

Povijesni prikaz smolom vezanih mostova

Stanislav Batkovski

Stomatološki fakultet Sarajevo

A Historical Review of Resin Bonded Bridges

Sažetak

U posljednje vrijeme primijećena je izuzetna zainteresiranost pacijenta za stomatologiju, što je bio jedan od ključnih faktora odgovornih za veliku pažnju usmjerenu estetici i maksimalnom čuvanju zubne strukture. Postupak jetkanja zubne cakline i primjena kompozitnih materijala otvorili su nove mogućnosti pričvršćenja u protetskoj terapiji, te je postalo moguće vezivanje kompleksa metalna slitina-smola-caklina.

Sve češća primjena ekonomičnijih lijevanih — smolom vezanih mostova rezultat je konzervativnog dentalnog pristupa, ekonomske recesije, kao i napretka u čvrstoći spoja i dužini trajanja veze caklina-metalna slitina.

Ključne riječi: smolom vezani most, dizajn retencijske površine

Acta Stomatol. Croat.
1994; 28: 209—215

PREGLEDNI RAD

Primljeno: 5. rujna 1994.
Received: September 5, 1994

Uvod

Smolom vezani mostovi uveliko se upotrebljavaju u restaurativnoj stomatologiji kao konzervativna metoda za povezivanje mobilnih zuba i vraćanje nedostajućih prednjih i bočnih zuba. Suprotno konvencionalnim fiksnim nadoknadama čija se retencija osigurava geometrijskim oblikom prepariranog zuba nosača, uspjeh smolom vezanog mosta ovisi o dizajnu skeleta, vezi na jetkanju caklini i pričvršćenju na metalnu slitinu. Jedan od glavnih nedostataka jest slaba veza između smole i metalne slitine. Da bi što bolje držali, adhezivni mostovi su pretrpjeli brojne promjene u smislu varijacija: dizajna retencijske površine (1—16), dizajna skeleta (17—22) i upotrebe kompozitnih smola za cementiranje (23—34), te različitih preparacija na zubu nosaču (17, 18, 35—47).

Egzaktno brušenje nosača podrazumijeva dobivanje optimalnog oblika za retenciju i otpor.

Mora se točno planirati i pažljivo izvesti ubrušavanje žljebova, vodećih ravnina i upirača. Fina preparacija unutrašnjeg retencijskog krila u caklini povećava vezivanje s kompozitnom smolom. Optimalno rješenje je potpuna integracija metalnog skeleta unutar zuba.

Od izuzetne je važnosti odgovarajuća adaptacija metalnog skeleta, a cilj je minimalna rubna pukotina. Zadovoljenjem tih parametara omogućeno je iniciranje tanjeg sloja adheziva na metalnom sidru, čime su umanjeni negativni efekti na adhezivnu čvrstoću sustava vezivanja.

Iako se općenito svi slažu oko dizajna skeleta, različiti su pogledi o tome koja su najtrajnija sredstva pričvršćenja tih nadoknada na caklinu zuba nosača. Razvoj retencije na skeletu metalnog retinera ključni je napredak koji je omogućio njihovu širu primjenu i sigurniju upotrebu u svakodnevnoj stomatološkoj praksi.

Povijesni pregled

Neočekivano 1972. godine Rochette (1) iskorištava prednosti novih otkrića i razvija tehniku vezivanja fiksnih-lijevanih-perforiranih sidra na jetkanoj caklini mobilnih prednjih zuba. Ubrzo se taj koncept primjenjuje za nadomještanje nepostojećih prednjih, a kasnije i bočnih zuba (48, 49). U početku je tehnika perforiranog mosta sasvim uspješna, međutim, mostovi se odvajaju i to ne samo na međuspoju caklina-kompozit u području mikroskopske retencije, nego često na međuspoju metalna slitina-kompozit u području makroskopske retencije.

Ubrzani tehnološki razvoj rezultira uvođenjem novih metoda pripreme površine slitina. Daljnja istraživanja usmjerena su metodi nagrizanja dentalnih slitina radi dobivanja čvršće veze. Prethodno je opisan način elektrolitičkog nagrizanja Co-Cr slitine koji osigurava mehaničku vezu keramičke fasete na implantatima (50). Velika promjena događa se kad Tananaka i suradnici (51) objavljuju postupak "šupljikaste" korozije Ni-Cr-Cu slitine omogućavajući čvršće vezivanje smole na površini lijevane krunice.

Na osnovi tih spoznaja, različiti istraživači istovremeno i neovisno opisuju i koriste se tehnikom elektrokemijskog, selektivnog nagrizanja površine metalnih retinera (8, 52, 53).

Razvojem kompozitnih smola za vezivanje prihvatljive debljine sloja postaju nepotrebne perforacije u metalnom sidru, smanjuje se debljina podržavajuće metalne strukture, smola nije izložena izravnom utjecaju habanja i abrazije (osim na uglovima), omogućena je veća čvrstoća spoja jer se ostvaruje preko cijele površine metalne slitine, a vijek trajanja nadoknada postaje duži (53).

Ipak, na osnovi dugotrajnih kliničkih istraživanja stope retencije postupka elektrolitičkog nagrizanja, pokazalo se da početni ohrabrujući rezultati nisu tako impresivni (54, 55). Već nakon 3—5 godina most se dislocira, što je usporedivo s perforiranim dizajnom (56). Težnja za jednostavnijim postupkom dovela je do razvoja nekoliko sustava kemijskog nagrizanja (9, 57, 58), tehnike upotrebljive u ambulanti i laboratoriju.

Nerentabilnost nagrizanja, problem kontaminacije nagrižene površine i težnja za optimalnijim postupkom, uzrokovali su razvoj alternativnih tretmana površine metalne slitine. Predlažu se druge tehnike čiji retencijski sustavi

variraju u veličini između otvora Rochetteovog dizajna i mikroretencijskih nagrizajućih kaviteta Maryland dizajna. Treba spomenuti upotrebu mrežaste retencije (2, 59, 60), kristala soli (2, 61), retencijskih perli (3), sferičnog praška (5) i postupka pjeskarenja (6, 62—64).

Prednost je tih sustava da se mogu koristiti na svim poznatim dentalnim slitinama, vizualiziraju retenciju i nemaju problema s termičkim zagrijavanjem i kontaminacijom. Međutim, zahvaljujući prisutnosti makroskopske i lokalizirane retencije na adhezivnoj površini (izuzevši pjeskarenje), povećavaju ograničenu debljinu sidra i slabe sustav ostavljajući rubove nadoknade bez spoja.

Druge modifikacije retencijske površine stvaraju mikromehaničku retenciju što pojednostavnjuje tehniku pričvršćivanja i-ili supstancijski povećava vezivanje smole. Poslije 1980. godine na tržištu se pojavljuje čitav niz tehnika koje ostvaruju čvršće vezivanje između metalne slitine i kompozitnog cementa. Među najuspješnijim su: OVS sustav (65), fosfatom presvučen skelet (15), silanizacija metalne slitine (16) i Rokatek sustav (66).

Pravu revoluciju u stomatologiji izaziva uvođenje sustava kemijskog vezivanja smole na metalnoj slitini. Ovaj potencijal adhezije nije iskorišten samo u tehnici smolom vezanih mostova, nego se uspješno upotrebljava za vezivanje smolnih faseta na metalni skelet krunica i mostova.

Veza metalna slitina-caklina mora izdržati naizmjeničnu okluzalnu silu, stalnu vlažnost pljuvačke i temperaturne promjene za vrijeme udisaja i gutanja hrane. U brojnim in vitro studijama istraživanja je retencijska čvrstoća kemijske veze u različitim uvjetima (14, 67—69), ali je objavljeno malo kliničkih studija i nijedna s dugoročnom procjenom (65, 70).

Očito je da tehnike kemijskog vezivanja daju dobru retencijsku čvrstoću, ali nude nekoliko nerješivih problema, zahtijevaju skupu dodatnu opremu i često su komplicirane.

Danas se nastoji pojednostavniti tehnika proizvodnje smolom vezanih mostova i stvoriti što upotrebljivija retencijska površina. Istraživanja pokušavaju isključiti slabosti retencije na metalnom sidru, proširiti kliničku primjenu i poboljšati kliničke performanse. Rezultati tih istraživanja jesu uvođenje nekoliko mikromehaničkih načina vezivanja i razvoj adhezivnih smola sposobnih stvarati veze izravno ili aktivacijom površine metalne slitine.

Sustav pričvršćivanja smolom vezane nadoknade

Prema mehanizmu pričvršćivanja smole na metalni skelet možemo razlikovati tri sustava vezanja:

I. Makromehanički sustav

1. Perforirani metalni skelet (Rochette dizajn). Mehanizam koji drži kostur na zubnoj caklini sastoji se od ljevkastih perforacija i kompozitne smole koja prolazi kroz njih, a na suprotnoj strani smola se veže za jetkanu caklinu.

2. Mrežasta retencija na metalnom skeletu (Dura Lingual dizajn). Mreža slična zaštitnoj žici ugrađuje se u voštano sidro, pričvrsti ljepljivim voskom, te lijeva i ulaže na konvencionalan način. Podminiranja na površini osiguravaju odlično mehaničko držanje.

3. Retencijske perle na metalnom skeletu. To su najuspješniji predstavnici pozitivnih retencijskih elemenata. One omogućavaju stvaranje makroretencijskog sustava.

4. Kubične pore na metalnom skeletu (Virginia dizajn). Kristali soli ugrađuju se u voštano površinu uzorka, rastapaju, a ulaganjem i izlivanjem stvaraju se mikrokubični kristali paralelnih strana. Neravna površina pridonosi retenciji.

5. Metalni skelet porozno presvučen (Inzoma interzone materijal). Interzonal materijali stvaraju porozan sloj na površini metalnih slitina i izravno se spajaju s njima. Osiguravaju 20–30 mikrona debelu površinu sposobnu da angažira nepunjene komponente kompozita.

6. Sferični prašak na metalnom skeletu. Prašak ima sferičan oblik promjera jednakog ili manjeg od promjera tradicionalnih retencijskih perli.

7. Kombinacija kubičnih pora i retencijskih perli na metalnom skeletu (Kristal bond).

II. Mikromehanički sustav

8. Elektrolitičko nagrizanje metalnog skeleta (Maryland dizajn). To je postupak elektrokemijske korozije metala i metalnih slitina, koje držimo u uvjetima gdje postoje halogeni anioni. Oni izazivaju probadanje metalne slitine, karakterizirajući je oblikovanjem šupljina.

9. Kemijsko nagrizanje metalnog skeleta. Ne samo da izaziva nagrizanje uzoraka rastvaranjem interdendritne faze i vlaknastih medija, nego također napada intradendritnu strukturu metalne slitine.

10. OVS sustav vezivanja na metalni skelet. Pjeskarenjem dobivena oksidirana površina omogućuje kemijsko vezivanje između oksida kositra i smole. Kositar se elektrokemijski veže na metalni kostur i odvaja kristale uvećavajući površinu za mikromehaničku retenciju.

III. Kemijski (mikromehanički) sustav

11. Pjeskaren metalni skelet. Pjeskarenje aluminijevim trioksidom traži povećanje površine omogućavajući negativne oblike retencije, a veza se ostvaruje između metalnih oksida površine kostura i adhezivnog cementa.

12. Flemingov kompozitom vezan metalni skelet. Različiti tipovi ortodontskih držača prilagođavaju se i vežu na aproksimalnim površinama zuba nosača, mezijalno i distalno na obje strane praznog prostora. Aproksimalna površina cakline jetka se kiselinom, a držači se umjesto u horizontalnom postavljaju u vertikalnom položaju.

13. Adhezivni cementi na metalnom skeletu. Za pričvršćivanje se upotrebljavaju konvencionalne smole, BiS-GMA smole i dvostruko afinitetne smole ("japanski akrilati").

14. Fosfatom presvučen metalni skelet (ABC cement tehnika). Mehanizam akcije potječe od bifunkcionalnosti metalnog primera, tj. prisutnosti kemijski aktivnih skupina koje s jedne strane reagiraju s metalnom slitinom, a s druge sa smolom.

15. Silanizacija metalnog skeleta (silikoater postupak). Ova tehnika uključuje presvlačenje metalne slitine SiOx-C intermedijarnim slojem koji posjeduje OH skupine za vezivanje silana. Pjeskarenje osigurava mehaničku vezu, dok silanizacija opskrbljuje površinu metalne slitine dvostrukim slojem veze i zasniva se na adheziji smole na vezujući agens tipa silana.

16. Anodna oksidacija metalnog skeleta. Postupak podrazumijeva stvaranje stabilnog oksidnog sloja na površini pjeskarene metalne slitine.

17. Rokatek sustav. Postupak pokazuje najveće vrijednosti retencijske čvrstoće, međutim, nije ispitan u dužim kliničkim evaluacijama. Velike vrijednosti standardne devijacije vezne čvrstoće pokazuju da je pričvršćenje na plemenitoj metalnoj slitini varijabilno.

Rasprava

Čvrstina adhezivnih mostova je problematična tako da je prisutna opasnost njihovog odljepljenja, aspiracije i gutanja. Mehanizam pričvršćenja sastoji se od tri čvrste komponente: veze smole na caklini, kohezivne čvrstoće smole i veze kompozita na metalnoj slitini. Svaka komponenta sustava jest *locus minoris resistentiae*.

Tip veze na međuspoju može se ostvariti kemijskim i fizičkim putem. Veze takve kao Van der Waalsove sile, polarna i kovalentna veza "dipolne sile" itd., predstavljaju granično područje između kemije i fizike. Postavlja se pitanje "može li se kemija podrediti fizici?"

Retencijski potencijal adheziva na objektu predstavljen je potpunom kombinacijom i interakcijom mehaničke, fizičke i kemijske sile. Iako se te sile ne mogu rascijepiti i odvojiti jedna od druge, konvencionalno se govori o "mehaničkoj retenciji". Ona se ostvaruje kroz mehaničko sidrište adheziva u retencijskom uzorku površine. Rezultirajuća adhezija postiže se intermolekularnim vezivanjem i djelomično silama kemijskog vezivanja.

Zbog slabog afiniteta jedne supstance na drugu, pričvršćenje kompozita na metalnoj slitini slaba je veza (28, 71—74). Da bi se izbjeglo slabljenje veze na međuspoju zub-metalna slitina, vezna čvrstoća smola-metalna slitina treba biti veća od međuspoja smola-caklina i veze smola-smola. U tom smislu i radi sprečavanja naprezanja na međuspoju, nastoji se različitim manipulacijama na površini skeleta i postupkom vezivanja veza kompozita na metalnoj slitini učiniti optimalnom.

Pjeskarenje aluminijevim trioksidom hrapavi površinu metalne slitine, mehanički uklanja nečistoće i poboljšava upijanje adheziva, što sve utječe na povećanje vezne čvrstoće međuspoja. Uvijek ostaje nešto "zatrpanog" aluminijevog trioksida na pjeskarenoj površini, što uz negativna podminiranja na metalnom skeletu osigurava preduvjete za stvaranje mehaničke adhezije.

Adhezivne komponente cementa za lijepljenje imaju veći afinitet prema oksidima dobivenim pjeskarenjem Ni-Cr-Be slitine nego kositrenim oksidima tipa četiri Au slitine (13, 64, 75).

Smanjivanjem debljine cementa za pričvršćenje postiže se intimniji kontakt na zubu nosaču i duplicira vrijednost vezne čvrstoće (76).

Sastav elemenata pojedine slitine treba biti presudan faktor pri izboru tretmana površine.

Oksidacija poboljšava trajnost adhezije a dokazano je da smola ima veću sposobnost adhezije na oksidni sloj nego na samu metalnu slitinu. Oksidacija metalne površine, inducirana zagrijavanjem Au-Ag-Pd slitina, proizvodi naslage cinkoksida i sloj bogat bakrom, što ima za posljedicu razvoj čvrstoće jednake pjeskarenju (77).

U kliničkim se istraživanjima pokazalo da sidra napravljena od slitina s visokim postotkom paladija i zlata, te elektroplotirana kositrom, imaju veliki uspjeh (64, 78, 79).

Elektronagrizanje ima za cilj postići mikrotencijsku morfologiju na površini metalnog skeleta. Za vrijeme nagrizanja ne može se predvidjeti gubitak supstance dentalne slitine. Različite studije pokazuju da debljina cementnog sloja ne dopušta potpuno sjedanje odljevka i kod većine smola za fiksiranje ona je približno 35 mikrona. Zaključak je da gubitak metala prilikom nagrizanja stvara prostor za fiksiranje, što rezultira poboljšanim sjedanjem dijelova nagrižene slitine. Elektrolitičko nagrizanje različitih metalnih slitina pokazuje da Ni-Cr-Be slitine daju najjaču vezu kompozitne smole na metalnoj pozadini (17). Smola tvori mehaničko pričvršćenje s nagriženim skeletom i stvara vezu dva-tri puta veću od međuspoja smola-caklina (80).

Metalni primeri mogu poboljšati vezivanje na metalnom skeletu bez dopunskog retencijskog mehanizma, ali je vezna čvrstoća međuspoja smola-metalna slitina manja nego kod međuspoja smola-caklina (81—84).

Tretman koji obećava jest nanošenje pirolitičkog silicija na aktiviranu površinu metalne slitine i vezivanje agensom tipa silana (85, 86). Postupak se uspješno koristi na svim metalnim podlogama i postiže četverostruko veću veznu čvrstoću od međuspoja smola-caklina (81, 86).

Zaključak

Vrijednost vezne čvrstoće međuspoja smola-metalna slitina treba da bude najmanje dvostruko veća od međuspoja smola-caklina.

Idealna veza između smole i metalne podloge vjerojatno će se postići kombiniranjem makromehaničke, mikromehaničke i kemijske tehnike.

U budućnosti će se smolom vezani mostovi izrađivati bez metalnog skeleta, kao što se to već danas radi kod tehnike vezivanja punih keramičkih nadoknada.

A HISTORICAL REVIEW OF RESIN BONDED BRIDGES

Summary

A marked increase in dental awareness observed in patients over the last decade has possibly been the single most important factor responsible for the high priority placed on the esthetics and maximal conservation of tooth structure.

The introduction of the acid-etched technique and usage of composite resins have opened new possibilities of bonding in prosthodontic therapy, allowing the binding of metal-alloy complexes.

The conservative dental approach, presence of current economic recession worldwide, increase in retentive strength and long-term bond between enamel and metal alloy, and application of more economical casts, have made the resin bonded bridges ever more popular in dentistry.

Key words: resin bonded bridge, retention design

Adresa za korespondenciju:
Address for correspondence:

Stanislav Batkovski
M. Tita 54/2
71000 Sarajevo
Bosna i Hercegovina

Literatura

- ROCHETTE A L. Attachment of a splint to enamel of lower anterior teeth. *J Prosthet Dent* 1973; 30: 418—423.
- ATTA M O, SMITH B G N, BROWN D. A comparative study of the bond strength of chemical & mechanical retention system for resin bonded bridges (abstract). *J Dent Res* 1987; 66:848.
- LABARRE E E, WARD H E. An alternative resin bonded restoration. *J Prosthet Dent* 1984; 52: 247—249.
- MOON P, KNAP F J. Acid-etched bridge strength utilizing a new retention method (abstract). *J Dent Res* 1983; 62:682.
- TANAKA T, ATSUTA M, UCHIYAMA Y, NAKABAYASHY N, MASUHARA E. Spherical powder for retaining acrylic resin veneers. *J Prosthet Dent* 1978; 39:295—303.
- WILTSHIRE W A. Tensile bond strengths of various alloy surface treatments for resin bonded bridges. *Quintessence Dent Techn* 1986; 10:227—232.
- STOKES A N, TIDMARSH B G. Porous metal coating for resin bonding system. *J Prosthet Dent* 1986; 56:170—175.
- McLAUGHLIN G. Composite bonding of etched metal anterior splint. *Compend Contin Educ Dent* 1981; 2:271.
- LIVADITIS G J. A chemical etching system for creating micromechanical retention in resin bonded retainers. *J Prosthet Dent* 1986; 56:181—188.
- FERRARI M, CAGIDIACO M C, BORRACCHINI A, BERTELLI E. Evaluation of a chemical etching solution for Ni-Cr-Be and Cr-Co alloys. *J Prosthet Dent* 1989; 62:516—521.
- IBSEN R L. One appointment technique using an adhesive composite. *Dent Surv* 1977; 49:30—32.
- FLEMING H B. The FABB technique. *Dent Pract* 1981; 19:1—5.
- TANAKA T, FUJIYAMA E, SHIMIZY H, TAKAKI A, ATSUTA M. Surface treatment of nonprecious alloys for adhesion fixed partial dentures. *J Prosthet Dent* 1986; 55:457—462.
- THOMPSON V, GROLMAN K M, LIAO R. Bonding of adhesive resins to various nonprecious alloys. *Dent Materials Group (abstract)*. *J Dent Res* 1985; 4: 23—29.
- RHEINBERGER V, BOHAM G. Adhesive bridges — new prosthetic possibilities. *The Liechtenstein* 1985 May 2.
- NORD R S. Kulzer's silicoater. A new technique for bonding methacrylates to metal. *Trends Tech Contemp Dent Lab* 1986; 3:32—38.
- SIMONSEN R, THOMPSON V, BARRACK G. Etched cast restorations: clinical and laboratory

- technique. Chicago: Quintessence Publishing Co 1983.
18. MEIERS J C, MEETZ H K. Design modifications for etched metal resin bonded retainers. *Gen Dent* 1985; 33:41—44.
 19. THOMPSON V P, BARRACK G, SIMONSEN R. Posterior design principles in etched cast restorations. *Quintessence Int* 1983; 14:311—318.
 20. BURGESS J O, McCARTNEY J G. Anterior retainer design for resin bonded acid etched fixed partial dentures. *J Prosthet Dent* 1989; 61:433—436.
 21. WILLIAMS H A, CAUGHAM W F, POLLARD B I. The esthetic hybrid resin bonded bridge. *Quintessence Int* 1989; 20:623—626.
 22. PLAINFIELD S, WOOD V, PODESTA R. A stress relieved resin bonded fixed partial denture. *J Prosthet Denture* 1989; 61:291—293.
 23. DIAZ-ARNOLD A M, WILLIAMS V D, AQUILINO S A. Bond strength evaluation of prosthodontic adhesives (abstract). *J Dent Res* 1989; 68:250.
 24. TREGASKES J N, WOHLFORD J M. Tensile strength of three agents for resin bonded prostheses. *J Prosthet Dent* 1989; 62:14—17.
 25. JENKINS C B G, ABOUSH Y E Y. The bond strength of new adhesive recommended for resin bonded bridges (abstract). *J Dent Res* 1985; 64:664.
 26. TABATA Y, AMANO H. Study on anterior adhesive bridges and splints using newly developed adhesive resin. *J Gnathol* 1985; 4:101—108.
 27. WENDT S L, COVINGTON J S. Use of light cure composites to cement acid etched fixed partial dentures. *J Prosthet Dent* 1986; 55:578—582.
 28. FERRARI M, CAGIDIACO M C, BRECHI R. Microscopic examination of resin bond to enamel and retainer with a phosphate monomer resin. *J Prosthet Dent* 1987; 57:298—301.
 29. YI YU X, XU J W. The tensile bond strength of various composite resin to alloy. *Quintessence Int* 1987; 18: 145—147.
 30. TANAKA T, NAGATA K, TAKEYAMA M, ATSUTA M, NAKABAYASHI N. 4-meta opaque resin — a new resin strongly adhesive to Ni-Cr alloy. *J Dent Res* 1981; 1697—1705.
 31. ATTA M O, BROWN D, SMITH B G N. Bond strength of contemporary bridge cement to sandblasted or electrolytically etched Ni-Cr alloy. *Dent Mater* 1988; 4:201—207.
 32. ATTA M O, SMITH B G N, BROWN D. Bond strengths of three chemical adhesive cement adhered to a Ni-Cr alloy for direct bonded retainers. *J Prosthet Dent* 1990; 63:137—143.
 33. MATSUMARA H. Adhesive 4-meta opaque resin with poly (metil metacrylate) coated titanium dioxide. *J Dent Res* 1988; 67:29—32.
 34. OMURA I, YAMAUCHI J, HARADA I, WADA T. Adhesive and mechanical properties of new dental adhesive (abstract). *J Dent Res* 1984; 63:233.
 35. PRÖBSTER L, SETZ J. Parallel soldered pins for improved macromechanical retention of fixed partial dentures — procedures and clinical experiences. *Quintessence Int* 1989; 20:871—878.
 36. WILTSHIRE W A. Resin bonded fixed partial dentures utilizing additional pin retention. *Quintessence Int* 1986; 17:343—347.
 37. MASUHARA E. Die neuentwickelten haftfähigen Kunststoffe und ihre klinische Anwendung. *Dtsch Zahnärztl Z* 1984; 39:839.
 38. TANAKA T, NAGATA K, TAKEYAMA M, NAKABAYASHI N, MASUHARA E. Heat treatment of gold alloy to get adhesion with resin. *J Japan Dent Mat* 1980; 21:96.
 39. LIVADITIS G J. Etched metal resin bonded intracoronary cast restorations. Part II: Design criteria for cavity preparation. *J Prosthet Dent* 1986; 56: 389—395.
 40. BARRACK G. Recent advances in etched cast restorations. *J Prosthet Dent* 1984; 52:619—626.
 41. ESHLEMAN J R, JANUS C E, JONES C R. Tooth preparation designs for resin bonded partial dentures related to enamel thickness. *J Prosthet Dent* 1988; 60:18—22.
 42. BURGESS J O, McCARTNEY J G. Anterior retainer design for resin bonded acid etched fixed partial dentures. *J Prosthet Dent* 1989; 61:433—436.
 43. HANSSON O. The silicoater technique for resin bonded prostheses: clinical and laboratory procedures. *Quintessence Int* 1989; 20:85—98.
 44. HOLSTE T. Die Versorgung von Frontzahnücken im jugendlichen Gebilden mit Hilfe der Komposit-Ätztechnik. *Dtsch Zahnärztl Z* 1982; 37:302—304.
 45. PRÖBSTER L, SETZ J. Klinische Bewährung von silanisierten Klebebrücken mit zwei unterschiedlichen Präparationskonzepten. *Quintessenz* 1990; 41: 1609—1616.
 46. RUBINSTEIN S. Preparations for anterior resin bonded retainers. *Gen Dent* 1985; 1:41.
 47. LIVADITIS G J. Resin bonded restorations preparation of the abutment teeth. *Int J Periodont Res Dent* 1982; 4:35—42.
 48. HOWE D F, DENEHY G E. Anterior fixed partial dentures utilizing the acid etched technique and a cast metal framework. *J Prosthet Dent* 1977; 37:28—31.
 49. LIVADITIS G J. Cast metal resin bonded retainers for posterior teeth. *J Am Dent Assoc* 1980; 101: 926—929.
 50. DUNN B, REISBICK M H. Adherence of ceramic coatings on Cr-Co structures. *J Dent Res* 1976; 55:328—332.
 51. TANAKA T, ATSUTA M, UCHIYAMA Y, KAWASHIMA I. Pitting corrosion for retaining acrylic resin facings. *J Prosthet Dent* 1979; 42:282—291.
 52. LIVADITIS G J, THOMPSON V P. Etched castings: an improved retentive mechanism for resin bonded retainers. *J Prosthet Dent* 1982; 47:52—58.

53. TAYS M J, ALEXANDER S B, BEECH D R, BROCK-HURST P J, COOK W D. Bonding — retrospect and prospect. *Austral Dent J* 1988; 33:364—374.
54. THOMPSON V P, DEL-CASTILLO E, LIVADITIS G J. Resin bonded retainers. Part I: Resin bond to electrolytically etched nonprecious alloys. *J Prosthet Dent* 1983; 50:771—779.
55. CREUGERS N H J, VAN'T HOF M A, VRIJHOEF M M A. Clinical comparison of three types of resin retained cast metal prostheses. *J Prosthet Dent* 1986; 56:297—300.
56. WILLIAMS V D, DENEHY G E, THAYER K E, BOYER D B. Acid etch retained cast metal prostheses: a seven year retrospective study. *J Am Dent Assoc* 1984; 108:629—631.
57. DOUKOUDAKIS A, COHEN B, TSOUTSON A. A new chemical method for etching metal frameworks of the acid etched prosthesis. *J Prosthet Dent* 1987; 58:421—423.
58. KREUGER G E, DIAZ-ARNOLD A M, AQUILINO S A, SCANDRETT F R. A comparison of electrolytic and chemical etch system on the resin to metal tensile bond strength. *J Prosthet Dent* 1991; 64:610—617.
59. TALEGHANI M, LEINFELDER K, TALLEGHANI A M. An alternative to cast etched retainers. *J Prosthet Dent* 1987; 58:424—428.
60. SHEN G, FORBES J, BOETTCHER R, DIVIVEDI N, MORROW R. Resin bonded bridges—bond strength using a cast technique (abstract). *J Dent Res* 1983; 62:221.
61. MOON P C. Bond strength of the lost salt procedure: A new retention method for resin bonded fixed prostheses. *J Prosthet Dent* 1987; 57:435—438.
62. BUTTON G L, MOON P C, CROCKET W D. Effect of sandblasting on surface roughness of castings (abstract). *J Dent Res* 1982; 61:245.
63. KÜHL V W, WÜRZBURG A R. Untersuchungen über die Haftfestigkeit von Isopast an Palliag M im Zugversuch nach unterschiedlicher Vorbehandlung der Metalloberfläche. *Dtsch Zahnärztl Z* 1982; 37:961—963.
64. WATANABE F, POWERS J M, LORERY R E. In vitro bonding of prosthodontic adhesives to dental alloys. *J Dent Res* 1988; 67:479—483.
65. VAN DER WEEN J H, BRONSDIJK A E. Das OVS-System als Haftmechanismus für Komposit-Ätzbrücken. *Quintessenz* 1984; 35:1943—1946.
66. LABARRE E, BELSER U, MEYER J M. Shear strength of resins bonded to a precious alloy (abstract). *J Dent Res* 1990; 69:359.
67. DIJKMAN A G, ARENDS J, JENGBLOED W L. Haftfestigkeit eines Kunststoffzementes auf einer sandgestrahlten Co-Cr Legierung und geätztem Zahnschmelz. *Quintessenz* 1986; 35:103—109.
68. TANAKA T. Heat treatment of gold alloy to get adhesion with resin. *Shika Rikogaku Zasshi* 1980; 21: 95—102.
69. SCHWICKERATH H, MOKBEL A M. Klebebrücken. *Dtsch Zahnärztl Z* 1983; 38:1016—1019.
70. GRIM W D, CURTH K, ZCSHUNKE E. Werkstoffkundliche und klinische Untersuchungen der Komposit-Adhäsivbrücke. *Zahntechnik* 1985; 26: 104—110.
71. SHAW M J, TAY W M. Clinical performance of resin bonded cast metal bridges (Rochette bridges). *Brit Dent J* 1982; 11:378—380.
72. ZARDIACKAS L D, CAUGHMAN W F, COMORE R W, LENTZ D L. Tensile adhesion of composite resin cements to etched alloy and enamel. *Clin Int* 1986; 17:483—487.
73. American Dental Association, Council on Dental Materials. Etched metal resin bonded prostheses. *J Am Dent Assoc* 1987; 152:115—97.
74. WOLLWAGE P. Veneering materials for crowns and bridges. Liechtenstein 1986, May 3.
75. PEGORARO I F, BARRACK G. A comparison of bond strength of adhesive cast restorations using different designs, bond agents and luting resins. *J Prosthet Dent* 1987; 57:133—137.
76. MEIERS J C, JENSEN M E, MAYCLIN T. Effects of surface treatments on the bond strength of etched metal resin bonded retainers. *J Prosthet Dent* 1985; 53:185—190.
77. TANAKA T, ATSUTA M, NAKABAYASHY N, MASUHARA E. Surface treatment of gold alloys for adhesion. *J Prosthet Dent* 1988; 60:271—279.
78. VAN DER WEEN H, KRAJENBRINK T, BRONSDIJK B, VAN DER POEL F. Resin bonding of thin electroplated precious metal fixed partial dentures: one year clinical results. *Quintessence Int* 1986; 17:299—301.
79. STRUDAVANT J R, BRUNSON W D, BRANTLEY C F. Bond strengths of resin bonded metal castings. *Dent Mater* 1985; 1:219—224.
80. HUGHES P J, BROWN S A, PAYER J H, MERRITT K. The effects of heat treatments and bead size on the corrosion of porous F75 in saline and serum. *J Biomed Mater Res* 1990; 24:79—84.
81. BRAZILAY I, MYERS M L, COOPER L B, GRASSER G N. Mechanical and chemical retention of laboratory cured composite to metal surfaces. *J Prosthet Dent* 1988; 59:131—136.
82. YI YU H. A study of chemical coupling of resin bonded restorations. *Quintessence Int* 1986; 17:191—194.
83. TJAN A H L, NEMETZ H, TJAN A H. Bond strength of composite to metal mediated by metal adhesive promoters. *J Prosthet Dent* 1987; 57:550—554.
84. NAEGELI D G, DUKE E S, SCHWARTZ R, NORLING B K. Adhesive bonding of composites to a casting alloy. *J Prosthet Dent* 1988; 60: 320—327.
85. RE G J, KAISER D A, MALONE W F P, GARCIA-GODY F. Shear bond strengths and scanning electron microscope evaluation of three different retentive methods for resin bonded retainers. *J Prosthet Dent* 1988; 59:568—573.
86. LAUFER B Z, NICHOLLS J I, TOWNSEND J D. SiOx-C coating: A composite to metal bonding mechanism. *J Prosthet Dent* 1988; 60:320—327.