

*İKİ FARKLI TEK BASAMAKLI KENDİNDEN PÜRÜZLENDİRMELİ ADEZİVİN MİKROGERİLİM BAğLANMA DAYANIMLARI

Microtensile Bond Strength of two Different one Step Self-Etch Adhesive

Evrım ELİGÜZELOęLU¹, **Hacer DENİZ ARISU², Mine Betül ÜÇTAŞLI³, Hüma ÖMÜRLÜ⁴

¹Evrım ELİGÜZELOğLU, Dr. Dt., Gazi Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Diş Hastalıkları ve Tedavisi A.D. Ankara.

²Hacer DENİZ ARISU, Öğr. Gör. Dr., Gazi Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Diş Hastalıkları ve Tedavisi A.D. Ankara.

³Mine Betül ÜÇTAŞLI, Doç. Dr., Gazi Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Diş Hastalıkları ve Tedavisi A.D. Ankara.

⁴Hüma ÖMÜRLÜ, Prof. Dr., Gazi Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Diş Hastalıkları ve Tedavisi A.D. Ankara.

Özet

Bu çalışmanın amacı iki farklı tek aşamalı kendinden pürüzlendiren adezivın bağlanma dayanımlarını belirlemektir.

8 çekilmiş insan büyükazı dişi vertikal olarak kesildi ve okluzaldeki mine açığa çıkarıldı. Dişler daha sonra dört gruba ayrıldı ve iki farklı tek aşamalı kendinden pürüzlendiren adeziv [Clearfil S₃ (Kuraray Co. Ltd, Osaka, Japonya), Optibond All-In-One (Kerr, Orange, CA, US)]ve iki farklı kompozitle [Clearfil APX (Kuraray Co. Ltd, Osaka, Japonya), Premise (Kerr, Orange, CA, US)] restore edildi. Restore edilen dişler adeziv diş arayüzeyine dik olacak şekilde dikdörtgen çubuklar elde edebilmek için kesildi (Mecatome T201A, Pressi, Fransa). Çubuklar mikrogerilim ölçen cihaza bağlandı ve 1 mm/min hızda gerilim uygulandı (T-61010 K, Bisco, US). Grupların ortalama bağlanma dayanımları ANOVA ve Tukey ile karşılaştırıldı. Kopma olan yüzeyler daha sonra ışık mikroskopunda incelendi

Adeziv sistemler karşılaştırıldığında Optibond All-In-One, Clearfil S₃ den belirgin olarak daha yüksek bağlanma dayanımı değerleri göstermiştir.

Bu çalışmada ethanol-aseton bazlı adeziv (Optibond All-In One), ethanol bazlı adezivden (Clearfil S₃) daha iyi olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kendinden pürüzlendirmeli adeziv, Mikrogerilim bağlanma dayanımı, Adezyon

Abstract

The aim of this study was to determine the microtensile bond strength of two different one step self-etch adhesive.

Eight extracted human molars were cut vertically and occlusal enamel removed. And teeth divided into four groups and restored two different one step self etch adhesives [Clearfil S₃ (Kuraray Co. Ltd, Osaka, Japan), Optibond All-In-One(Kerr, Orange, CA, US)], and two different composites [Clearfil APX (Kuraray Co. Ltd, Osaka, Japan), Premise(Kerr, Orange, CA, US)]. Restored teeth were sectioned perpendicular to the adhesive tooth interface to obtain rectangular sticks (Mecatome T201A, Pressi, France). The sticks were mounted on the Microtensile Tester (T-61010 K, Bisco, US) and stressed in tension at a speed of 1 mm/min. The mean bond strengths were compared analysis of variance and Tukey. The fractured surfaces were examined light microscope.

When adhesive systems were compared, Optibond All-In- One showed significantly higher bond strength than Clearfil S₃.

In this study ethanol-aceton based adhesive (Optibond All-In One) was better than ethanol based adhesive (Clearfil S₃).

Keywords: Self-etch adhesive, Microtensile bond strength, Adhesion.

Giriş

Bu çalışma 2007 yılında Fethiye'de düzenlenen 7. Ege Bölgesi Dişhekimleri Odaları Uluslararası Bilimsel Kongre ve Sergisi'nde poster bildirisi olarak sunulmuştur

İletişim Adresi

**Dr. Hacer DENİZ ARISU
Gazi Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Diş Hastalıkları ve Tedavisi ABD. 8. Cadde 82. Sokak Emek ANKARA

e-mail: hdenz@yahoo.com

Smear tabaka kaldırılmadan, adezivın, smear tabakayı geçerek alttaki diş dokularına bağlandığı, böylelikle smear tabakayı da içeren hibrit tabakanın elde edildiği sisteme kendinden pürüzlendiren sistem denir(1,2). Son yıllarda üretilen tek aşamalı kendinden pürüzlendiren adezivlerde rezin monomer, fotoinisiyator, tersiyeramin akseleratorleri tek şişede toplanarak adezivlerin hem uygulama aşamaları azaltılmış hem de karıştırma

esnasında oluşacak uygulayıcı hataların önüne geçilmeye çalışılmıştır(1).

Piyasada, hidrofilik taşıyıcı olarak etanol ve/veya asetonun kullanıldığı çok sayıda tek aşamalı kendinden pürüzlendiren adeziv bulunmaktadır. Bağlayıcı solusyonlarda bulunan hidrofilik taşıyıcıların üç önemli rolü bulunmaktadır: 1- adeziv solusyonun viskozitesini düşürerek demineralize kollajenden zengin dentin yüzeyinin içine bağlayıcı etkenin yayılımını arttırmak. 2- kollajen ağın içindeki suyun yüzey gerilimini düşürerek su ile yer değiştirmesini sağlamak. 3- suyun buharlaşma miktarını arttırarak su ile desteklenmiş kollajen ağdan suyun uzaklaştırılmasını ve suyun yerini hidrofilik taşıyıcının dolayısıyla da adeziv rezinin almasını sağlamaktadır(3).

Bağlanma dayanımı testleri restoratif sistemlerin etkinlikleri ve adeziv sistemlerin klinik performansları hakkında ön bilgi elde edebilmek amacıyla sıklıkla kullanılmaktadır(4). Mikrogerilim bağlanma dayanımı testi ilk kez 1994 yılında Sano ve ark. tarafından öne sürülmüştür(5). Bu test metodu ile tek bir diştten bağlanma yüzeyi 1mm² olan çok sayıda seri kesitler alınabilmektedir.

Böylelikle aynı şartlarda hazırlanmış tek bir diştten çok sayıda örnek hazırlanabilmektedir(6,7). Ayrıca bu test metoduyla arayüz bağlantı yüzeyleri daraltılarak, küçük alana sahip örnekler hazırlandığından, kuvvet uygulaması sırasında daha iyi stres dağılımı oluşur ve geleneksel test metodlarından farklı olarak bağlanma dayanımı testi esnasında örneklerde daha çok adeziv daha az koheziv başarısızlık görülür(4).

Bu in vitro çalışmanın amacı farklı hidrofilik taşıyıcıya sahip iki farklı adeziv sistem ile birlikte uygulanan iki farklı kompozitin bağlanma dayanımını mikrotensile test yöntemiyle tespit etmektir.

Gereç ve Yöntem

Araştırmada kullanılan adeziv ve kompozit materyaller Tablo 1 de görülmektedir.

Çekilmiş 8 adet çürüksüz insan molar dişlerinin okluzal yüzeylerindeki mine fissür frez yardımıyla kaldırılarak dentin yüzeyi açığa çıkarıldı. Açığa çıkmış dentin yüzeyinde homojen smear tabaka elde edebilmek için 600 gritlik su zımparası 1 dakika süre ile dentin yüzeylerine uygulandı. Daha sonra dişler rastgele 4 gruba ayrıldı ve üretici firma

talimatları doğrultusunda aşağıdaki gibi restore edildi:

Grup 1: Tek aşamalı kendinden pürüzlendirmeli etanol içeren adeziv (Clearfil S₃, Kuraray) + kompozit rezin (Clearfil APX, Kuraray)

Grup 2: Tek aşamalı kendinden pürüzlendirmeli etanol içeren adeziv (Clearfil S₃, Kuraray) + kompozit rezin (Premise, Kerr)

Grup 3: Tek aşamalı kendinden pürüzlendirmeli aseton ve etanol içeren adeziv (Optibond All-In-One, Kerr) + kompozit rezin (Clearfil APX, Kuraray)

Grup 4: Tek aşamalı kendinden pürüzlendirmeli aseton ve etanol içeren adeziv (Optibond All-In-One, Kerr) + kompozit rezin (Premise, Kerr).

Dişler daha sonra kompozit dentin ara yüzeyine dik, bağlantı alanı yaklaşık 1mm² olacak şekilde kesildi (Mecatome T201A, Pressi, Fransa)(Resim 1) ve kompozit-dentinden oluşan çubuk şeklinde, her grupta 20 adet olacak şekilde numuneler elde edildi. Numuneler siyanoakrilat adeziv (Zapit, Dental Ventures of America, Corona, CA, Amerika) ile mikrotensile test cihazına (Micro Tensile Tester T-61010 K, Bisco, Amerika) yapıştırıldı (Resim 2) ve örneklere kopma olana kadar 1mm/dk hız ile gerilim uygulandı. Kopma esnasında tespit edilen gerilim dayanımı Newton cinsinden kaydedildi ve MPa çevrildi.

Elde edilen değerler varyans analizi ve Tukey testi kullanılarak karşılaştırıldı (p=0.05). Numunelerdeki kırılma yüzeyleri ışık mikroskobu (SZ-PT Olympus, Japonya) altında incelenerek adeziv, koheziv ve karışık olmak üzere üç farklı şekilde gruplandırıldı.

Bulgular

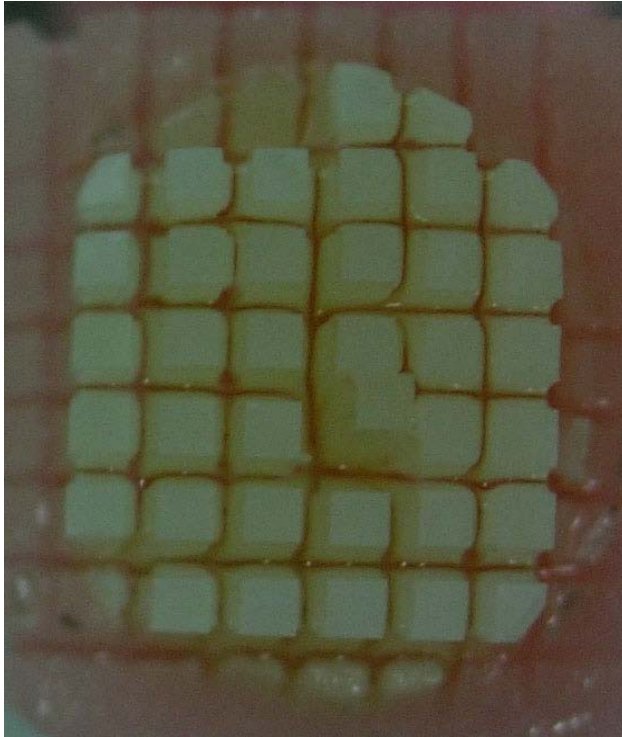
Elde edilen verilere göre grupların ortalama mikrogerilim bağlanma dayanımları Grafik 1'de, gruplar arası istatistiksel farklılık ve standart sapmaları Tablo 2'de gösterilmiştir. Verilere göre adeziv sistemler karşılaştırıldığında aseton ve etanol içeren adeziv (Optibond All-In-One) kullanılan gruplar, yalnızca etanol içeren adeziv (Clearfil S₃) kullanılan gruplara göre daha yüksek bağlanma dayanımı değerleri göstermiştir (p = 0.000). Clearfil S₃ bond ve farklı kompozitlerin kullanıldığı 1. grup (Clearfil APX) ve 2. grup (Premise) karşılaştırıldığında 1. grupta yüksek bağlanma dayanımı elde edilmesine rağmen iki

grup arasında istatistiksel farklılık tespit edilmemiştir ($p=0.853$).

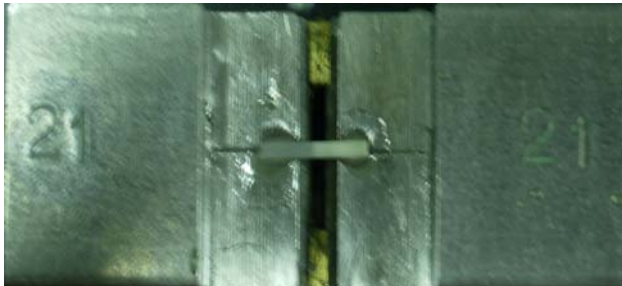
Aynı şekilde Optibond All-In-One ile farklı kompozitlerin kullanıldığı 3. grup (Clearfil APX) ve 4. grup (Premise) karşılaştırıldığında, 4. grup istatistiksel olarak belirgin düzeyde yüksek bağlanma dayanımı değerleri göstermiştir ($p=0.013$) (Resim 3).

Aynı üretici firmaya ait adeziv ve kompozit rezinin birlikte kullanıldığı gruplar daha yüksek bağlanma dayanımı değerleri göstermiştir.

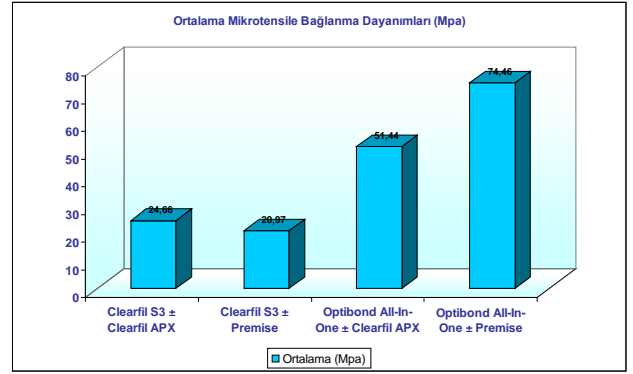
Mikrogerilim testi uygulandıktan sonra örneklerin kırılma tiplerinin incelenmesi sonucunda elde edilen bulgular Tablo 3'de görülmektedir. Bütün gruplarda örnekler en fazla adeziv kırılma göstermiştir.



Resim 1. 1 mm²'lik kesitlerin elde edilmesi



Resim 2. Kesitlerin mikrotensile test cihazına yapılandırılması



Resim 3. Grupların ortalama mikrogerilim bağlanma dayanım değerlerinin dağılımı. Devamlı çizgiler adeziv sistemler arasındaki farkı, kesikli çizgiler adeziv sistemler üzerinde kullanılan kompozit materyaller arasındaki farkı göstermektedir.

Tartışma

Kompozit rezinlerin mekanik özelliklerindeki gelişmeler, bu materyallerin klinikte daha sık kullanılmalarına yol açmıştır(8). Kompozit rezinler diş yüzeylerine mikromekanik olarak bağlanmaktadır. İki aşamalı ve tek aşamalı uygulanabilen kendinden pürüzlendiren bağlayıcılar mikromekanik olarak dentine bağlanmada alternatif bir yaklaşım getirmektedir(9). Bu adeziv sistemler smear tabakayı uzaklaştırmadan, içene alarak bir hibrit tabakası oluştururlar(10). Kuru dentin yüzeylerine uygulanabilmeleri, karışma aşamasından sonra yıkama ve kurutma gerektirmeyen tek seferde kullanımları klinikte kolaylık sağlamaktadır(11). En son üretilen kendinden pürüzlendiren bağlayıcılarda karıştırma aşaması da ortadan kaldırılmış; rezin monomer, fotoinisiyator, tersiyeramin hızlandırıcıları tek şişede toplanmıştır(1). Günümüzde farklı kimyasal yapıya sahip çok sayıda tek aşamalı kendinden pürüzlendiren adeziv bulunmaktadır. Bu çalışmada farklı hidrofilik taşıyıcıya sahip (etanol, aseton-etanol) iki farklı kendinden pürüzlendiren adeziv sistemin bağlanma dayanımları karşılaştırılmıştır.

Bağlanma dayanımını ölçen testler kolay ve hızlı yapılabilen testlerdir. Bağlanma dayanımı testleri çoğunlukla mine ve dentine bağlanmış kompozitin çekme ve kopma stresleri ölçülerek yapılmaktadır(1). Son yıllarda geliştirilen mikrotensile test yönteminin klasik yöntemlere göre çok sayıda avantajının bulunması, adezivlerin bağlanma dayanımının

ölçümünde bu yöntemin daha çok tercih edilmesine yol açmıştır(13). Mikrogerilim test metodunda düşük hızda çalışan elmas separe ile tek bir diştten 1mm²'lik çok sayıda seri kesitler alınır(5).

Örneklerin küçük yüzey alanına sahip olmaları kuvvet uygulaması sırasında stres dağılımının daha homojen olmasına yol açar. Ayrıca tek bir diştten çok fazla örnek alınabilmesi tek bir diştin ortalama ve varyans değerlerinin hesaplanabilmesini sağlar(6). Bu avantajlarından dolayı farklı içeriklere sahip iki ayrı kendinden pürüzlendiren adezivin karşılaştırıldığı bu çalışmada mikrogerilim test yöntemi tercih edilmiştir.

Adeziv restoratif materyallerin dişt yüzeyine bağlanması esas olarak inorganik dişt yapısı ile sentetik rezinin yer değiştirmesiyle oluşan hibrit tabakayla gerçekleşir(9). Hibrit tabakanın kalınlığı ile adezivlerin bağlanma dayanımı arasında ilişki olmadığı çok sayıda çalışmada bildirilmiştir(14,15). Ancak hibrit tabakanın kalitesinin bağlanma dayanımı üzerine etkisi olduğu da bilinmektedir(16,17). Adezivlerin vizkozitesini düşürerek yayılımını arttırmak amacıyla içeriklerine hidrofilik taşıyıcı olarak aseton ve/veya etanol gibi taşıyıcılar eklenmektedir. Ancak adezivin polimerize edilmesinden önce bu içeriklerin hava ile uzaklaştırılmaları gerektiği aksi takdirde bu içeriklerin hibrit tabaka içinde boşluklara yol açarak bağlanmayı olumsuz etkileyecekleri bildirilmiştir(18,19).

Bu çalışmada hidrofilik çözücü olarak aseton ve etanol bulunduran Optibond All-In-One, sadece etanol bulunduran Clearfil S₃'e göre belirgin düzeyde daha yüksek bağlanma dayanımı değerleri göstermiştir. İki farklı kendinden pürüzlendiren adeziv sistem arasında tespit edilen bu farklılık hidrofilik çözücü içeriklerindeki farklılığa bağlı olabileceği gibi, uygulanma şekillerindeki farklılığı da bağlı olabilir. Bu çalışmada, Clearfil S₃ dentin yüzeylerine üretici firma önerileri doğrultusunda tek kat uygulanırken, Optibond All-In-One dentin yüzeylerine yine firma önerisi doğrultusunda iki kat uygulanmıştır. Adeziv sistemlerin birden fazla kat uygulanarak bağlanma dayanımında artışın tespit edildiği çalışmalar bulunmaktadır(20,21).

Nanosızıntı çalışmalarında da tek aşamalı kendinden pürüzlendiren adeziv sistemler ile şekillenen hibrit tabaka içindeki oldukça fazla görülen su ağaçlarının (water –

tree), aynı adezivlerin birkaç kat fazla uygulanmalarıyla azaldığı belirtilmiştir(19). Tay(19) bu bilgiler doğrultusunda tek aşamalı kendinden pürüzlendiren adezivlerin bir kaç kat uygulanmasının faydalı olacağını belirtmiştir.

Bu çalışmada tespit edilen bir diğer bulgu ise adeziv sistemlerin kendi firmalarına ait kompozitlerle kullanıldıklarında daha yüksek bağlanma dayanımı değeri gösterdikleridir. Bu sonuç her firmanın kendi ürettiği kompozit ve adezivin kimyasal yapılarının uyumlu olmasına bağlanabilir.

Mikrogerilim bağlanma dayanım testinden sonra kırılma tipleri genellikle ışık mikroskobu ile kabaca tanımlanabilmektedir. Olio(22) bağlanma dayanımı testleri sonrası kırılma tipinin belirlenmesinin önemli olduğunu bildirmiştir. Pashley(13) koheziv ayrılmaların materyal içindeki ayrılmalar olduğunu ve bağlanma dayanımının doğru şekilde değerlendirilmesini engellediğini bildirmiştir.

Schreiner ve ark.(23) mikrogerilim bağlanma dayanımı testi sonrası örneklerde daha çok adeziv kırılma tipi gözlemlendiğini ileri sürmüştür. Araştırmacılar bu sonucu, mikrogerilim test yönteminin arayüz bağlanma dayanımını daha iyi test ettiği şeklinde yorumlamışlardır(13,23). Bu çalışmada da gerilim testi sonrası örnekler ışık mikroskobu altında incelenmiş ve daha çok adeziv başarısızlıklar tespit edilmiştir. Örneklerde bağlayıcı sistemler içinde görülen ayrılmaların daha fazla olması, bağlanma dayanımlarının doğru bir şekilde ölçüldüğünü göstermektedir.

Bu çalışmada kullanılan bütün adeziv kompozit kombinasyonlarında yeterli düzeyde bağlanma dayanımı sağlanmıştır. Ancak, bu *in vitro* çalışma koşulları doğrultusunda hidrofilik taşıyıcı olarak aseton ve etanol içeren adeziv sistemin bağlanma dayanımı değerlerinin yalnızca etanol içeren adeziv sisteme göre daha yüksek olduğu, adeziv sistemlerin, üretici firmaların önerdiği kompozit rezinlerle kullanılmalarının bağlanma dayanım değerlerini artırdığı söylenebilir.

Materyaller	Tip	Üretici firma
Clearfil S ₃	Tek aşamalı etanol içeren kendinden pürüzlendiren adeziv	Kuraray Co. Ltd, Osaka, Japonya
Clearfil APX	Mikrohibrit kompozit	Kuraray Co. Ltd, Osaka, Japonya
Optibond All-In-One	Tek aşamalı aseton ve etanol içeren kendinden pürüzlendiren adeziv	Kerr, Orange, CA, Amerika
Premise	Nanodolduruculu kompozit	Kerr, Orange, CA, Amerika

Tablo 1. Çalışmada kullanılan adeziv sistemler ve kompozit materyaller.

Gruplar	n	Ortalama	Std. Sapma	Min.	Max.
Grup 1 (Clearfil S ₃ ± Clearfil APX)	20	24,66 MPa	12,30	9,12 MPa	50,06 MPa
Grup 2 (Clearfil S ₃ ± Premise)	20	20,97 MPa	6,54	7,64 MPa	31,73 MPa
Grup 3 (Optibond All-In-One ± Clearfil APX)	20	51,44 MPa	19,28	18,89 MPa	85,90 MPa
Grup 4 (Optibond All-In-One ± Premise)	20	74,46 MPa	23,15	41,23 MPa	102,02 MPa

Tablo 2. Grupların mikrogerilim bağlanma dayanım değerleri.

Gruplar	n	Adeziv	Koheziv	Karışık
Grup 1	20	17	2	1
Grup 2	20	18	1	1
Grup 3	20	14	3	3
Grup 4	20	14	4	2

Tablo 3: Mikrogerilim test örneklerin kırılma şekilleri.

Kaynaklar

- 1- Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M. et al. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Oper Dent* 2003; 28:215-235.
- 2- Lopes GC, Baratieri LN, Andrada MAC, Vieira LCC. Dental adhesion: Present state of the art and future perspectives. *Quint Int* 2002; 33: 213-224.
- 3- Kanca J. Effect of resin primer solvents and surface wetness on resin composite bond strength to dentin. *Am J Dent* 1992; 5: 213-5.
- 4- Pashley DH, Sano H, Ciucchi B, Yoshiyama M, Carvalho RM. Adhesion testing of dentin bonding agents: A review. *Dent Mater* 1995; 11: 117-125.
- 5- Sano H, Shono T, Sonoda H, Takatsu T, Ciucchi B. et al. Relationship between surface area for adhesion and tensile bond strength- Evaluation of a microtensile bond test. *Dent Mater* 1994;10:236-240.
- 6- Shono Y, Ogawa T, Terashita M, Carvalho RM, Pashley EL. et al. Regional measurement of resin dentin bonding as an array. *J Dent Res* 1999; 78: 699-705.
- 7- Jacobsen T, Söderholm KJ. Effect of primer solvent, primer agitation, and dentin dryness on shear bond strength to dentin. *Am J Dent* 1998; 11: 225-8.
- 8- Manhart J, Kunzelmann KH, Chen HY, Hickel R. Mechanical properties and wear behavior of light-cured packable composite resins. *Dent Mater* 2000; 16: 33-40.
- 9- De Munck J, Van Landuyt K, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P. et al. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. *J Dent Res* 2005; 84: 118-132.
- 10- Pashley DH, Carvalho RM. Dentin permeability and dentin adhesion. *J Dent* 1997; 25: 355-372.
- 11- Tay FR, Pashley DH. Resin bonding to cervical sclerotic dentin: A review. *J Dent* 2004; 32: 173-196.
- 12- Gwinnett AJ, Tay FR, Pang KM, Wei SH. Quantitative contribution of the collagen network in dentin hybridization. *Am J Dent* 1996; 9: 140-144.
- 13- Pashley DH, Carvalho RM, Sano H, Nakajima M, Yoshiyama M. et al. The microtensile bond test: A review. *J Adhes Dent* 1999; 1: 299-309.
- 14- Gwinnett AJ, Tay FR, Pang KM, Wei SH. Quantitative contribution of the collagen network in dentin hybridization. *Am J Dent* 1996; 9: 140-144.
- 15- Finger WJ, Inoue M, Asmussen E. Effect of wettability of adhesive resins on bonding to dentin. *Am J Dent* 1994; 7: 35-8.

- 16- Silva AFL, Lima DANL, Souza GMD, Santos CTD, Paulillo LAMS. Influence of additional adhesive application on the microtensile bond strength of adhesive systems. *Oper Dent* 2006; 31: 562-568.
- 17- Brackett WW, Ito S, Tay FR, Haisch LD, Pashley DH. Microtensile dentin bond strength of self-etching resins: effect of a hydrophobic layer. *Oper Dent* 2005; 30: 733-738.
- 18- Miyazaki M, Platt JA, Onose H, Moore BK. Influence of dentine primer application methods on dentin bond strength. *Oper Dent* 1996; 21: 167-72.
- 19- Tay FR, Pashley DH, Suh BL, Hiraishi N, Yiu CKY. Water treeing in simplified dentin adhesives-Deja vu? *Oper Dent* 2005; 30: 561-579.
- 20- Pashley EL, Agee KA, Pashley DH, Tay FR. Effects of one versus two application of an unfilled, all-in one adhesive on dentin bonding. *J Dent* 2002; 30: 83-90.
- 21- Hashimoto M, Sano H, Yoshida E, Hori M, Kaga M. et al. Effects of multiple adhesive coatings on dentin bonding. *Oper Dent* 2004; 29: 416-23.
- 22- Olio G. Biodegradation of dental composites glass ionomer cements. *Adv Dent Res* 1992; 6:50-54.
- 23- Schreiner RF, Chappell RP, Glaros AG, Eick JD. Microtensile testing of dentin adhesives. *Dent Mater* 1998; 14: 194-201.