

KEKUATAN GESER SEMEN IONOMER KACA MODIFIKASI SEBAGAI PELEKAT BRAKET *BEGG* LOGAM DENGAN DAN TANPA ETSA

Penelitian experimental laborator

Dyah Karunia, Pinandi Sripudyani

Bagian Orthodonsia Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Gajah Mada

Dyah Karunia, Pinandi Sripudyani. Kekuatan geser semen ionomer kaca modifikasi sebagai pelekat braket *begg* logam dengan dan tanpa etsa. Indonesian Journal of Dentistry 2005; 12(3): 107-112.

Abstract

The adhesive of composite resin has been used for direct bonding of a bracket system of bracket fixed orthodontic treatment by etching. The disadvantage of etching is enamel loss and difficult procedure. Modified glass ionomer cement has been suggested as a bracket bonding system without etching. The chemical bonding without etching can reduce enamel loss and make the procedure more efficient. The purpose of this study was to determine the shear bond strength of modified glass ionomer cement as metal *Begg* bracket bonding system with and without etching. The subject of this study consisted of two groups which had 15 intact extracted permanent human upper bicuspids for each group. Group I was etched with ortho phosphate acid (37%) for 20 seconds and bonded with modified glass ionomer cement. Group II was untreated and bonded with the same adhesive. The shear bond strength was measured with Pearson Pankee Equipment, and bond failure location was observed under stereo microscope. To differentiate the effects with and without etching, t test was performed, while to observe the location of bond failures, chi-square test was conducted. The results of this study indicated that the shear bond strength of modified glass ionomer cement as bonding system metal *Begg* Brackets with etching was significantly higher ($p < 0.001$) than without etching. Without etching, bond failure occurred between enamel and bonding agent. With etching, the bond failure was mostly found within the adhesive.

Keywords : glass ionomer cement, direct bonding

Pendahuluan

Perawatan ortodontik alat cekat umumnya digunakan resin komposit sebagai bahan perekat braket. Braket ortodontik dilekatkan permukaan gigi secara langsung menggunakan resin komposit dengan etsa email, dikenal dengan sistem perlekatan

langsung (sistem *bonding*). Resin komposit sebagai bahan perekat braket dalam pemakaiannya memerlukan tahapan tertentu dan lingkungan permukaan gigi yang kering selama prosedur *bonding*. Prosedur *bonding* meliputi pencucian gigi (*polishing*), proses etsa, pengolesan larutan primer dan pengolesan bahan perekat komposit. Proses

(*polishing*), proses etsa, pengolesan larutan primer dan pengolesan bahan perekat komposit. Proses *bonding* memerlukan waktu etsa kurang lebih 15 – 60 detik agar didapatkan mikropit pada permukaan email sehingga resin dapat terinfiltrasi dengan baik. Semua prosedur *bonding* tersebut memerlukan waktu yang lama dan agak rumit.

Kerugian penggunaan bahan adhesif komposit lainnya adalah hilangnya lapisan email pada proses pencucian gigi sebelum etsa, proses etsa, pelepasan braket (*debonding*) dan pada proses *rebonding*.¹ Akibat proses tersebut email hilang sebesar 25 μm – 55 μm atau 3 % dari seluruh ketebalan email.² Resin komposit sebagai bahan perekat braket juga dapat berakibat efek samping dekalsifikasi email dan bercak putih, yang disebabkan oleh ketidakseimbangan antara demineralisasi dan remineralisasi email. Demineralisasi email secara klinis dapat terjadi setelah satu bulan perawatan.³ Fluor bisa menghambat pembentukan bercak putih selama perawatan alat ortodontik cekat. Fluor yang dilepaskan oleh bahan adhesif semen ionomer kaca efektif dalam menghambat pembentukan dekalsifikasi email.^{4,5}

Mengingat bahan adhesif komposit banyak kerugiannya, maka perlu adanya alternatif bahan adhesif tidak mengakibatkan hilangnya lapisan email, dapat membuat struktur gigi lebih tahan karies, mempunyai kekuatan perlekatan dan sifat-sifat seperti komposit resin. Salah satu bahan adesif yang dapat memenuhi persyaratan tersebut di atas adalah semen ionomer kaca.

Semen ionomer kaca sebagai bahan adhesif telah mengalami perkembangan yang pesat. Semen ionomer kaca konvensional generasi pertama masih dalam bentuk rentan terhadap kontaminasi air pada awal reaksi pengerasannya, sehingga dihasilkan sifat mekanis yang kurang baik. Semen ionomer kaca dalam perkembangan selanjutnya telah dimodifikasi dengan penambahan resin komposit sehingga mempunyai kekuatan mekanis yang lebih baik, yaitu perlekatan terhadap email lebih tinggi dan reaksi pengerasan yang lebih tahan terhadap kelembaban. Semen ini dikenal dengan nama semen Ionomer kaca modifikasi.⁶

Semen ionomer kaca modifikasi terdiri dari suatu hibrid semen silikat dan polikarboksilat, yang dapat dilekatkan secara fisiko-kimia. Semen ionomer kaca modifikasi dapat melekat pada email dengan etsa (*etch technique*) dan tanpa etsa (*nonetch technique*). Perlekatan semen ionomer kaca tanpa etsa terjadi karena adanya ikatan kimia antara semen dengan email gigi, sedangkan pelekatan dengan etsa terjadi ikatan mekanis antara permukaan

mikropit email dengan semen dan ikatan kimia antara email dengan semen.⁷

Perlekatan semen ionomer kaca secara kimiawi tanpa etsa pada email terjadi karena ion poliakrilat pada bahan perekat bereaksi dengan struktur apatit email dengan memindahkan ion kalsium fosfat. Semen ionomer kaca bersifat hidrofilik yaitu mengandung banyak gugus reaktif. Dengan adanya gugus COOH multipel pada polimer, gugus reaktif akan membentuk ikatan yang membasahi permukaan semen. Ikatan hidrogen ini beradaptasi dan melekat dengan baik pada permukaan matriks apatit email.⁸ Adaptasi ikatan yang baik semen ionomer kaca pada matriks apatit akan berakibat berkurangnya adesi tepi, sehingga menghasilkan perlekatan antara semen ionomer kaca dan email yang maksimal.

Perlekatan semen ionomer kaca dengan etsa (*etch technique*) dapat dilakukan etsa dengan asam poliakrilat 25% selama 20 detik atau asam orthofosfat 37% selama 20–60 detik. Semen ionomer kaca dapat juga melekat secara kimiawi dengan logam nirkarat, keramik dan plastik.^{7,9}

Penelitian secara klinis mengenai angka kegagalan perlekatan/ terlepasnya braket yang dilekatkan dengan bahan perekat semen ionomer kaca modifikasi tanpa etsa lebih kecil dibandingkan bahan perekat komposit. Kegagalan perlekatan semen ionomer kaca modifikasi sebesar 3,8 % dan komposit resin 6,0 %, sedangkan angka kegagalan perlekatan yang paling baik secara klinis adalah tidak melebihi 5 %.⁶

Sifat-sifat semen ionomer kaca modifikasi berpotensi sebagai bahan adhesif yang efektif karena mempunyai beberapa kelebihan yaitu dapat melekat pada email tanpa etsa, melepas fluor, sifat mekanis yang baik, tahan terhadap kelembaban, angka kegagalan perlekatan kecil dan pelepasan sisa semen setelah *debonding* mudah tidak merusak email.¹⁰ Keunggulan semen ionomer kaca yang dapat melekat secara kimiawi tanpa etsa pada email tersebut akan mengurangi tindakan pada permukaan gigi sehingga hilangnya lapisan email dapat dicegah dan waktu kerja penanganan pasien lebih efisien.

Sistem perawatan yang dipakai di Klinik PPDGS I Ortodonsia Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Gadjah Mada adalah sistem *Begg* dengan menggunakan bahan perekat resin komposit dengan etsa. Mengingat prosedur *bonding* dan selama pemakaian komposit banyak kerugiannya, maka dalam kaitan pertimbangan alternatif penggunaan semen ionomer kaca modifikasi sebagai bahan perekat tanpa etsa, perlu adanya informasi berapa besar kekuatan perlekatan semen ionomer kaca modifikasi tanpa etsa tersebut. Apakah

besarnya kekuatan perlekatan semen ionomer kaca modifikasi tanpa etsa tersebut sesuai dengan standar klinis.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan kekuatan geser semen ionomer kaca modifikasi sebagai bahan perekat braket *Begg* logam dengan etsa dan tanpa etsa secara *in vitro* dan mengetahui lokasi pelepasan braket setelah dilakukan uji kekuatan geser.

Bahan dan Metode

Subyek penelitian terdiri dari 15 gigi premolar pertama atas yang telah dicabut dengan kriteria tidak karies, tidak dekalsifikasi, tidak cacat email dan tanpa tumpatan. Seluruh subyek penelitian dibagi 2 kelompok masing-masing 15 gigi. Kelompok I braket dilekatkan dengan semen ionomer kaca modifikasi dengan etsa, sedangkan kelompok II tanpa etsa, kemudian dilakukan uji kekuatan kekutan geser.

Gigi ditanam dalam *self curing acrylic* sebatas leher gigi secara vertikal. Seluruh gigi yang telah ditanam direndam larutan garam fisiologis untuk menghindari dehidrasi. Sebelum bonding permukaan gigi dipoles dengan pumis dan air selama 20 detik, disemprot air dan dikeringkan selama 10 detik. Pada kelompok I dilakukan pengetsaan dengan asam ortho fosfat 37 % selama 20 detik, kemudian disemprot air selama 15 detik dan dikeringkan dengan udara bebas minyak selama 15 detik. Kelompok II tanpa dilakukan etsa.

Sebagai standarisasi daerah *bonding*, luas dasar braket digambar di atas permukaan gigi yang sudah dietsa maupun tanpa etsa dengan pensil Posisi braket terlebih dahulu dipaskan dengan braket *gouge*. Selanjutnya braket dilekatkan dengan semen ionomer kaca. Cara perlekatan serbuk dan cairan semen ionomer kaca diaduk dengan plastik instrumen pada *paper pad* sesuai dengan anjuran pabrik. Kemudian semen ionomer kaca dioleskan pada braket *Begg* dengan kuas. Braket dilekatkan pada gigi premolar yang telah disiapkan dengan pinset braket di tengah-tengah permukaan bukal sejajar akar gigi sesuai teknik yang dilakukan di klinik. Kelebihan semen ionomer kaca modifikasi yang keluar dari dasar braket dibersihkan dengan skaler. Setiap adukan digunakan untuk memasang 3 braket. Setelah pemasangan braket selesai, kemudian semua sampel direndam dalam larutan garam fisiologis pada suhu kamar selama 24 jam. Hal ini bertujuan agar tidak terjadi dehidrasi semen dan agar

semen mengeras secara sempurna. Besar kekuatan perlekatan geser yang diukur adalah kekuatan yang maksimal pada saat braket lepas dari permukaan gigi.

Pengukuran kekuatan geser dilakukan dengan alat ukur *Pankee Pearson Testing Machine* di laboratorium bahan dan logam Teknik Mesin dan lokasi pelepasan braket dengan alat mikroskop Zoom sterio merk Olympus dii Laboratorium metalurgi D3 Teknik Mesin, UGM. Lokasi pelepasan braket dibedakan menjadi tiga tempat yaitu antara email-bahan perekat, antara braket-bahan perekat dan antara bahan perekat sendiri.

Untuk mengetahui perbedaan kekuatan geser semen ionomer kaca modifikasi sebagai bahan perekat braket *Begg* logam dilakukan uji t, dan untuk mengetahui distribusi dan perbedaan lokasi kerusakan perlekatan digunakan analisis *Chi-square*.

Hasil

Hasil penelitian menunjukkan kekuatan geser lebih besar dari batas minimal harga yang dipersyaratkan untuk retensi intra oral. Kekuatan tarik dengan etsa lebih besar dari pada tanpa etsa ($p < 0,01$). Rerata kekuatan geser semen ionomer kaca modifikasi dengan etsa adalah $176,02 \pm 24,73$ kg/cm² dan tanpa etsa sebesar $101,70 \pm 19,11$ kg/cm² (tabel 1).

Tabel 1. Rerata, simpangan baku dan uji t kekuatan geser semen ionomer kaca modifikasi sebagai bahan perekat braket *Begg* logam dengan dan tanpa etsa

Kelompok Perlakuan	n	Kekuatan geser (kg / cm ²)			
		Rerata	SD	t	p
Etsa	15	176,02	24,73	9,210	0,001
Tanpa etsa	15	101,70	19,11		**

Keterangan : n : jumlah sampel
SD : simpangan baku
** : sangat bermakna

Berdasarkan uji t kekuatan geser semen ionomer kaca modifikasi sebagai bahan perekat braket *Begg* dengan etsa dan tanpa etsa didapat perbedaan yang sangat bermakna antara kekuatan geser bahan perekat semen ionomer kaca modifikasi dengan etsa dibanding tanpa etsa ($p < 0,01$).

Tabel 2. Distribusi dan uji chi square lokasi pelepasan braket yang dilekatkan dengan bahan perekat semen ionomer kaca modifikasi setelah diuji kekuatan geser

Lokasi pelepasan	Etsa		Tanpa etsa		Uji chi-square	
	n	%	n	%	χ^2	p
Antara Email – bahan perekat	4	6,7	13	86,7		
Antara braket – bahan perekat	2	3,3	0	0	11,219	0,001**
Antara bahan perekat	9	0,0	2	13,3		
Jumlah	15	100	15	100		

Keterangan : ** : sangat bermakna

Pada tabel 2 diketahui lokasi pelepasan braket yang dilekatkan dengan bahan perekat semen ionomer kaca modifikasi dengan etsa terbanyak terjadi antar bahan perekat (60%) sedangkan tanpa etsa terbanyak terjadi antara email - bahan perekat (86,7 %). Uji chi-square kekuatan geser perlekatan semen ionomer kaca modifikasi dengan etsa dan tanpa etsa diperoleh perbedaan yang sangat bermakna antara lokasi pelepasan antara perlekatan semen ionomer kaca modifikasi sebagai bahan perekat braket *Begg* logam dengan etsa dibanding tanpa etsa ($p < 0,01$).

Pembahasan

Kekuatan geser perlekatan semen ionomer kaca modifikasi sebagai bahan perekat braket *Begg* logam dengan etsa lebih kuat dibanding tanpa etsa. Pada proses etsa terjadi pembersihan permukaan gigi, larutnya sebagian permukaan email membentuk mikropit sebagai retensi mekanis dan permukaan gigi bertambah luas, sehingga terjadi ikatan antara bahan perekat dan gigi yang maksimal. Dikatakan oleh Phillip besarnya kekuatan perlekatan dipengaruhi adanya retensi mekanis dan ikatan molekuler. Struktur retensi dapat berupa *undercut* atau masuknya bahan perekat ke dalam ketidakteraturan mikroskopik dan submikroskopik.¹¹ Hasil penelitian ini sesuai dengan pernyataan Buonocore *et al.* dalam Foust *et al.*¹² bahwa kekasaran permukaan suatu benda dapat meningkatkan

kekuatan perlekatan. Permukaan yang tidak rata mempunyai daerah lebih luas dari pada permukaan yang halus, sehingga diperoleh kontak ikatan lebih banyak.

Perlekatan semen ionomer kaca dengan etsa terjadi secara fisikokimia, yaitu gabungan antara ikatan mekanis dan ikatan kimiawi, sedangkan perlekatan semen ionomer kaca modifikasi tanpa etsa hanya terjadi ikatan secara kimiawi.⁹ Perlekatan semen ionomer kaca modifikasi dengan etsa mempunyai kekuatan geser lebih tinggi dari pada tanpa etsa dikarenakan terjadi ikatan mekanis dan ikatan kimiawi dengan permukaan gigi yang lebih luas, sedangkan perlekatan semen yang tanpa etsa tidak terjadi penambahan luas permukaan dan hanya terjadi ikatan secara kimiawi saja, sehingga menghasilkan kekuatan geser yang lebih rendah.

Hasil penelitian mengenai lokasi pelepasan perlekatan braket dengan semen ionomer yang diuji kekuatan geser antara kelompok yang di etsa dan tidak di etsa menunjukkan hasil yang berbeda ($p < 0,01$). Lokasi pelepasan perlekatan diuji kekuatan geser pada kelompok etsa, sebagian besar terjadi antara bahan perekat (60%) dan tanpa etsa terjadi antara email dan bahan perekat (86,7%).

Lokasi pelepasan pada kelompok etsa yang terjadi antara bahan perekat disebabkan adanya ikatan yang lebih kuat antara email dengan bahan perekat dan antara bahan perekat dengan *mess gauze* braket yang tidak rata dibanding dengan kekuatan antar semen. Dilaporkan Klockowski *et al.*⁸ bahwa lokasi pelepasan braket yang dilekatkan dengan semen ionomer kaca modifikasi dengan etsa asam fosfat 37% selama 60 detik sebagian besar terjadi secara kohesi (antar semen). Compton² dalam penelitiannya dengan etsa asam poliakrilat 25% selama 10 detik diketahui lokasi pelepasan braket 77% secara kohesi.

Lokasi pelepasan braket yang diuji dengan kekuatan geser sebagian besar terjadi antara bahan perekat disebabkan karena arah gaya adalah sejajar permukaan *mess* braket dan untuk mendapatkan efek pelepasan perlekatan terdapat daya gesek sehingga membutuhkan gaya beban yang lebih tinggi. Lokasi pelepasan pada semen ionomer kaca dengan etsa menunjukkan adanya bahan perekat yang tertinggal di permukaan gigi. Menurut Compton dkk sisa semen ionomer kaca yang menempel di email secara klinis mudah dibersihkan yaitu cukup dengan menggunakan skaler dan tidak menimbulkan kerusakan email. Hal ini secara klinis lebih menguntungkan apabila dibanding dengan pemakaian komposit yang harus menggunakan bur.¹⁰

Lokasi pelepasan braket kelompok tanpa etsa sebagian besar terjadi antara email dan bahan perekat, disebabkan karena hanya terjadi ikatan kimiawi dan tidak adanya retensi mekanis pada permukaan gigi. Proses etsa akan menghasilkan mikropit-mikropit pada lapisan email yang berfungsi sebagai retensi dan menghasilkan pula permukaan gigi yang lebih luas. Pada perlekatan tanpa etsa tidak terjadi peluasan permukaan email dan tidak ada retensi mekanis sehingga ikatan antara email dan bahan perekat lebih kecil. Pada perlekatan semen ionomer kaca dengan dasar braket terjadi secara kimiawi dan mekanis karena adanya *mesh gauze*, sehingga didapat kekuatan yang lebih besar.² Hal ini mengakibatkan lokasi pelepasan perlekatan braket dengan bahan perekat semen ionomer kaca modifikasi tanpa etsa terjadi sebagian besar antara email-bahan perekat. Hasil ini secara klinis menguntungkan karena sisa bahan perekat yang menempel di email sedikit sekali dan pembersihan sisa semen cukup di polising, sehingga tidak merusak email seperti pada komposit resin yang harus menggunakan bur diamond sehingga dapat mengakibatkan terkikisnya lapisan email.

Hasil penelitian kekuatan geser semen ionomer kaca modifikasi tanpa etsa masih memenuhi persyaratan yang dibutuhkan untuk retensi intra oral, sehingga dapat sebagai bahan pertimbangan penggunaan semen ionomer kaca modifikasi sebagai bahan perekat braket tanpa etsa pada pasien. Agar braket mampu bertahan secara baik menurut Reynold harus mempunyai kekuatan perlekatan minimum 60-80 kg/cm².

Prosedur standar perlekatan braket sistem bonding dengan etsa memerlukan tahapan yang rumit yaitu, polising, etsa, pengolesan primer, bahan perekat serta semua itu dilakukan dalam kondisi mulut yang kering. Proses etsa sendiri meliputi beberapa tahapan yaitu pencucian dan pengeringan gigi, pengolesan larutan etsa, pencucian dan pengeringan gigi kembali. Proses etsa dengan asam fosfat 50% selama 60 detik dapat mengakibatkan hilangnya lapisan email sebesar 6,7 um.¹⁵ Hilangnya email selain karena proses etsa dapat disebabkan oleh polising, *debonding* dan *rebonding* yang dapat mencapai 25um – 55 um atau 3% dari ketebalan email. Proses etsa juga menyebabkan berkurangnya kadar fluor gigi, yaitu pada kedalaman 50 um setelah dietsa terjadi penurunan kadar fluor dari 300 ppm menjadi 100 ppm.¹⁶ Semen ionomer kaca modifikasi mengandung fluor tinggi (20%) yang dilepaskan dalam waktu kurang lebih satu tahun, selain itu semen ionomer kaca juga mampu menyerap fluor dari luar kemudian dilepas secara

perlahan sehingga pelepasan fluor terus berlanjut.^{9,17} Klockowski dkk menyatakan bahan perekat yang mengandung fluor dapat mencegah terjadinya bercak putih, yang sering terjadi pada perawatan ortodontik dengan alat cekat.¹⁸ Dilaporkan Ogaard dkk bahwa 50% pasien yang dirawat dengan ortodontik cekat terjadi bercak putih, yang mengganggu secara estetis terutama apabila terjadi di sebelah anterior. Remineralisasi ini dapat menimbulkan masalah klinis beberapa tahun kemudian setelah pelepasan braket.⁵

Alternatif bahan perekat braket tanpa etsa dan dapat digunakan dalam lingkungan yang lembab, serta mampu mencegah terjadinya efek samping perawatan ortodontik cekat berupa bercak putih adalah suatu pilihan ideal. Hasil penelitian ini menunjukkan kemampuan semen ionomer kaca modifikasi dapat melekat pada permukaan email secara kimiawi tanpa etsa sesuai standar klinis, sehingga dapat digunakan sebagai pertimbangan bahan perekat pilihan, terutama untuk perlekatan braket yang tidak membutuhkan kekuatan yang sangat tinggi misalnya pada gigi anterior atau pada tehnik perawatan yang menggunakan gaya ortodontik ringan seperti tehnik *Begg*. Kesimpulan dari penelitian ini adalah:

1. Kekuatan geser semen ionomer kaca modifikasi sebagai bahan perekat braket *Begg* logam dengan etsa lebih besar dari pada tanpa etsa
2. Lokasi pelepasan braket yang dilekatkan dengan bahan perekat semen ionomer kaca dengan etsa sebagian besar terjadi antara bahan perekat dan tanpa etsa terjadi antara email – bahan perekat.

Daftar Pustaka

1. Mc. Carthy MF, Hondrum SO. Mechanical And Bond Strength Properties Of Light - Cured And Chemically Cured Glass Ionomer Cements. *Am J Orthod Dentofac Orthop*, 1994; 105 (2):135-41.
2. Graber TM, Swain BF. *Orthodontics Currents Prinsiples And Tehnique* C.V. Mosby Co., St. Louis, 1985; 485-724.
3. Ogaard B, Rolla G, Arend J. Orthodontic Appliances And Enamel Demineralization, Part I : Lesion Development. *Am J Orthod Dentofac Orthop*, 1988; 94(4): 68-73.
4. Sonis AL, Snell W. An Evaluation of Fluoride Releasing Visible Light Activated Bonding System For Orthodontic Bracket Placement. *Am J Orthod Dentofac Orthop*, 1989; 95(4):306-11.
5. Ogaard B, Rezk-Lega F, Ruben J, Arend J. Cariostatic Effect And luoride From A Visible Light-Curing Adhesive For Bonding Of Orthodontic

- Bracket. *Am J Orthod Dentofac Orthop*, 1992; 101(4): 303-7.
6. Wright AB, Lee RT, Lynch E, Young KA. Clinical And Microbiologic Evaluation Of A Resin Modified Glass Ionomer Cement For Orthodontic Bonding, *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 1996; 110(5):469-75.
 7. GC Dental. *Orthodontic Bonding Fuji Ortho*, <http://www.gc.asia.com> : 2000; 15 April 2002
 8. Wilson AD, McLean JW. *Glass Ionomer Cement*. 1st ed. Quintessence Publishing Co., Chicago. 1988, 13-243
 9. Cacciafesta V, Bosch C, and Melsen B. Clinical Comparison Between A Resin - Reinforced Self Cured Ionomer Kaca Cement And A Comparison Resin For Direct Bonding Of Orthodontic Brackets, Part I: Wetting with Water *Clin Orth Res*. 1998; 1: 29-36.
 10. Compton AM, Meyers CE, Hondrum SO, Lorton L. Comparison Of The Shear Bond Strength Of A Light-Cured Glass Ionomer And A Chemically Cured Glass Ionomer For Use As An Orthodontic Bonding Agent. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1992; 101:138-44.
 11. Farquhar RB. Direct Bonding Comparing A Polyacrylic Acid And A Phosphoric Acid Technique *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1986; 90(3): 187-94.
 12. Foust J B, Grego GM, Fan PL and Powers JM. Penetration Coefficient Tensile Strength And Bond Strength Of Thirteen Direct Bonding Orthodontic Cements *Am J Orthod* 1978; 73(5): 512-25 .
 13. Galindo HA, Sadowsky PL, Vlachos C, Jacobson A, Wallace D. An In Chemically-Cured Bonding System, *Am J Ort. Dentofa. Ortho* 1998; 113(3): 271-5.
 14. Mc.Court JW, Cooley RL, Barnwell S. Bond Strength Of Light-Cure Fluoride Releasing Base-Liners As Orthodontic Bracket Adhesives, *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 1991; 100(1): 47-52.
 15. Lehman R, Davidson CL. Loss Of Surface Enamel After Acid Etching Prosedur And Its Relation to Fluoride Content, *Am J Orthod* 1981; 80 (1) : 73 - 82
 16. Phillips RW. *Skinner's Science Of Dental Material*, 9th ed, 22- 28 WB Company. Philadelphia 1991
 17. Reynolds IR. A Review of Direct Orthodontic Bonding, *Br J Orthod* 1975; 2: 171-8
 18. Smith DC. Current Status of Glass Ionomer Cement, *Dent Abst* 1985: 245.
 19. Klockowski R, Davis EL, Joynt RB, Wiczkowski G. and Mac Donald A. Bond Strength And Durability Of Glass Ionomer Cement As Bonding Agents In The Placement Of Orthodontic Bracket *Am J Orthod.Dentofa. Orthop* 1989; 96 (1): 60-4.

