

Här presenteras den fjärde artikeln om dentala material.
Tidigare artiklar i serien har publicerats
i Tandläkartidningen nummer 4 och 5/2017.



Översikt. Del av artikelserien Dentala material.
Godkänd för publicering den 26 september 2016.
Artikeln är översatt från danska av Öresunds Översättningsbyrå, Lund.

Bindningssystem och deras användning

Plastmaterialens bindning till tandhårdvävnad har revolutionerat tandläkarens arbete under de senaste 50 åren. Etch & rinse och självetsande bindningssystem har funnits längst på marknaden, och för vissa av dessa system visar kliniska data på god retentionsförmåga. Eftersom de universella bindningssystemen är relativt nya, är kliniska studier med längre uppföljningstid begränsade, men de få studier som finns har visat lovande resultat.

Utvecklingen av adhesiv teknik under de senaste årtiondena har möjliggjort bättre bindning mellan restaurationsmaterial och emalj respektive dentin, trots den stora skillnaden mellan dessa två typer av tandsubstans. Emaljen är relativt homogen och innehåller framför allt mineraler i form av hydroxylapatitkristaller med prismatisk struktur, varför etablering av en stark och stabil bindning inte innebär någon särskild utmaning [1]. Dentin däremot innehåller förutom hydroxylapatit även en viss mängd kollagen och vatten. Därutöver innebär dentinets struktur en radiell organisering av tubuli med varierande diameter och innehåll av vätska, inter- och peritubulärt dentin, beroende på avståndet till pulpan och emalj-/dentingränsen. Denna komplexa struktur har under ett antal år utgjort en särskild utmaning vad gäller bindning till dentin [2]. Lyckligtvis pågår ett intensivt forskningsarbe-



Författare

Ana Raquel Benetti (bild), lektor, ph d, Odontologisk inst, Det sundhelsesvidenskabelige fakultet, Københavns universitet, Danmark. E-post: arbe@sund.ku.dk
Anne Peutzfeldt, seniorforsker, dr odont, ph d, Afd for forebyggende og restaurerende tandpleje samt pædagogik, Bern universitet, Bern, Schweiz.

te som löpande bidrar till att lösa problemen med bindning till sådan fuktig, heterogen vävnad, och bindningen till dentin blir hela tiden starkare och mer hållbar [3].

Den relativt snabba utvecklingen på området adhesiv teknik leder emellertid till en kontinuerlig lansering av produkter och/eller nya, uppdaterade versioner på marknaden (figur 1), som gör det svårt för oss tandläkare att följa med, och som kan skapa förvirring vid valet av bindningssystem (se Fakta 1). Syftet med denna artikel är därför att diskutera bindningssystemens användning och hållbarhet med utgångspunkt från tillgänglig evidens.

För att bedöma bindningssystemens effektivitet har man under många år genomfört laboratorieundersökningar för testning av bland annat bindningsstyrka och stabilitet vid förvaring av provkroppar

Fakta 1

Tandläkaren ska inte bara välja mellan de olika kategorierna av bindningssystem, utan även en specifik produkt. Enligt en metaanalys har det använda bindningssystemet stor betydelse för retentionsförmågan hos plastfyllningar i cervikala lesioner. Andra parametrar som bidrar positivt till dessa plastfyllningars retention är en grov yta och användning av kofferdam [35].



Figur 1. Exempel på produkter för bindning av plastmaterial till tandvävnad.

från extraherade tänder i olika vattenlösliga medier. Dessa *in vitro*-undersökningar som gjorts efter att provkroppar genomgått en åldrandeprocess, ger en god uppfattning om bindningssystemens prestanda och kan på kort tid och med relativt begränsade medel ge en uppfattning om hur en adhesiv kommer att bete sig [4].

Bindningssystemen är även föremål för kliniska studier. En välkänd klinisk försöksmodell för bedömning av bindningssystemen är placering av plastfyllningar i kariesfria cervikala lesioner som saknar makromekanisk retention och där närvaron av emalj är begränsad. Här undersöks bindningssystemens förmåga att retinera plastfyllningarna, och man genomför kontroller med avseende på postoperativa symtom, kantanslutning och -missfärgning. Bristande adhesion är givetvis ett mindre allvarligt problem för retentionen av restaurationer i självretinerande kaviteter, till exempel efter exkavering av karieslesioner. Man får emellertid förmoda att bristande eller dålig adhesion i dessa fall betyder att den förstärkande effekt som adhesion har på den resterande tandsubstansen uteblir.

Även om ett kliniskt försök är den idealiska testmiljön för dentalmaterial, är sådana försök långt mer sällsynta än laboratorieundersökningar. De kräver nämligen ett stort antal patienter, vilket i sin tur innebär stora logistiska och ekonomiska utmaningar. Insamling av begränsade kliniska data i

”... bindningen till dentin blir hela tiden starkare och mer hållbar.”

form av metaanalyser förstärker därför tolkningen av resultaten och visar på materialens prestanda oavsett forskningsgrupper och behandlare.

METOD

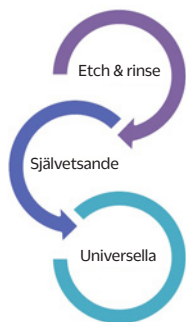
I PubMed-databasen gjordes en sökning på ämnesorden *dental adhesive*, relevant litteratur valdes ut och publikationer från de senaste fem åren prioriterades. Den valda litteraturen gick igenom med särskilt fokus på metaanalyser, översiktsartiklar och färskare kliniska undersökningar, i synnerhet sådana med längre uppföljningstid (se Fakta 2).

VILKA BINDNINGSSYSTEM FINNS I DAG?

Den löpande utvecklingen av bindningssystem har resulterat i åtskilliga generationer av produkter sedan 1960-talet. I dag används ett enklare och mer överskådligt system för att klassificera bindnings-

Fakta 2

En *metaanalys* är en statistisk sammanställning av resultat från flera vetenskapliga källor rörande en avgränsad problemställning, medan en *översiktsartikel* omfattar en litteraturgenomgång av ett givet ämne. En *systematisk översiktsartikel* är en litteraturöversikt som kan genomföras med eller utan metaanalys.



Figur II. Olika typer av bindningssystem 2016, beroende på interaktion med tandsubstansen. De första systemen krävde etsning av tandytan med fosforsyra. Därefter utvecklades självetsande bindningssystem. I dag kan universalladhesiverna användas antingen enligt etch & rinse- eller självetsningstekniken.

systemen, allt efter hur materialen interagerar med tandsubstansen. År 2016 klassificerades bindningssystemen således som etch & rinse, självetsande eller universella (figur II).

Etch & rinse-bindningssystem

Etch & rinse-bindningssystem (se Fakta 3) kallas också *total etch* och tillvägagångssättet omfattar ett steg som innebär att emaljen och dentinet etsas med fosforsyra, som sedan sköljs bort. Denna teknik resulterar i en grov relief på emaljens yta och i demineralisering av dentinet på några få mikrometers djup, varvid smearlagret tas bort och ett hydroxylapatit-fattigt kollagennätverk exponeras [4].

I 3-steps etch & rinse-system behandlas tandsubstansen därefter först med en primer, som är en relativt hydrofil komponent som innehåller plastmonomerer lösta i organiskt lösningsmedel. Denna primer ersätter vattnet i vävnaderna och fuktar kollagenfibrerna i dentinet [5]. Sedan appliceras och härdas ett resin som är en relativt hydrofob komponent, som i sin tur fyller ut både emaljens mikrorelief och täcker det exponerade kollagennätverket genom bildande av ett så kallat hybridlager [5]. I 2-steps etch & rinse-system kombineras primer- och resindelen på så sätt att både hydrofila och hydrofoba monomerer löses upp i lösningsmedlet. Denna blandning gör generellt 2-stegsbaserade bindningssystem mer hydrofila, varför dessa visat sig vara mer känsliga vad gäller vattenupptagning och hydrolyt än 3-stegssystemen [6]. Den bindnings-

Fakta 3

Som bekant har etch & rinse-bindningssystemen under många år varit de mest använda och de har betraktats som *gold standard* på området adhesivteknik. En ny enkätundersökning som besvarades av 732 offentligt anställda tandläkare i Norge visade att 73,3 procent av dessa använder sig av etch & rinse-tekniken, medan 26,7 procent använder självetsande bindningssystem [9]. En ny trend ses dock med förbättrade självetsande adhesiver samt utveckling av universella bindningssystem.

styrka som uppnås med 2-stegssystem är därmed mindre stabil i långtidsförsök [7].

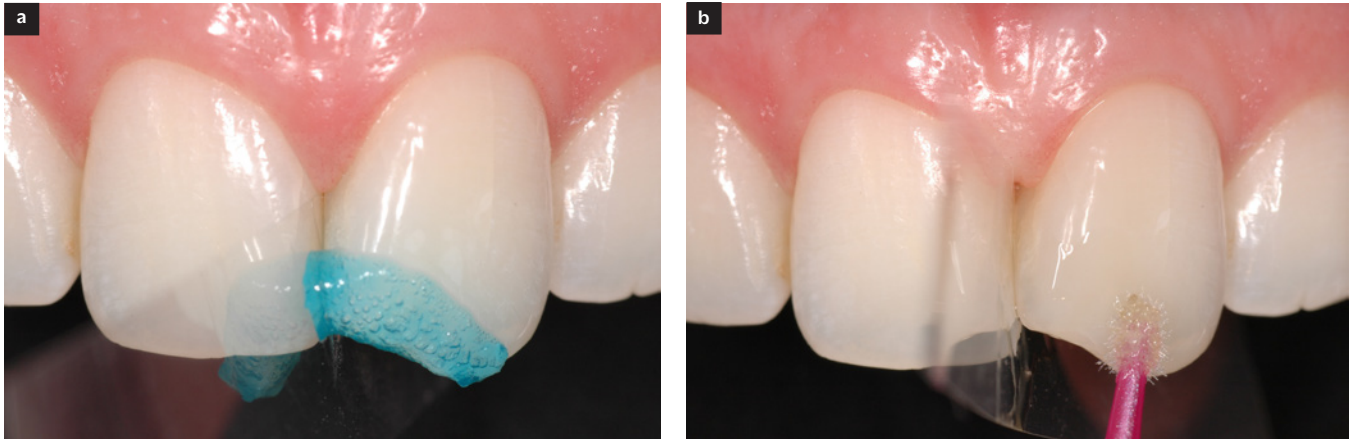
Etch & rinse-bindningssystemen skapar adhesion genom inträngning och *in situ*-polymerisering i det porösa och för dentinets vidkommande fuktiga ytskikt som skapas av fosforsyran samt genom mikromekanisk retention i tandvävnaden. Eftersom etsning av dentin med fosforsyra löser upp hydroxylapatitkristaller, som därefter sköljs bort, utsätts det icke-infiltrerade kollagenet för vattenupptagning och enzymatisk nedbrytning [8]. Dessutom skapar etch & rinse-bindningssystemen en begränsad kemisk bindning mellan resinets och det organiska materialet, som exponeras till följd av etsningen av dentinet, vilket av vissa forskare anses vara en av de största begränsningarna hos den här typen av bindningssystem. [4].

Självetsande bindningssystem

Som namnet antyder, kräver självetsande bindningssystem inte någon föregående fosforsyraetsning. Det beror på att den primer som används för konditionering av emalj och dentin innehåller sura, hydrofila monomerer (såsom fosforsyraestrar eller karboxylsyraestrar) [5], och att primern därmed klarar av att lösa upp smearlagret och det översta ytskiktet av emalj och dentin. Det lösta kalciumfosfatet sköljs inte bort utan stannar i hybridlagret, eftersom demineralisering av tandsubstansen och infiltrering av plastmonomererna sker synkront [10]. Denna teknik kallas därför också etch & dry. Sedan appliceras ett mer hydrofobt resin, som gör gränssytan motståndskraftigare gentemot vattenupptagning och hydrolyt, och därmed bidrar till bindningsstyrkan [11].

Hos vissa självetsningssystem är primer- och resindelarna kombinerade på sådant sätt att de appliceras samtidigt. De sistnämnda systemens tendens till fassparation och hög hydrofilicitet har med tiden resulterat i otillräcklig polymerisering av monomerer, samt i nanoläckage och vattenupptagning i gränsskiktet [10]. Dessa så kallade *all in one*- eller 1-steps-bindningssystem har således uppvisat mindre gynnsamma *in vitro*- och *in vivo*-resultat [4]. Det bör dock påpekas att de nyare 1-steps-bindningssystemen av självetsande typ som finns i dag, i synnerhet de milda och HEMA-fria, klarar sig långt bättre än de tidigare [3, 12-14].

Tandsubstansens demineraliseringsförmåga är beroende av primerns pH-värde, och självetsande bindningssystem kan kategoriseras som starka (pH ≤ 1), mellanstarka (pH 1-2), milda (pH ≈ 2) och ultramilda (pH $\geq 2,5$) [10]. Starka självetsande system har visat sig klara sig bättre vad angår bindning till emalj [15], men dessa system har sämre prestanda när det gäller bindningen till dentin, eftersom det resininkapslade kalciumfosfatet är förhållandevis lättlösligt [4]. I gengäld reagerar milda självetsande bindningssystem bättre med smearlagret och pro-



Figur III. Emaljetsning (a) före applicering av bindningssystemet (b) ökar retentionsen, optimerar kantanslutningen och minskar kantmissfärgningen hos plastfyllningen med tiden.

ducerar ett submikrometriskt hybridskikt, medan en viss mängd hydroxylapatitkristaller fortfarande skyddar kollagenfibrerna [4]. Dessutom kommer vissa av de funktionella monomerer som finns tillgängliga att etablera jonbindningar till den resterande hydroxylapatiten [16]. Därmed kompletteras den mikromekaniska retentionsen av en kemisk bindning, vilket förefaller öka bindningsstyrkan [10].

Den funktionella monomeren 10-MDP (10-metacryloyloxydecyldihydrogenfosfat), förefaller vara mer effektiv och stabil i vatten än andra funktionella monomerer såsom 4-MET (4-metacryloyloxyetyltrimellitsyra) och fenyl-P (2-metacryloyloxyetylfenylhydrogenfosfat) i nämnd ordning [16]. Enligt adhesions-demineraliseringskonceptet, som introducerades av Yoshida et al [17], binds funktionella monomerer som 10-MDP och karboxylsyrastrar till kalcium från hydroxylapatit genom bildning av stabila kalciumfosfat- eller kalciumcarboxylatsalter samtidigt som en begränsad demineralisering sker av tandytan [16, 18].

Fakta 4

Om man vill använda ett självetsande bindningssystem pekar forskningsresultaten på att man bör välja ett av de milda systemen och kombinera det med selektiv emaljetsning. De milda självetsande bindningssystemen har lika bra prestanda som *gold standard* 3-steps etch & rinse-tekniken [3].

Fakta 5

De universella bindningssystemen ger, trots att detta är lite beroende av produkt, generellt en relativt stark bindning till tandsubstansen. Selektiv emaljetsning rekommenderas vid användning av universella bindningssystem.

Det bör emellertid nämnas att en föregående, selektiv etsning av emaljen med fosforsyra före applicering av det självetsande bindningssystemets primer (figur III) i flera undersökningar har visat sig öka bindningsstyrkan till emalj [10] och leda till en bättre kantanslutning och minskad kantmissfärgning [19–22] (se Fakta 4).

Universella bindningssystem

Universella bindningssystem (se Fakta 5) är det senaste nya inom adhesivtekniken [23]. Precis som de självetsande bindningssystemen innehåller dessa universaladhesiver också funktionella monomerer, och eftersom de kan användas såväl i förbindelse med eller utan selektiv emaljetsning, kallas dessa adhesiver också för *multimodala* adhesiver. Med samma adhesiv som bas kan tandläkaren välja den bindningsteknik som är den mest ändamålsenliga i en given behandlingssituation. Man kan dock fråga sig om dessa så kallade universaladhesiver skiljer sig från självetsande 1-steps-bindningssystem i fråga om sammansättning eller om det snarare handlar om en marknadsföringsmässig utvidgning av materialens användbarhet [24].

Vissa tillverkare rekommenderar vidare att deras adhesiver används för förbehandling av andra bindningsytor, som keramik eller kompositplast, i stället för en traditionell silan [24]. I en studie har vissa universella adhesiver visat lovande resultat vad gäller bindning till zirkoniumdioxid [25], medan en annan studie endast visade god bindning till zirkoniumdioxid när universaladhesiverna kombinerades med sandblåstring av keramikytan [26]. Vidare har en tredje studie, som behandlade

”Universella bindningssystem är det senaste nya inom adhesivtekniken.”

Tabell 1. Några av de mest sålda bindningssystemen i Norden (juli 2016) inom de olika kategorierna av bindningssystem. Den procentuella årliga felfrekvensen (AFR) samt standardavvikelsen (SD) för plastfyllningar i kariesfria, cervikala lesioner rapporterades i en studie av Peumans et al, 2014. Orsaken till felet var retentionsförlust.

Typ	Fabrikant	Namn	% AFR (SD)
Etch & Rinse	3M Oral Care	Adper Scotchbond Multi-Purpose	3,9 (2)
		Adper Scotchbond 1 XT	1,4 (1)
	Ivoclar Vivadent	Excite F	10,6 (0,6)*
	Kerr Dental	Optibond FL	1,8 (0,8)
		Optibond Solo Plus	4,6 (-)
	Dentsply Sirona	Prime & Bond NT	6,3 (1)
Själve- etsande	Kuraray Noritake	Clearfil SE Bond	2,2 (1,2)
	Voco GmbH	Futurabond DC	
	GC	G-Bond	1,3 (0,6)
Universella	Ivoclar Vivadent	Adhese Universal	
	Voco GmbH	Futurabond U	
	3M Oral Care	Scotchbond Universal, etch & rinse Scotchbond Universal, själve- etsande	0,5 (0,7) 4 (-)

* Data från Excite

reparation av plastfyllningar, visat att en behandling med en universell adhesiv var lika effektiv som en silanbehandling när ny kompositplast skulle bindas till gammal plast [27].

Frågan är vilken appliceringsteknik som bör användas i förbindelse med universaladhesiverna för att åstadkomma den bästa och mest stabila bindningen till emalj och dentin. *In vitro*-undersökningar visar att universaladhesivers bindningsstyrka till emalj med fördel kan förbättras genom föregående etsning med fosforsyra [28, 29], precis som när det gäller de själve-etsande bindningssystemen. Etsning ökar ytenergin och ytans vätkarhet, samt förbättrar adhesivens infiltration i emaljen. Även en mycket kort emaljetsning (3 sekunder) avlägsnar smearskitet på emaljen och gör hydroxylapatiten tillgänglig för reaktion med de funktionella monomererna i adhesiven, vilket förefaller bidra till bindningens hållbarhet [29]. Mot denna bakgrund rekommenderas etsning av emalj med fosforsyra före applicering av universella bindningssystem [23].

I fråga om dentin ses emellertid inte nödvändigtvis någon signifikant bättre bindning av universella bindningssystem vid användning av etch & rinse-tekniken jämfört med själve-etsningstekniken, även om den föregående etsningen med fosforsyra ökar

dess adhesivers penetrationsdjup i dentinet [30]. Det faktum att man med universaladhesiver uppnår identisk bindningsstyrka till dentin oavsett teknik, gör de universella bindningssystemen pålitliga att arbeta med under olika kliniska förhållanden [23, 24, 30]. Själve-etsningstekniken anses ge kollagenfibrerna och bindningsstyrkan bättre skydd mot åldrande än etch & rinse-tekniken [31].

VAD SÄGER EVIDENSEN?

Det finns åtskilliga kliniska studier av såväl etch & rinse som själve-etsande bindningssystem, i synnerhet när det gäller de system som funnits längst på marknaden. En metaanalys har nyligen gjorts på data från kliniska studier i vilka minst två bindningssystem som använts för restaurering av kariesfria, cervikala lesioner jämfördes efter minst 18 månaders funktionstid [3]. Även om man i dessa studier också utvärderade andra kliniska parametrar, som kantanslutning och kantmissfärgning, var det plastfyllningarnas retention som användes för att bedöma materialens bindningsförmåga. Förlust av restaurationer per år angavs som en procentuell årlig felfrekvens (AFR). Resultaten ger en överblick över bästa tillgängliga evidens för olika produkter som funnits på marknaden under en tid (tabell 1). Det bör dock understrykas att retentionen för plastfyllningar bundna till kariesfria, cervikala lesioner med bindningssystem inte bara är beroende av vilket bindningssystem som valts, utan även av det valda plastfyllningsmaterialet, samt att en signifikant skillnad på bindningsförmågan kan ses vid jämförelse av produkter i samma kategori (dock med undantag av milda själve-etsande 2-stegs-bindningssystem) [3].

Enligt metaanalysen ses ingen signifikant skillnad hos retentionen av plastfyllningar som framställts med 3-stegs etch & rinse-bindningssystem (AFR 3,1; SD 2) eller med milda själve-etsande bindningssystem (2-stegs: AFR 2,5; SD 1,5/1-stegs: AFR 3,6; SD 4,3) eller för den skull - fyllningar av glasjonomercement (AFR 2; SD 1,4). Dessa tre typer av fyllningar hade signifikant bättre retention än plastfyllningar som gjorts med 2-stegs etch & rinse (AFR 5,8; SD 4,9) eller starka själve-etsande 2-stegs-bindningssystem (AFR 8,4; SD 7,9). De starka själve-etsande 1-stegs-bindningssystemen (AFR 5,4; SD 4,8) var bara signifikant sämre än glasjonomercementfyllningar [3]. Här är det intressant att konstatera att de milda själve-etsande bindningssystemen hade lika bra retention till tandsubstansen som 3-stegs etch & rinse-bindningssystemen, som hittills betraktats som *gold standard*. Det goda resultatet för de milda själve-etsande bindningssystemen beror sannolikt på den kemiska bindningen till hydroxylapatit, i kombination med en relativt smal zon av mikromekanisk hybridisering [32].

Metaanalysen visade vidare att den årliga felfrekvensen AFR var relativt konstant för 2-stegs-

”Själve-etsningstekniken anses ge kollagenfibrerna och bindningsstyrkan bättre skydd mot åldrande än etch & rinse-tekniken.”



och 3-steps etch & rinse-bindningssystem samt för milda självetsande 2-steps-bindningssystem i såväl kort- (18 månader till 3 år) och mellan- (3–5 år) som långtidsstudier (> 5 år). Resultaten var dessutom gynnsamma vid användning av selektiv emaljetsning före applicering av milda självetsande bindningssystem; AFR minskade från 1,43 (SD 1,77) till 0,43 (SD 0,49) i kliniska studier med en uppföljningstid på 18 månader till fem år [3]. Även om denna skillnad inte var signifikant, har en färskare metaanalys visat att den selektiva emaljetsningen har en markant positiv effekt på andra kliniska parametrar, såsom kantanslutning och kantmissfärgning [22]. Den sistnämnda metaanalysen har dessutom visat på signifikant mindre förlust av plastfyllningar under de första tre åren när selektiv emaljetsning använts i förbindelse med självetsande bindningssystem. Någon skillnad fanns emellertid inte efter fem år [22]. Den större bindningsstyrka som emaljetsning ger [28, 29] kan dessutom vara en fördel i kliniska situationer, då fyllningarna utsätts för ovanligt stor belastning.

För universella bindningssystem finns än så länge långt färre kliniska undersökningar. De föreliggande undersökningarna har begränsad uppföljningstid, men visar på lovande resultat. En av de kliniska undersökningarna visade att den universella adhesiven Scotchbond Universal hade lika bra retention i kariesfria, cervikala lesioner efter två år som 3-steps etch & rinse-bindningssystemet Adper Scotchbond Multi-Purpose [33]. En annan studie med en uppföljning på tre år visade att den använda adhesiven Scotchbond Universal i etch & rinse-tekniken hade lika god retentionsförmåga i kariesfria, cervikala lesioner oavsett om dentinet var torrt eller fuktigt [34]. Eftersom den optimala fuktighetsgraden i dentinet både kan vara subjektiv och svår att bedöma, kan det vara en fördel att adhesivens prestanda är mindre beroende av hur fuktigt eller torrt dentinet är. Hur stor roll dentinets fuktighetsgrad spelar be-

”Det finns åtskilliga kliniska studier av såväl etch & rinse som självetsande bindningssystem, i synnerhet när det gäller de system som funnits längst på marknaden.”

ror dock på bindningssystemets sammansättning och gäller inte bara för universaladhesiver: Som regel kan adhesiver som bland annat innehåller vatten och etanol som lösningsmedel expandera eventuella kollapsade kollagenfibrer och därmed underlätta för hydrofila monomerer att tränga in i dentinet. Dessutom undersöktes såväl etch & rinse- som självetsningstekniken i båda studierna, och i den sistnämnda inkluderades även emaljetsning. Även om det inte sågs någon signifikant skillnad mellan teknikerna under de första tre åren efter behandlingen, sågs en mindre god kantanslutning och ökad kantmissfärgning [33, 34] samt större förlust av plastfyllningar när universaladhesiven använts enligt självetsningstekniken jämfört med vid användning av etch & rinse- eller selektiv emaljetsningsteknik [34].

Metaanalysen av *in vitro*-data för universaladhesiver visar, trots relativt stor spridning, att bindningsstyrkan till dentin (tabell 2) är beroende av appliceringstekniken för milda universalsystem [23]. I gengäld kan bindningsstyrkan till dentin ökas för ultramilda universaladhesiver genom föregående etsning av dentinytan, då deras demineraliseringsförmåga är begränsad på grund av högre pH [23]. Även om en stabilare och mer hållbar bindning förväntas mellan universaladhesiver och dentinet på grund av innehållet av funktionella monomerer, ses ändå ett åldrande i gränsytan och en minskad bindningsstyrka efter värmebelastning eller förvaring i vatten för vissa produkter [24, 31]. I en studie konstaterades bland annat att bindningsstyrkan till dentin minskade för alla undersökta universaladhe-

Tabell 2. Variation i bindningsstyrka (MPa) till emalj och dentin för en rad universella adhesiver samt standardavvikelse (SD). Bindningsstyrkan mättes genom mikrodragtest efter att provkropparna förvarats i vatten eller artificiell saliv vid 37 °C i 24 timmar.

Adhesiv	Fabrikant	Bindningsstyrka till emalj (MPa)		Bindningsstyrka till dentin (MPa)	
		Etch & rinse-teknik	Självetsningsteknik	Etch & rinse-teknik	Självetsningsteknik
All-Bond Universal	Bisco Inc			39,3 (3,7)–44,8 (10,8)* 54,6 (8,3)**	13,4 (1,9)–52,6 (12,7)* 50,1 (6,8)**
Clearfil Universal Bond	Kuraray Noritake			49,1 (4,2)**	48,0 (7,4)**
Futurabond U	Voco GmbH			41,2 (10,7)* 46,5 (7,2)**	37,9 (14,0)* 48,2 (9,7)**
G-Bond Plus	GC	34,5 (13,8)*	23,1 (9,8)*	19,1 (0,7)–29,4 (8,2)*	11,5 (3,3)–30,5 (7,6)*
Scotchbond Universal	3M Oral Care	33,6 (9,3)*	27,4 (8,5)*	32,3 (3,7)–49,1 (11,1)* 55,7 (10,7)**	32,3 (4,8)–44,0 (21,9)* 59,9 (11,8)**

Data är hämtade från en metaanalys genomförd av Rosa et al (2015)* och från en undersökning av Chen et al (2015)**.

”Forskningsmaterial rörande effekten av åldrande på bindningsstyrkan, och inte minst flera kliniska data för universella bindningssystem, förväntas publiceras inom kort.”

siver (All-Bond Universal, Clearfil Universal Bond, Futurabond U, Prime & Bond Elect och Scotchbond Universal) som används i enlighet med etch & rinsetekniken efter förvaring i vatten under ett år, trots att några av dessa adhesiver innehåller 10-MDP. Däremot var bindningsstyrkan konstant för två adhesiver som användes i enlighet med självetsningstekniken (Prime & Bond Elect – som än så länge inte marknadsförs i Europa – och Scotchbond Universal), även om en av adhesiverna inte innehåller 10-MDP [31]. Degradering av gränssytan konstateras trots närvaron av funktionella monomerer, vilket tyder på att problematiken vad gäller bindningssystemens styrka ännu inte är fullt utredd [24, 31].

Eftersom data pekar på att självetsningstekniken fungerar bättre på dentin [31], medan föregående etsning är signifikant bättre på emalj [23, 33, 34], rekommenderas selektiv etsning av emaljen även för universaladhesiverna. Forskningsmaterial rörande effekten av åldrande på bindningsstyrkan, och inte minst flera kliniska data för dessa nya bindningssystem, förväntas publiceras inom kort.

HUR SER FRAMTIDSPERSPEKTIVEN UT?

Möjligheten till bindning till emalj och dentin har revolutionerat tandläkarens arbete, och adhesiva tekniker används varje dag. Den ökade förståelsen vad gäller bindningsmekanismer och degraderingsprocesser bidrar löpande till förbättring av bindningssystemen, vilket innebär att behandlingens kvalitet och hållbarhet hela tiden förbättras. En fortsatt utveckling förväntas vad gäller utvidgning av universaladhesivernas indikationsområde; detta tack vare ytterligare förbättrad interaktion med tandsubstansen, plastmaterialets och keramikens ytor samt en minimering av den degradering gräns-

ytan genomgår över tid. Parallellt arbetar man med att inkorporera bindningsmekanismer i själva plastfyllningsmaterialet för att på så sätt få fram självadhererande komposit.

SLUTSATS

Tillgänglig evidens ger stöd åt användningen av 3-steps etch & rinse- eller milda självetsande bindningssystem. Dessutom har *in vitro*- och *in vivo*-undersökningar från senare tid visat lovande resultat för flera universella adhesiver.

OMNÄMNANDE

Författarna tackar Eva Marie Reinwald för genomläsning av manuskriptet, samt representanter från producenterna av produktupplysningar.

ENGLISH SUMMARY

Bonding agents and their use
Ana Raquel Benetti and Anne Peutzfeldt
Tandläkartidningen 2017; 109 (7): 68-75

This article presents a review of the literature with particular focus on the performance of dental bonding agents in use today. The database PubMed was searched using the terms "dental adhesive" and amongst the selected articles priority was given to publications from the last five years. The clinical data, in the form of meta-analyses, was included allowing assessment of the bonding properties of etch and rinse, self-etch and universal adhesives to be examined independently of the research group or the clinician performing the bonding. Relevant reviews and recent clinical trials were also considered. The existing evidence is presented and discussed for the three types of bonding agents. Etch and rinse, and self-etch systems have been on the market for a longer period of time, hence their bonding properties can be confirmed by clinical data. Since universal adhesives are relatively new, only a limited number of clinical studies with longer evaluation periods are available at this time. To date, the universal adhesives show good potential and seem to be the way forward in adhesive dentistry. ●

Vill du bidra med en vetenskapsartikel?

Hit sänder du ditt manuskript för bedömning: Tandläkartidningen, Box 1217, 111 82 Stockholm
E-post: manus@tandlakartidningen.se • Tel: 08-666 15 00



Referenser

- Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res* 1955; 34: 849–53.
- Liu Y, Tjäderhane L, Breschi L et al. Limitations in bonding to dentin and experimental strategies to prevent bond degradation. *J Dent Res* 2011; 90: 953–68.
- 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.
- Van Meerbeek B, Peumans M, Poitevin A et al. Relationship between bond-strength tests and clinical outcomes. *Dent Mater* 2010; 26: e100–21.
- Tezvergil-Mutluy A, Tjäderhane L. Current concepts in dental adhesion. *Tandlægebladet* 2011; 115: 36–42.
- Ito S, Hashimoto M, Wadgaonkar B et al. Effects of resin hydrophilicity on water sorption and changes in modulus of elasticity. *Biomater* 2005; 26: 6449–59.
- Pashley DH, Tay FR, Breschi L et al. State of the art etch-and-rinse adhesives. *Dent Mater* 2011; 27: 1–16.
- Mazzoni A, Tjäderhane L, Checchi V et al. Role of dentin MMPs in caries progression and bond stability. *J Dent Res* 2015; 94: 241–51.
- Staxrud F, Tveit AB, Rukke HV et al. Repair of defective composite restorations. A questionnaire study among dentists in the public dental service in Norway. *J Dent* 2016; 52: 50–4.
- Van Meerbeek B, Yoshida Y et al. State of the art of self-etch adhesives. *Dent Mater* 2011; 27: 17–28.
- Reis A, Albuquerque M, Pegoraro M et al. Can the durability of one-step self-etch adhesives be improved by double application or by an extra layer of hydrophobic resin? *J Dent* 2008; 36: 309–15.
- Van Dijken JWV. A randomized controlled 5-year prospective study of two HEMA-free adhesives, a 1-step self-etching and a 3-step etch-and-rinse, in non-carious cervical lesions. *Dent Mater* 2013; 29: e271–80.
- Van Landuyt KL, De Munck J, Ermis RB et al. Five-year clinical performance of a HEMA-free one-step self-etch adhesive in noncarious cervical lesions. *Clin Oral Invest* 2014; 18: 1045–52.
- Van Landuyt KL, De Munck J, Peumans M et al. Nine-year clinical performance of a HEMA-free one-step self-etch adhesive. (Abst 970) *Int Assoc Dent Res, Seoul, Jun 24, 2016*.
- Perdigão J, Lopes MM, Gomes G. In vitro bonding performance of self-etch adhesives. II. Ultramorphological evaluation. *Oper Dent* 2008; 33: 534–49.
- Yoshida Y, Nagakane K, Fukuda R et al. Comparative study on adhesive performance of functional monomers. *J Dent Res* 2004; 83: 454–8.
- Yoshida Y, Van Meerbeek B, Nakayama Y et al. Adhesion to and decalcification of hydroxyapatite by carboxylic acids. *J Dent Res* 2001; 80: 1565–9.
- Fukegawa D, Hayakawa S, Yoshida Y et al. Chemical interaction of phosphoric acid ester with hydroxyapatite. *J Dent Res* 2006; 85: 941–4.
- Peumans M, De Munck J, Van Landuyt KL et al. Eight-year clinical evaluation of a two-step self-etch adhesive with and without selective enamel etching. *Dent Mater* 2010; 26: 1176–84.
- Peumans M, De Munck J, Van Landuyt K, Van Meerbeek B. Thirteen-year randomized controlled clinical trial of a two-step self-etch adhesive in non-carious cervical lesions. *Dent Mater* 2015; 31: 308–14.
- Can Say E, Özel E, Yurdagüven H et al. Three-year clinical evaluation of a two-step self-etch adhesive with or without selective enamel etching in non-carious cervical sclerotic lesions. *Clin Oral Invest* 2014; 18: 1427–33.
- Szesz A, Parreiras S, Reis A et al. Selective enamel etching in cervical lesions for self-etch adhesives: a systematic review and meta-analysis. *J Dent* 2016; 53: 1–11.
- Rosa WL, Piva E, Silva AF. Bond strength of universal adhesives: A systematic review and meta-analysis. *J Dent* 2015; 43: 765–76.
- Chen C, Niu LN, Xie H et al. Bonding of universal adhesives to dentine – old wine in new bottles? *J Dent* 2015; 43: 525–36.
- Seabra B, Arantes-Oliveira S, Portugal J. Influence of multimode universal adhesives and zirconia primer application techniques on zirconia repair. *J Prosthet Dent* 2014; 112: 182–7.
- Amaral M, Belli R, Cesar PF et al. The potential of novel primers and universal adhesives to bond to zirconia. *J Dent* 2014; 42: 90–8.
- Staxrud F, Dahl JE. Silanising agents promote resin-composite repair. *Int Dent J* 2015; 65: 311–5.
- Suzuki T, Takamizawa T, Barkmeier WW et al. Influence of etching mode on enamel bond durability of universal adhesive systems. *Oper Dent* 2016 DOI: 10.2341/15-347-L. [Epub ahead of print]
- Tsujimoto A, Barkmeier WW, Takamizawa T et al. Influence of duration of phosphoric acid pre-etching on bond durability of universal adhesives and surface free-energy characteristics of enamel. *Eur J Oral Sci* 2016; 124: 377–86.
- Wagner A, Wendler M, Petschelt A et al. Bonding performance of universal adhesives in different etching modes. *J Dent* 2014; 42: 800–7.
- Zhang ZY, Tian FC, Niu LN et al. Defying ageing: An expectation for dentine bonding with universal adhesives? *J Dent* 2016; 45: 43–52.
- Van Landuyt KL, Yoshida Y, Hirata I et al. Influence of the chemical structure of functional monomers on their adhesive performance. *J Dent Res* 2008; 87: 757–61.
- Lawson NC, Robles A, Fu CC et al. Two-year clinical trial of a universal adhesive in total-etch and self-etch mode in non-carious cervical lesions. *J Dent* 2015; 43: 1229–34.
- Loguercio AD, de Paula EA, Hass V et al. A new universal adhesives to bond to zirconia. 36-month randomized double-blind clinical trial. *J Dent* 2015; 43: 1083–92.
- Mahn E, Rousson V, Heintze S. Meta-analysis of the influence of bonding parameters on the clinical outcome of tooth-colored cervical restorations. *J Adhes Dent* 2015; 17: 391–403.

Delta i debatten i Tandläkartidningen!

hilda.zollitsch@tandlakartidningen.se

Tandläkar
tidningen