malinowski V et al. Temporary zinc oxide-eugenol cement: eugenol quantity in dentin and bond strength of resin composite. *Eur J Oral Sci* 2013;121:363-9.
- Kim S, Choi Y, Park S. Effect of an aluminum chloride hemostatic agent on the dentin shear bond strength of a universal adhesive. *Restor Dent Endod* 2023;48:e14.
- Lehmann F, Kern M. Durability of resin bonding to zirconia ceramic using different primers. *J Adhes Dent* 2009;11:479-83.
- Matinlinna JP, Vallittu PK. Bonding of resin composites to etchable ceramic surfaces – an insight review of the chemical aspects on surface conditioning. *J Oral Rehabil* 2007;34:622-30.
- Lümkemann N, Schönhoff LM, Buser R et al. Effect of cleaning protocol on bond strength between resin composite cement and three different CAD/CAM materials. *Materials (Basel)* 2020;13:4150.
- Wolfart M, Lehmann F, Wolfart S et al. Durability of the resin bond strength to zirconia ceramic after using different surface conditioning methods. *Dent Mater* 2007;23:45-50.
- Yao C, Yu J, Wang Y et al. Acidic pH weakens the bonding effectiveness of silane contained in universal adhesives. *Dent Mater* 2018;34:809-18.
- Reis AF, Oliveira MT, Giannini M et al. The effect of organic solvents on one-bottle adhesives' bond strength to enamel and dentin. *Oper Dent* 2003;28:700-6.
- Ekambaram M, Yiu CK, Matinlinna JP. An overview of solvents in resin-dentin bonding. *Int J Adhes Adhes* 2015;57:22-33.
- Saikaew P, Fu J, Chowdhury AFMA et al. Effect of air-blowing time and long-term storage on bond strength of universal adhesives to dentin. *Clin Oral Investig* 2019;23:2629-35.
- Van Landuyt KL, Kanumilli P, De Munck J et al. Bond strength of a mild self-etch adhesive with and without prior acid-etching. *J Dent* 2006;34:77-85.
- Yoshihara K, Yoshida Y, Hayakawa S et al. Nanolayering of phosphoric acid ester monomer on enamel and dentin. *Acta Biomater* 2011;7:3187-95.
- Sabatini C, Campillo M, Hoelz S et al. Cross-compatibility of methacrylate-based resin composites and etch-and-rinse one-bottle adhesives. *Oper Dent* 2012;37:37-44.
- Sanares AM, Itthagarun A, King NM et al. Adverse surface interactions between one-bottle light-cured adhesives and chemical-cured composites. *Dent Mater* 2001;17:542-56.
- Bolme J, Gjerdet NR, Laegreid T. Effect of saliva contamination on the bond strength of single-step and three-step adhesive systems. *Eur J Oral Sci* 2022;130:e12838.
- Chang SW, Cho BH, Lim RY et al. Effects of blood contamination on microtensile bond strength to dentin of three self-etch adhesives. *Oper Dent* 2010;35:330-6.
- Falacho RI, Melo EA, Marques JA et al. Clinical in-situ evaluation of the effect of rubber dam isolation on bond strength to enamel. *J Esthet Restor Dent* 2023;35:48-55.
- Bourgi R, Cuevas-Suarez CE, Devoto W et al. Effect of contamination and decontamination methods on the bond strength of adhesive systems to dentin: A systematic review. *J Esthet Restor Dent* 2023;35:1218-38.