

Här inleds den andra delen i den nordiska artikelserien med temat keramer, som startade i förra numret av Tandläkartidningen. Den avslutande delen presenteras i nästa nummer.



Översikt. Del av den nordiska artikelserien Keramer. Godkänd för publicering den 3 maj 2018. Artikeln är översatt från engelska av Cecilia Hallström, Köpenhamn, Danmark.

# Adhesiv cementering av dentala keramer

**Adhesiv cementering av dentala keramer kräver stor noggrannhet och det är viktigt att tillverkarnas instruktioner följs. Lämplig förbehandling av keramernas ytor såväl som val av passande adhesivt cementsystem är nödvändigt för att erhålla optimal och varaktig bindning. Här presenteras rekommenderade ytbehandlingsmetoder för porslin, glaskeram och zirkonia inför adhesiv cementering till tandsubstans.**

Terapibeslut baseras på rådande kliniska förhållanden, rekommendationer och patientönskemål. Detta påverkar utformningen av preparationen, val av konstruktion och typ av cement. För ett lyckat kliniskt resultat är alla keramiska tandersättning- ar – speciellt porslin och glaskeram – beroende av adhesion, det vill säga en stabil bindning mellan tandersättningsmaterial och tandsubstans.

För att uppnå en hållbar och optimal bindning är det önskvärt att preparationen (eller åtminstone preparationsgränsen) är belägen i emalj. Optimal bindning är emellertid inte alltid möjlig. I kliniska situationer med omfattande förlust av tandsubstans och djupt placerad subgingival preparationsgräns finns vanligtvis lite eller ingen emalj kvar, följaktligen är det en uppenbar risk för att de ytor som ska bindas samman kontamineras och att hela förfarandet blir opålitligt. Användning av koffer- dam kan underlätta, men det är dock inte alltid möjligt. Om en helkeramisk krona ska användas i en situation där förutsättningarna för en adhesiv cementering med resincement inte är möjlig kan valet bli en helkeramisk krona av zirkonia som cementeras med resinmodifierat glasjonomerce-



## Författare

**Ana Raquel Benetti** (bild), lektor, DDS, MSc, PhD, Dentalmaterialer, Odontologisk inst, Det sundhetsvidenskabelige fakultet, Københavns universitet, Danmark. E-post: arbe@sund.ku.dk

**Evaggelia Papia**, universitetslektor, DDT, PhD, Avd för materialvetenskap och teknologi, Odontologiska fakulteten, Malmö universitet.

**Jukka Pekka Matinlinna**, prof, PhD, FADM, FRSC, Dep of dental materials science, Faculty of dentistry, University of Hong Kong, Kina.

Potentiella jävsförhållanden: Inga uppgivna.

ment, under förutsättning att kronpreparationen erbjuder makro- och mikromekanisk retention.

## BINDNING TILL KERAMISKA MATERIAL

Tandsubstans saknar naturlig affinitet till dentala keramer. Detta är orsaken till att korrekt förbehandling och användande av resincement är avgörande när man vill cementera keramiska material till tänder adhesivt. Adhesiv cementering är underförstått först och främst baserad på mikromekanisk och kemisk retention. Detta främjar bevarande av tandsubstans. Vid helkeramiska tandersättningar gjorda i porslin eller glaskeram är adhesiv cementering (baserad på till exempel reaktiva organofosfatmonomerer) avgörande för förstärkning av keramen så att den kan stå emot de krafter som den exponeras för [1–3].

Före cementering av en fast konstruktion krävs det att tandsubstansen och konstruktionen förbehandlas. Vanligtvis definieras en förbehandling inom tandvården som ett av en serie steg, såsom etsning, mekanisk bearbetning med bläster, rengöring och avlägsnande av eventuell debris, så att adhesiv eller adhesionspromotor kan användas för att möjliggöra en hållbar bindning mellan det adhesiva cementet och de förbehandlade keramiska ytorna [4, 5]. I litteraturen beskrivs flera olika metoder för ytbehandling och modifieringar. Dessa metoder kan förändra ytans egenskaper hos keramen – kemiskt, fysiskt eller båda delar – och möjliggöra hållbar bindning mellan det adhesiva cementsystemet och de förbehandlade keramiska ytorna [6, 7].

Beroende på typ av keram kan adhesionen mel-

lan ytorna ökas signifikant genom tillämpning av någon av följande tre förbehandlingsmetoder:

1. Kemisk förbehandling med fluorvätesyraetsning (HF), eller annat etsmedel.
2. Förbehandling såsom blästring (luftburen abrasion) med aluminiumoxidpartiklar för att öka ytråheten.
3. Blästring med kiseldioxidbelagda aluminiumoxidpartiklar, en metod som resulterar i ett lager kisel på ytan som sedan kan silaniseras innan ett adhesivt resincement appliceras.

Syraetsning utförs vanligtvis med en 5–10 procent gelliknande HF-syra som löser upp glasmatriken i porslin och glaskeram [8] och skapar en mikroporös yta. Porositeterna ökar den mikromekaniska retentionen och leder till en stabil bindning. Trots den positiva effekten av HF-etsning och adhesionen till porslin och glaskeram har alternativa etsningsmetoder föreslagits för att ersätta HF-etsning, främst på grund av dess höga toxicitet.

Vid användning av dessa alternativa förbehandlingsmetoder kan ytan på porslin och glaskeram före cementering bli

1. etsad och kemiskt aktiverad med en självsande keramprimer som innehåller tetrabutylammoniumfluorid (TBAF)
2. etsad med fosfatfluorid (APF)
3. etsad med ammoniumdivätefluorid ( $\text{NH}_4\text{HF}_2$ ) [9].

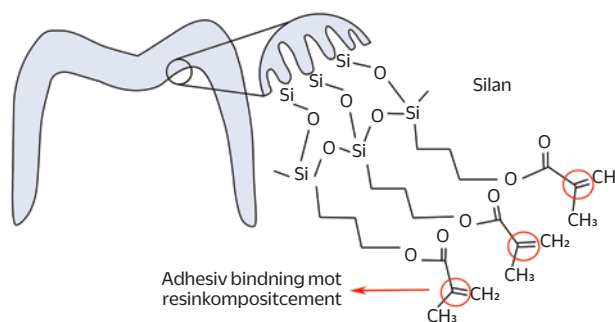
För närvarande rekommenderas användning av HF.

Den fysikaliska förbehandlingen består av blästring (också kallad luftburen partikelabrasion eller sandblästring) med aluminiumoxidpartiklar ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ). Denna ytbehandling optimerar adhesionen genom att skapa en ren yta med hög fri ytenergi samt en rå retentionsyta vilket gör ytan mer reaktiv för adhesiv bindning.

En speciell form av blästring är tribokemisk ytbehandling med kisel, som genom att sandblästra med kiseltäckta aluminiumoxidpartiklar skapar ett färskt kisellager på tandersättning som ska cementeras. Kisellagret behöver täckas med silan [10, 11]. Det finns ett brett spektrum för användning av tribokemisk ytbehandling med kisel, både extra- och intraoralt, och denna typ av förbehandling har rekommenderats vid adhesiv bindning till zirkonia [9].

Efter etsning med syra behöver porslinet, glaskeramen eller den kiseltäckta zirkoniaytan silaniseras. Kemin som främjar silanbaserad adhesion är speciell och komplex. Silanmolekyler karakteriseras av en direkt Si-C-bindning. De silanbindande

### Porslin och glaskeram



**Figur 1.** Silans kemiska interaktion med den etsade ytan på tandersättningar av porslin eller glaskeram före applicering av resincement [10]. Observera bildandet av Si-O-Si-bindningarna på restaurationens yta. I den motsatta ändan av silanmolekylen reagerar metakrylatgrupperna med oreagerade monomerer i resincementet genom att bryta upp dubbelbindningar (inringat i rött).

ämnen tillhör den så kallade trialkoxisilan med metoxigrupper,  $-\text{OCH}_3$ , och med en organiskt funktionell del i andra ändan av molekylen separerad av en förbindelsedel  $-(\text{CH}_2)_n-$ .

Den vanligast använda silanmonomeren i dentalprodukter är 3-metakryloxypropyltrimetoxysilan (MPS). Silan benämns vanligtvis inte adhesiv utan snarare adhesionspromotor [6]. I huvudsak väter det hydrofila silanbindningsmedlet kiselsubstratyten och bildar en 3D-hydrofobisk siloxanfilm, som kemiskt binder starkt till den kiselrika ytan.

Därefter binder ännu ej reagerade C=C-silanbindningar till resincementet [12]. Substratyten som är ämnad för silanbaserad adhesion behöver vara kiseldioxidhaltig; kiseldioxid, silikater eller glas är obligatoriskt [10]. Det silanbindande medlets molekyler är bifunktionella syntetiska hybrider, oorganisk-organiska molekyler. När silan deponeras på en oorganisk yta, reagerar silanololigomerer med varandra och bildar siloxanbindningar,  $-\text{Si}-\text{O}-\text{Si}$ , som interagerar med hydroxylgrupperna ( $-\text{OH}$ ) på den kiselrika ytan på tandersättningen (figur 1).

Silaniseringen möjliggör bildandet av kovalenta C-C-bindningar mellan silaniserade keramiska ytor och det adhesiva cementet [6, 12]. Inom tandvården är de kliniskt använda silanmedlen föraktiverade: Koncentrationen av silan är vanligtvis cirka 2 volymprocent, löst i alkohol med

**”Tandsubstans saknar naturlig affinitet till dentala keramer. Detta är orsaken till att korrekt förbehandling och användande av resincement är avgörande när man vill cementera keramiska material till tänder adhesivt.”**

**Tabell 1. Förbehandling av keramiska tandersättningar vid adhesiv cementering med resincement**

Typ av förbehandling	Keramiskt material		
	Porslin	Glaskeram	Oxidbaserade keramer, Zirkonia*
Mekanisk förbehandling	Ingen	Ingen	Blästring med aluminiumoxidpartiklar (alternativ 1) eller kisel täckta aluminiumoxidpartiklar (alternativ 2)
Kemisk förbehandling	Etsning med fluorvätesyra + silanisering	Etsning med fluorvätesyra + silanisering	Tribokemisk ytbehandling med kisel + silanisering (alternativ 2)

\* Om zirkonia cementeras så som det tillverkats, rekommenderas starkt användandet av ett adhesivt cementsystem som innehåller 10-MDP.

**Tabell 2. Adhesiva cementsystem som rekommenderas för olika typer av keramiska tandersättningar**

	Keramiskt material		
	Porslin	Glaskeram	Zirkonia
Typ av adhesivt cementsystem	Ljus- eller dualhärdande (helst aminfritt) resinkompositcement	Ljus- eller dualhärdande (helst aminfritt) resinkompositcement	Dual- (eller kemiskt) härdande resinkompositcement innehållande 10-MDP Alternativt resinmodifierat glasjonercement

10-MDP = 10-metakryloyloxydecyl dihydrogenfosfat

några få volymprocent vatten med ett pH-värde på 4–5 för hydrolysering, det vill säga aktivering av silanmolekylerna [6, 12, 13].

De rekommenderade förbehandlingarna av dagens keramer, baserat på tillgänglig evidens, beskrivs i detalj nedan och är summerade i tabell 1. Det bästa valet av cementsystem presenteras i tabell 2.

### Porslin

Porsliner (fältspats-, leucit- eller fluoraptitbaserade) erbjuder god estetik men har begränsningar i sina mekaniska egenskaper. De är spröda och har låg brottseghet och böjhållfasthet på grund av det höga glasinnehållet, jämfört med glaskeramer och framför allt oxidkeramer. Beroende på materialegenskaperna och den begränsade tjockleken i fasta konstruktioner är lyckandefrekvensen hos porslinsfasader beroende av att cementeringen förstärker dem. Cementering är viktig eftersom det skapar en stabil bindning över tid som ett resultat av syraetsningen med HF, silaniseringen och användningen av adhesiva resincement.

När etsning med HF utförs hos tandteknikern, äger den rum innan inprovningen av tandersättningen görs i patientens mun. I dessa fall måste tandläkaren efter att ha provat passformen tvätta de ytor som ska cementeras med fosforsyra eller

alkohol, eller eventuellt med någon kommersiell produkt ämnad för rengöring, och därefter skölja, torka med tryckluft (oljefri) och omedelbart silanisera. Om HF-etsningen ska utföras på kliniken, görs detta efter att tandersättningen provats i patientens mun varpå den sköljs, torkas med tryckluft och silaniseras. Tiden som behövs för silanisering (ofta refererad till som torkningstid för silan) är minst en minut [14].

### Glaskeramer och förstärkta glaskeramer

Glaskeramer har ett bredare användningsområde på grund av bättre mekaniska egenskaper, som högre böjhållfasthet och ökad brottseghet, jämfört med porslin. Trots detta krävs det att tandersättningen förstärks genom adhesiv cementering.

Bland gruppen av glaskeramer är leucit- eller litiumdisilikatbaserade välkända medan zirkoniaförstärka litiumsilikatbaserade glaskeramer utgör en nyare grupp. Zirkoniaförstärkt glaskeram är per definition en glaskeram med ungefär 10 procent zirkoniablandning i litiumsilikatmatrixen (ZLS). Materialet har, stort sett, samma mekaniska egenskaper med samma eller något högre böjhållfasthet, men lägre brottseghet jämfört med litiumdisilikatbaserade glaskeramer. I allt väsentligt är ZLS ett intressant alternativ med samma indikationer

**”Beroende på materialegenskaperna och den begränsade tjockleken i fasta konstruktioner är lyckandefrekvensen hos porslinsfasader beroende av att cementeringen förstärker dem.”**



som litiumdisilikatbaserade glaskeramer. Emellertid är antalet kliniska studier och kunskaperna om materialet begränsade.

Liksom för porslin är ytbehandlingen av glaske-ram, oavsett dess sammansättning, oberoende av tandersättningens produktionssätt, och ska inkludera etsning med HF, vattensköljning, torkning med tryckluft och silanisering. En skillnad vid valet av cement är emellertid att om tandersättningen är väl dimensionerad eller om det glaskeramiska materialet är opakt, ska ett dualhärdande adhesivt resincement användas. Om adekvat retention kan erhållas i samband med tandpreparationen och om tandersättningen kan göras väldimensionerad kan ett självadhesivt resinkompositcement användas.

En vanlig fråga bland kliniker är om en förlängd etsningstid med HF på tandersättningen kan skapa överdrivna ytliga ojämnheter så att dessa blir en svag länk i de fall där tandersättningarna är mycket tunna. Bästa rådet är att följa respektive tillverka-rens rekommenderade etsningstid [15, 16].

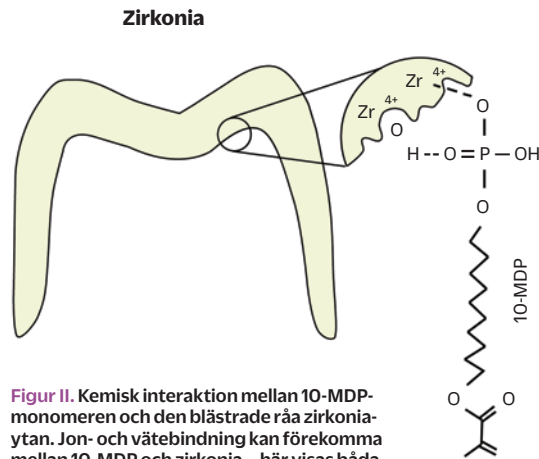
### Zirkonia

De så kallade oxidkeramerna skiljer sig markant från alla andra keramer i den kemiska kompositionen; de har hög böjhallfasthet, högre brott-hållfasthet, brottseghet och är mer inerta. Dessa oxidkeramer – aluminiumoxid ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) och zirkonia ( $\text{ZrO}_2$ ), ofta definierade som polykristallina, höghållfasta keramer – saknar glasfas och är praktiskt taget syraresistenta.

Givet dessa fakta, är inte oxidkeramer lätta att etsa med HF. Konventionell zirkonia (även kallad yttriumoxid,  $\text{Y}_2\text{O}_3$ , stabiliserad tetragonal polykristallin zirkoniumdioxid, Y-TZP) är mindre translucent jämfört med andra keramiska material.

I takt med att translucens hos zirkonia har utvecklats, har en ny generation av materialet blivit tillgänglig [17]. För denna nya typ av högtranslucent zirkonia, som har en lägre böjhallfasthet, är korrekt adhesiv bindning ännu viktigare och kan vara nödvändig vid tandersättningar framställda med endast minimikraven på godstjocklek [18].

Tandersättning framställd i konventionell eller translucent zirkonia kan adhesivt bondas utan förberedande ytbehandling, men en förbehandling av ytan innan cementering rekommenderas starkt. För närvarande är blästring den vanligaste metoden. Det första alternativet är blästring med aluminiumoxidpartiklar med en ungefärlig partikelstorlek på 50  $\mu\text{m}$  som appliceras vinkelrätt på ett avstånd av 10 mm och med ett tryck av 1–2 bar (0,1–0,2 MPa) under 10–15 sekunder. Denna förbehandling ökar ytråheten hos zirkonia och förbättrar den mekaniska retentionen vid cementering. Alternativt kan tribokemisk ytbehandling med kisel användas. Förutom att skapa en oregelbunden yta, bildas ett ojämnt kisellager på keramens yta när det speciella kiselbelagda aluminiumpulvret



Figur II. Kemisk interaktion mellan 10-MDP-monomeren och den blästrade råa zirkonia-ytan. Jon- och vätebindning kan förekomma mellan 10-MDP och zirkonia – här visas båda möjligheterna, men de kan också förekomma separat [23].

(med ett medelvärde på partikelstorleken på cirka 30  $\mu\text{m}$  för Rocatec™ Soft och cirka 110  $\mu\text{m}$  för Rocatec™ Plus) blästras på ett rätvinkligt avstånd av 10 mm med ett tryck på 0,28 MPa [10].

Trots de ovan påtalade fördelarna med blästring som förbehandling av zirkonia kan denna förbehandling, vars effekt främst är beroende av det applicerade trycket [19] och mindre av applikationsvinkeln [20], leda till skador i ytan som, om de är kritiskt lokaliserade under stark belastning, kan påverka långtidsprognosen för ersättningen.

För att uppnå starkare bindning hos adhesivt cementerade zirkoniaersättningar finns två möjligheter. Om ingen förbehandling eller blästring med aluminiumoxidpartiklar utförs ska ett adhesivt resincement som innehåller 10-metakryloyloxydecyl dihydrogenfosfat (10-MDP) användas. Blästringen med aluminiumoxidpartiklar följt av tvätt med vatten i ultraljudbad görs vid det tandtekniska laboratoriet. Icke desto mindre – efter inpassning av tandersättningen i patientens mun måste tandersättningen tvättas för att avlägsna föroreningar, och detta görs med produkter speciellt utvecklade för zirkonia (till exempel Ivoclean™) [21].

Adhesivt resincement eller keramprimer innehållande 10-MDP är indicerat eftersom 10-MDP, den mest lovande funktionella monomeren, bildar en relativt stabil kemisk bindning till den demineraliserade tanden (via den hydrofoba 10-MDP-delen och kollagen) och med zirkonia (via fosfatestergrupperna hos 10-MDP och hydroxylgrupperna på zirkoniumytan) (figur II) [22, 23]. Den komplexa bindningen mellan 10-MDP och kollagen kan bidra till de allmänt sett välfungerande 10-MDP-baserade självadhesiva cementen. När man ska välja ett adhesivt resincement för att bonda till zirkonia krävs ett dual- eller kemiskt härdande cement.

Detta eftersom det är mycket svårt för blått ljus att nå in till cementlagret på grund av materialets reducerade translucens och minimikravet på en viss materialtjocklek.

Om alternativet tribokemisk ytbehandling med kisel används, ska det följas upp med sköljning, lufttorkning och silanisering, som möjliggör kemisk bindning till alla resincement [24]. Den signifikanta förlusten av bindningsstyrka över tid efter förbehandling med tribokemisk ytbehandling med kisel och silan, som rapporterats vid användning av traditionellt resincement, stödjer emellertid användandet av ett fosfatmonomerinnehållande adhesivt resincement vid cementering av zirkonia [24].

#### KLINISKT RELEVANTA ASPEKTER PÅ CEMENTERING AV KERAMISKA TANDERSÄTTNINGAR

När man väljer typ av resincement bör man utgå från typ av keramiskt material. Som nämnts ovan minimerar ett homogent välbundet och defektfritt adhesivt cementskikt risken för frakturer av konstruktioner utförda i porslin eller glaskeram [1, 2].

I själva verket visar en uppföljning av litiumdisilikatkronor som varit i funktion under nio år intraoralt en reducerad lyckandefrekvens när de cementerats med resinmodifierat glasjonomercement, jämfört med om de cementerats med ett resincement [25].

Förutom att stärka tandersättningarna, är kravet på estetik en viktig faktor att ta hänsyn till redan vid planeringsstadiet. För fall i fronten med höga estetiska krav, och speciellt om mer translucent porslin eller glaskeram ska användas, finns nu adhesiv resincement i en mängd nyanser.

Vid provning av tandersättningarnas passform erbjuder flera av tillverkarna så kallad "try-in"-pasta som hjälper klinikern att välja ut den nyans på cement som passar bäst, innan den definitiva cementeringen. Emellertid är en translucent nyans ofta tillräcklig vid cementering av restaurationer där hänsyn redan tagits till färgen på den preparerade tanden och granntänderna. För tandersättningar i fronten är det viktigt att välja ett cementsystem som har god färgstabilitet.

Dualhärdat cement som innehåller en tertiär amin ådrar sig betydligt mera marginala missfärgningar under åldrandet än vad ljushärdande resinkompositcement gör [26, 27].

Med detta sagt, bör ett resincement fritt från amin användas vid cementering av translucenta keramiska tandersättningar i fronten (tabell 2). Resincement som endast är ljushärdande, aminfria, anses mer färgstabila [26] och rekommenderas

att användas vid cementering så länge keramens tjocklek inte överskrider 2 mm [28]. I fall där tjockleken överskrider 2 mm kan det vara klokt att använda aminfritt dualhärdande resincement. Detta eftersom ljusets irradians och totala energi reduceras signifikant när ljushärdningen görs genom keramen [29, 30]. Oavsett om man väljer ljus- eller dualhärdande resincement för cementering av translucenta keramiska restaurationer, behövs adekvat ljusaktivering för att maximera cementets omsättningsgrad och mekaniska egenskaper [31].

Adhesiv cementering kan rekommenderas även när starkare keramer används, som till exempel zirkonia. Det kan vara speciellt fördelaktigt i situationer där preparationen inte är tillräckligt hög eller om konvergensvinkeln är större än den rekommenderade eftersom det äventyrar den mekaniska retentionen [32].

Vid cementering av mera opak zirkonia krävs ett dual- (eller eventuellt kemiskt) härdande resincement (tabell 2). Att då välja ett dualhärdande självadhererande resinkompositcement är gynnsamt: Det förenklar proceduren eftersom ingen förbehandling av tänderna behövs (förutom omfattande rengöring för att eventuellt avlägsna det temporära cementet). Dessutom är det positivt för bindningsstyrkan om cementet innehåller 10-MDP [33-35].

När det gäller oxidkeramer har liknade överlevnad rapporterats för singelkronor oavsett valet av cement, med en något högre tendens av retentionsförluster för zinkfosfatcement jämfört med glasjonomercement [36] eller självadhererande resincement, efter en observationstid på upp till åtta år.

Det bör dock understrykas att kliniska långtidsstudier indikerar att oxidkeramiska kronor och broar har en god långtidsöverlevnad även när de cementerats med konventionellt cement [18]. Trots det rekommenderar de flesta studier att zirkonia bondas med självadhererande resincement, som i dag i stort sett har ersatt användandet av zinkfosfatcement.

Den tillgängliga kliniska evidensen hävdar att framgångsrik adhesiv cementering av zirkonia-restaurationer kan uppnås, men att varaktigheten av bindningen varierar [38]. Kliniska studier på så kallade etsbroar – eller sådana med begränsad mekanisk retention – anses således vara de perfekta testfallen *in vivo* för att utvärdera bindningen till zirkonia.

I en översiktsartikel av Kern [38] visade studier färre antal förluster av tandersättningar av zirkonia utan mekanisk retention – varierande mellan 4,8 procent till 7,1 procent och endast orsakade av trauma – om blåstring (med 50 µm aluminiumoxidpartiklar och 2,5 bar) följt av cementering med ett MDP-innehållande resincement använts. Uppföljningstiden i studierna varierade mellan 20 och 64 månader. Dessa resultat stöds av en nyligen pu-

**"Adhesiv cementering kan rekommenderas även när starkare keramer används, som till exempel zirkonia."**





## ”Det är viktigt att tandläkare och tandtekniker blir förtrogna med handhavandet, oavsett val av keramiskt material, adhesivt resincementsystem och ytbehandlingsmetod.”

blicerad klinisk studie på zirkoniakonstruktioner med frihängande led utan mekanisk retention som var blästrade (med 50 µm aluminiumoxidpartiklar och 1,0–2,5 bar) före cementering.

I den senare studien noterades 4,2 procent förluster av tandersättningar som hade cementerats med ett MDP-innehållande cement (Panavia 21 TC), medan 14,2 procent förluster inträffade hos tandersättningar cementerade med ett metakrylatbaserat resincement (Multilink Automix) under 10 års uppföljningstid [39]. De ovan nämnda resultaten [38, 39], bekräftade i laborietester [24, 40], stödjer användandet av blästring kombinerat med ett MDP-innehållande resincement för varaktig kemisk bindning till zirkonia.

Tvärtemot fann man i ovanstående litteraturöversikt att om man använde zirkonia och dess cementeringsyta så som den tillverkats, endast tvättad med alkohol och cementerad med användning av både MDP-innehållande primer och resincement, inträffade förluster vid normal användning under 53 månader hos 13,3 procent av fallen, även när en retentionshöjande prepareringsdesign använts.

Dessutom förekom signifikant fler förluster (46,2 procent) av inlägg av zirkonia efter tribokemisk ytbehandling, silanisering och cementering med ett MDP-innehållande cement under 12 månaders uppföljningstid – vilket indikerar en svag bindning mellan kisellagret och zirkoniaytan [38]. Dessa resultat tyder på att tribokemisk ytbehandling med kisel och silanapplicering inte leder till en varaktig kemisk bindning till zirkonia.

Det finns fler relevanta kliniska parametrar att ta hänsyn till vid val av cement för keramiska kronor. Enkelt handhavande och ändamålsenlig arbetstid är viktiga faktorer. En lyckad cementering är också beroende av korrekt handhavande av materialen (instruktionerna måste läsas noggrant) och förbehandlingen av tandersättningens och tandvävnadernas ytor [41]. Man bör därför följa tillverkarnas rekommendationer angående deras adhesiver, keramprimers och resincement. Det är också viktigt att strikt använda samma adhesiv- och cementsystem och inte blanda produkter från olika tillverkare som har olika kemiska sammansättning som eventuellt inte är kompatibla med varandra [18].

### SAMMANFATTNING

- Porslin och glaskeramer måste cementeras adhesivt till tänder för att förstärka tandersättningen. Enligt studier uppnås bäst resultat om

man förbehandlar keramens yta genom att etsa med fluorvätesyra, därefter applicerar silan eller en keramprimer och sedan cementerar med ett ljus- eller dualhärdande resincement.

- Zirkonia kan efter lätt blästring cementeras med ett adhesivt resincement. Dessutom kan tribokemisk ytbehandling med kisel kombinerad med silanapplicering vara ett alternativ som kan förstärka bindningsstyrkan.
- Mest kemisk stabil bindning till zirkonia erhålls genom applikation av ett dualhärdande resincement som innehåller fosfatergrupper.
- Vid val av adhesivt cementsystem för bindning mellan keramiska tandersättningar och tandsubstans är de estetiska egenskaperna, hanterbarheten och arbetstiden bland de kliniskt relevanta parametrarna att ta hänsyn till.

### SLUTKOMMENTAR

Det är viktigt att tandläkare och tandtekniker blir förtrogna med handhavandet, oavsett val av keramiskt material, adhesivt resincementsystem och ytbehandlingsmetod.

### ENGLISH SUMMARY

*Bonding ceramic restorations*

*Ana Raquel Benetti, Evaggelia Papia and Jukka Pekka Matinlinna*

*Tandläkartidningen 2019; 110 (2): 46–52*

Porcelain and glass ceramics need to be bonded to teeth for the reinforcement of restorations. It has been reported that the best results are achieved by pre-treating and etching the ceramic surface with hydrofluoric acid, followed by the application of a silane coupling agent or a ceramic primer, and luting with a light- or dual-cured adhesive cement, depending on the restoration thickness. Zirconia may be cemented after gentle roughening by airborne abrasion (grit-blasting) using an adhesive resin composite cement. In addition, tribochemical silica coating combined with silane application is an alternative that might provide enhanced adhesion. The best durable bonding to zirconia is achieved by applying a dual-cured adhesive resin composite cement that contains phosphate ester groups.

Amongst the clinically relevant parameters involved in choosing an adhesive cement system to bond ceramic restorations to the dental hard tissues, the aesthetic properties, colour stability, ease of handling, and appropriate working times of the cement need to be considered. ●





## Referenser

- Fleming GJP, Addison O. Adhesive cementation and the strengthening of all-ceramic dental restorations. *J Adhes Sci Technol* 2009; 23: 945–59.
- Fleming GJP, Cao X, Romanyk DL, Addison O. Favorable residual stress induction by resin-cementation on dental porcelain. *Dent Mater* 2017; 33: 1258–65.
- Mallinen SK, Nuvvula S, Matinlinna JP, Yiu CKY, King NM. Biocompatibility of various dental materials of contemporary dentistry: a narrative insight. *J Investigat Clin Dent* 2013; 4: 9–19.
- Ekambaram M, Yiu CY, Matinlinna JP. Bonding of adhesive resin to intraradicular dentin – a review of the literature. *Int J Adhes Adhes* 2015; 60: 92–103.
- Ekambaram M, Yiu CY, Matinlinna JP. Bonding of resin adhesives to caries-affected dentin – a systematic review. *Int J Adhes Adhes* 2015; 61: 23–34.
- Matinlinna JP, Lung CYK, Tsoi JKH. Silane adhesion mechanism in dental applications and surface treatments: a review. *Dent Mater* 2018; 34: 13–28.
- Papia E, Larsson C, du Toit M, Vult von Steyern P. Bonding between oxide ceramics and adhesive cement systems: a systematic review. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2014; 102: 395–413.
- Ho GW, Matinlinna JP. Insights on porcelain as a dental material. Part I: Ceramic material types in dentistry. *Silicon* 2011; 3: 109–15.
- Ho GW, Matinlinna JP. Insights on porcelain as a dental material. Part II: Chemical surface treatments. *Silicon* 2011; 3: 117–23.
- Lung CYK, Matinlinna JP. Chapter 11: Surface pre-treatment methods and silanization. In: Matinlinna JP (ed.). *Handbook of Oral Biomaterials*. Singapore: Pan Stanford Publishing 2014; p. 359–98.
- Özcan M, Matinlinna J. Surface conditioning protocol for the adhesion of resin-based cements to base and noble alloys: how to condition and why? *J Adh Dent* 2015; 17: 372–3.
- Lung CYK, Matinlinna JP. Aspects of silane coupling agents and surface conditioning in dentistry: an overview. *Dent Mater* 2012; 28: 467–77.
- Matinlinna JP, Lassila LVJ, Vallittu PK. Evaluation of five dental silanes on bonding a luting cement onto silica-coated titanium. *J Dent* 2006; 34: 721–6.
- Özcan M, Matinlinna JP, Vallittu PK, Huysmans MC. Effect of drying time of 3-methacryloxypropyltrimethoxysilane on the shear bond strength of composite resin to silica-coated base/noble alloys. *Dent Mater* 2004; 20: 586–90.
- Hooshmand T, Matinlinna JP, Keshvad A, Eskandari S, Zamani F. Bond strength of a dental leucite-based glass ceramic to a resin cement using different silane coupling agents. *J Mech Behav Biomed Mater* 2013; 17: 327–32.
- Lanza MDS, Lanza FJSR, Manso AP, Matinlinna JP, Carvalho RM. Innovative surface treatments for improved ceramic bonding: lithium disilicate glass ceramic. *Int J Adhes Adhes* 2018; 82: 60–6.
- Li RW, Chow TW, Matinlinna JP. Ceramic dental biomaterials and CAD/CAM technology: state of the art. *J Prosthodont Res* 2014; 58: 208–16.
- Blatz MB, Vonderheide M, Conejo J. The effect of resin bonding on long-term success of high-strength ceramics. *J Dent Res* 2018; 97: 132–9.
- Heikkinen TT, Lassila LVJ, Matinlinna JP, Vallittu PK. Effect of operating air pressure on tribochemical silica-coating. *Acta Odontol Scand* 2007; 65: 241–8.
- Ho BJ, Tsoi JKH, Liu D, Lung CYK, Wong HM, Matinlinna JP. Effects of sandblasting distance and angles on resin cement bonding to zirconia and titanium. *Int J Adhes Adhes* 2015; 62: 25–31.
- Yang B, Scharnberg M, Wolfart S, Quaas AC, Ludwig K, Adelung R et al. Influence of contamination on bonding to zirconia ceramic. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2007; 81: 283–90.
- Inokoshi M, De Munck J, Minakuchi S, Van Meerbeek B. Meta-analysis of bonding effectiveness to zirconia ceramics. *J Dent Res* 2014; 93: 329–34.
- Nagaoka N, Yoshihara K, Feitosa VP, Tamada Y, Irie M, Yoshida Y et al. Chemical interaction mechanism of 10-MDP with zirconia. *Sci Rep* 2017; 7: 45563.
- Thompson JY, Stoner BR, Piascik JR, Smith R. Adhesion/cementation to zirconia and other non-silicate ceramics: where are we now? *Dent Mater* 2011; 27: 71–82.
- Gehrt M, Wolfart S, Rafai N, Reich S, Edelhoff D. Clinical results of lithium-disilicate crowns after up to 9 years of service. *Clin Oral Invest* 2013; 17: 275–84.
- Almeida JR, Schmitt GU, Kaizer MR, Boscato N, Moraes RR. Resin-based luting agents and color stability of bonded ceramic veneers. *J Prosthet Dent* 2015; 114: 272–7.
- Marchionatti AME, Wanderscher VF, May MM, Bottino MA, May LG. Color stability of ceramic laminate veneers cemented with light-polymerizing and dual-polymerizing luting agent: a split-mouth randomized clinical trial. *J Prosthet Dent* 2017; 118: 604–10.
- Blatz MB, Sadan A, Kern M. Resin-ceramic bonding: a review of the literature. *J Prosthet Dent* 2003; 89: 268–74.
- Pereira CN, De Magalhães CS, Daleprane B, Peixoto RT, Ferreira R da C, Cury LA, Moreira AN. LED and halogen light transmission through a CAD/CAM lithium disilicate glass-ceramic. *Braz Dent J* 2015; 26: 648–53.
- Faria-E-Silva AL, Pfeifer CS. Effectiveness of high-power LEDs to polymerize resin cements through ceramics: an in vitro study. *J Prosthet Dent* 2017; 118: 631–6.
- Aguiar TR, de Oliveira M, Arrais CA, Ambrosano GM, Rueggeberg F, Giannini M. The effect of photopolymerization on the degree of conversion, polymerization kinetic, biaxial flexure strength, and modulus of self-adhesive resin cements. *J Prosthet Dent* 2015; 113: 128–34.
- Heintze SD. Crown pull-off test (crown retention test) to evaluate the bonding effectiveness of luting agents. *Dent Mater* 2010; 26: 193–206.
- Peutzfeldt A, Sahafi A, Flury S. Bonding of restorative materials to dentin with various luting agents. *Oper Dent* 2011; 36: 266–73.
- Benetti AR, Peutzfeldt A. Bindingsystemer og deres anvendelse. *Tandlægebladet* 2016; 120: 1000–6.
- Ubaladini ALM, Benetti AR, Sato F, Pascotto RC, Medina Neto A, Baesso ML et al. Challenges in luting fibre posts: adhesion to the post and to the dentine. *Dent Mater* 2018. In press. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2018.04.001>
- Jokstad A. A split-mouth randomized clinical trial of single crowns retained with resin-modified glass ionomer and zinc phosphate luting cements. *Int J Prosthodont* 2004; 17: 411–6.
- Örtorp A, Kihl ML, Carlsson GE. A 5-year retrospective study of survival of zirconia single crowns fitted in a private clinical setting. *J Dent* 2012; 40: 527–30.
- Kern M. Bonding to oxide ceramics – laboratory testing versus clinical outcome. *Dent Mater* 2015; 31: 8–14.
- Kern M, Passia N, Sasse M, Yazigi C. Ten-year outcome of zirconia ceramic cantilever resin-bonded fixed dental prostheses and the influence of the reasons for missing incisors. *J Dent* 2017; 65: 51–5.
- Passia N, Mitsias M, Lehmann F, Kern M. Bond strength of a new generation of universal bonding systems to zirconia ceramic. *J Mech Behav Biomed Mater* 2016; 62: 268–74.
- Manso AP, Silva NR, Bonfante EA, Pegoraro TA, Dias RA, Carvalho RM. Cements and adhesives for all-ceramic restorations. *Dent Clin North Am* 2011; 55: 311–32.