

Özgün araştırma makalesi

Lazer kullanımının koronal dentin üzerine uygulanan adezivlerin bağlanma dayanımı üzerine etkilerinin incelenmesi

Zeliha Gonca Bek Kürklü,^{1*} Emin Türköz²

¹Başkent Üniversitesi Adana Araştırma ve Uygulama Merkezi, Adana, ²Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ankara, Türkiye

ÖZET

AMAÇ: Er:YAG lazer, diş hekimliğinde frezlerin yerine kullanılmasına çalışılsa da adezivlerin dentine bağlanmasında frez preparasyonları kadar iyi sonuç vermemektedir. Bu çalışmada, Er:YAG lazerle prepare edilmiş dentin yüzeylerine uygulanan dört farklı adezivin (Scotchbond Multi-Purpose, Adper Single Bond, Clearfil SE Bond ve Clearfil S3 Bond) Nd:YAG lazer uygulanarak ısıtılmasıyla, koronal dentine bağlanma dayanımlarında bir farklılık olup olmadığının incelenmesi ve frezle prepare edilmiş yüzeylerdeki bağlanma dayanımlarıyla kıyaslanması amaçlanmıştır.

GEREÇ VE YÖNTEM: Araştırmada koronal dentin, tungsten karbid frez veya Er:YAG lazer ile hazırlandı. Er:YAG lazer grubundaki dişlerin bir kısmına uygulanan adezivler polimerizasyondan önce Nd:YAG lazer (100 mJ, 10 Hz) uygulanarak ısıtıldı. Grupların bağlanma dayanımı mikrogerilim testi ile incelendi.

BULGULAR: Frez gruplarının mikrogerilim dayanımlarının Er:YAG lazer gruplarından iyi olduğu görüldü. Nd:YAG lazer uygulamasının bütün adezivlerde bağlanma dayanımını arttırdığı, nominal olarak daha düşük değerler elde edilse de frez gruplarıyla aradaki istatistiksel anlamlı farklılığın ortadan kalktığı saptandı. SEM incelemelerinde koronal dentinde adeziv üzerine polimerizasyondan önce Nd:YAG lazer uygulamasının adezivin tübül penetrasyon derinliğini arttırdığı gözlemlendi.

SONUÇ: Bu çalışmanın sonunda adezivin ısıtılmasının dentine bağlanma dayanımını geliştirdiği bulundu.

ANAHTAR KELİMELER: Bağlanma dayanımı; bağlayıcı, dental; dentin; dental adezivler; Nd-YAG lazerler

KAYNAK GÖSTERMEK İÇİN: Bek Kürklü ZG, Türköz E. Lazer kullanımının koronal dentin üzerine uygulanan adezivlerin bağlanma dayanımı üzerine etkilerinin incelenmesi. *Acta Odontol Turc* 2013;30(2):59-69.

Makale gönderiliş tarihi: 13 Eylül 2012; Yayına kabul tarihi: 06 Şubat 2013
*İletişim: Zeliha Gonca Bek Kürklü, Başkent Üniversitesi Adana Araştırma ve Uygulama Merkezi, Kışla Yerleşkesi, Ağız ve Diş Sağlığı Polikliniği, Yüreğir, Adana, Türkiye;
e-posta: goncabek@mynet.com

[Abstract in English is at the end of the manuscript]

GİRİŞ

Günümüzde gelişen teknoloji, diş hekimliğine uyarlanarak daha kaliteli ve sonuç olarak daha güvenli tedavilere doğru bir yön verilmeye çalışılmaktadır.

Restoratif diş hekimliği, yeni materyallerin bulunması, yeni çürük temizleme ve kavite preparasyonu yöntemlerinin gelişmesiyle sürekli ilerlemektedir. Diş tedavisinde, 'minimal invaziv tedavi' yaklaşımları günümüzde ön planda bulunmaktadır. Minimal invaziv tedavi yöntemleriyle birlikte diş sert dokularının mümkün olduğunca korunmaya çalışılması, araştırmacıları daha konservatif olan lazer ve adeziv sistemlerinin kullanımına yönlendirmiştir.

Adeziv restorasyonların klinik başarısının sağlanmasında, estetik restoratif materyaller ile diş yapısı arasında güçlü bir bağlanma oluşması restorasyonun uzun ömürlü olması için çok önemlidir. Zayıf bağlanma restorasyon ile diş arasında önlenemeyen mikrosızıntı ve devamında kavite duvarında renkleşme, sekonder çürükler, postoperatif ağrı ve pulpa iltihabı gibi komplikasyonları oluşturabilmektedir. İleri durumlarda ise restoratif materyalde kırılmalar ve restorasyon kaybı görülebilmektedir. Bu nedenle ideal bir restoratif materyal, diş dokularına iyi bir adezyon ile bağlanarak mikrosızıntıyı önlemelidir. ¹

Tutunmanın en önemli kilometre taşlarından başlıcası adeziv teknolojisidir. Adezivin uygulama yüzeyindeki hazırlıklar kadar, adezivlerin kendilerine ait özellikleri de sonuç üzerinde etki sahibidir.

Viskozite, bir sıvının molekülleri arasındaki iç sürtünme nedeniyle akmaya karşı gösterdiği dirençtir. Adezivin akmaya karşı gösterdiği direnç de adezivin viskozitesidir. Viskozite akışkanlığın tersidir (viskozite= 1/akışkanlık). Oda sıcaklığında suya kıyasla daha zor yayılan (viskozitesi daha yüksek olan) adezivlerin akışkanlığı ısıtıldıkça artar, diğer bir deyişle viskozitesi azalır. ²

Günümüzde kompozit rezinin viskozitesi sonik enerjiyle azaltılarak tek tabaka şeklinde uygulama imkanı veren, adaptasyonu yüksek, düşük polimerizas-

yon büzülmesi sağlamayı hedefleyen sistemler geliştirilmeye başlanmıştır (Sonicfill System, Kerr Corp., Orange, CA, ABD). Lazer teknolojileri kliniğimize birçok amaçla girmiştir.

FDA, kavite preparasyonları için Er:YAG lazer kullanımını 1997'de onaylamıştır. Bütün orta-kızıl ötesi ışın yayınlayan lazerler içinde suyun emilim bant genişliği ile iyi bir uyum sağlayan 2490 nm dalga boyundaki Er:YAG lazerler, su tarafından emilimi en yüksek olanlardır. OH- gruplarında da maksimum soğurma sağladığından mine ve dentinde çok rahat kavite açarken hasta tedavi esnasında hiçbir acı veya ağrı hissetmemektedir. En önemlisi, lazerin yüksek hızlı türbinlere kıyasla kavite açma sırasında hasta rahatını etkileyen ses ve vibrasyon oluşturmamasıdır. Ama Er:YAG lazer, diş hekimliğinde frezlerin yerine kullanılmaya çalışılsa da adezivlerin dentine bağlanmasında frez preparasyonları kadar iyi sonuç vermemektedir. Bu çalışmada, Er:YAG lazerle prepare edilmiş dentin yüzeylerine uygulanan üç aşamalı bir asitle pürüzlendirmeli adezivin, iki aşamalı bir asitle pürüzlendirmeli adezivin, iki aşamalı bir kendinden pürüzlendirmeli primerin ve tek aşamalı bir kendinden pürüzlendirmeli adezivin Nd:YAG lazer uygulanarak ısıtılmasıyla, koronal dentine bağlanma dayanımlarında bir farklılık olup olmadığının incelenmesi ve frezle prepare edilmiş yüzeylerdeki bağlanma dayanımlarıyla kıyaslanması amaçlanmıştır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Koronal dentinden örnek hazırlamak için yeni çekilmiş çürüksüz 112 adet üçüncü büyük azı dişi kullanıldı. Dişlerin çekimden hemen sonra üzerindeki artıklar bir periodontal kretuvar yardımıyla temizlendi. Temizlenen dişler elmas separe (Horico, Diament Instrumente, Berlin, Almanya) ile dişlerin uzun aksına dik ve oklüzal pütün 2 mm apikalinden geçecek şekilde kesilerek oklüzal mine tamamen kaldırıldı. Çalışmada minenin kaldırılmasıyla açığa çıkan yüzeyel dentin kullanıldı. Dentin yüzeyinde homojen kalınlıkta bir smear tabaka oluşturabilmek için, oklüzal yüzeyler sırasıyla 240, 400, 600 ve 800 grit silikon karbid zımpara kağıtlar (Mecapol P 230, Presi, Grenoble, Fransa) yardımıyla ve su irrigasyonu altında düzleştirildi. Hazırlanan örnekler rastgele üç gruba ayrıldı. İlk gruptaki 32 dişin dentin yüzeyleri su altında tungsten karbid frez (Diatech, Coltene, Altstätten, İsviçre) ile işlem yapılarak hazırlandı. İkinci gruptaki 32 ve üçüncü gruptaki 48 dişin dentin yüzeylerine standart bir etki yaratmak için operasyon mikroskopu (OPMI@pico, Carl Zeiss Inc., Oberkochen, Almanya) yardımıyla 250 mJ/atım çıkış enerjisinde, 4 Hz frekansında ve fokal mesafe 10 mm olacak şekilde kalibre edilen Er:YAG lazer (KaVo Key 3, hand- piece 2060™, KaVo Dental, Biberach, Almanya) tek atış yapılarak hazırlandı.

1. Gruptaki 32 diş, her alt grupta 8 diş olacak şekilde 4 alt gruba ayrıldı.
2. Gruptaki 32 diş, her alt grupta 8 diş olacak şekilde 4 alt gruba ayrıldı.
3. Gruptaki 48 diş ise yine sekizerli 6 alt gruba ayrıldı.

Primer ve bond ayrı şişelerde olan adezivlerin primerine veya bonduna 100 mJ/atım çıkış enerjisinde, 10 Hz frekansında, fokal mesafe 2 mm olacak şekilde 400 nm fiber optik kablo yardımıyla Nd:YAG lazer (American Dental Technologies, Pulse Master 600 IQ, Southfield, MI, ABD) uygulandı. Adeziv sistemlerin, içerikleri ve her bir gruptaki uygulama şekilleri Tablo 1'de verilmektedir.

Dişlerde kullanılan adezivlerden Adper Scotchbond Multi-Purpose (SMP) ve Adper Single Bond (SB) üzerine kendi firmalarına ait olan kompozit rezin olan Filtek Z50 Universal (3M ESPE, St. Paul, MN, ABD) ve Clearfil SE Bond (CSE) ve Clearfil S³ Bond (CS³) üzerine yine kendi firmalarına ait olan kompozit rezin Clearfil Majesty Posterior (Kuraray, Okayama, Japonya) ile tabakalama tekniği kullanılarak 2'şer mm kalınlığında iki tabaka olarak yerleştirildi ve her tabaka 40 sn görünür mavi ışıkla polimerize edildi.

Mikrogerilim Bağlanma Dayanımı Testi

Hazırlanan grupların her birinden beş adet diş (n=70) mikrogerilim bağlanma dayanımı testi için kullanıldı. Restorasyonları bitirilmiş dişler akrilik bloklara gömüldü ve 24 saat 37°C'de distile su içinde bekletildi. Örneklerden dişin uzun aksına paralel olacak şekilde bukkal yüzden başlayarak düşük hızlı (300 rpm) kesme cihazı (Mecatome T201A, Presi) ile yaklaşık 1 mm genişliğinde seri kesitler alındı. Kesitlerin derinliği kron-kök birleşimine kadar uzatıldı. Daha sonra aynı örnek üzerinde bu sefer mezialden başlayarak 1 mm genişliğinde seri kesitler alındı. Böylece yaklaşık 1x1 mm ebatlarında çubuklar elde edildi. Tüm laboratuvar işlemleri süresince kesitler distile su ile dolu kapalı bir kutuda saklandı. Her gruptan 12-20 örnek mikrogerilim bağlanma dayanım testine tabii tutuldu. Universal test makinesine (Micro Tensile Tester, T-61010K, Bisco, Schaumburg, IL, ABD) monte edilmiş bir test apareyine siyano akrilat yapıştırıcı ile sabitlenen örneklere 1 mm/dakikalık kuvvetler ile kopma oluncaya kadar çekme kuvveti uygulandı. Dört farklı adeziv sistemin mikrogerilim bağlanma dayanım değerleri ölçüldü. Cihazın Newton (N) olarak gösterdiği kopma anındaki kuvvet, çubukların kompozit-dentin bağlanma yüzeyinin alanına bölünerek Megapaskal (MPa) cinsinden kaydedildi.

Kopma Tipinin Belirlenmesi

Mikrogerilim bağlanma testi sonrasındaki kopma tipini belirlemek amacıyla örnekler ışık mikroskopunda (Nikon

Eclipse E600, Tokyo, Japonya) 100X büyütmede incelendi. Kopma tipleri 4 tipe tanımlandı.

Tip 1: Adeziv dentin veya kompozit materyalden kopması (adeziv kopma).

Tip 2: Adeziv koparken dentin veya kompozit materyalden bir parçayı da beraberinde koparması (karışık kopma).

Tip 3: Dentinin kendi içindeki kopma (dentin koheziv).

Tip 4: Kompozit materyalin kendi içindeki kopma (kompozit koheziv).

İstatistiksel Analizler

Mikrogerilim bağlanma dayanımı testi sonucu elde edilen verilerin istatistiksel değerlendirmesi tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve Tukey çoklu karşılaştırma ile yapıldı.

Kopma tipi verilerinin istatistiksel değerlendirmesi ise çapraz tablo ve ki-kare analizi (SPSS 15.0 for Windows, SPSS Inc., Chicago, IL, ABD) ile yapıldı.

Tarama Elektron Mikroskopu (SEM)

Hazırlanan grupların her birinden 3 adet diş (n=42) SEM incelemesi için kullanıldı. Hazırlanan dişler adeziv yüzeye dik olacak şekilde kırıldı. Bukkolingual yönde kırılmayı kolaylaştırması ve dişlere daha az stres uygulanması amacı ile dişlerin koronalinin bukkal ve lingual yüzeylerine düşük turlu motora takılan elmas separe yardımıyla çentikler açıldı. Bu çentiklere yerleştirilen spatüle hafif kuvvet uygulandı ve dişler kırılarak ikiye ayrıldı. Kırık yüzeylerin tesviye ve polisaj işlemleri, 200 devir/dk arasında sabit hızla sırası ile 240, 400, 800 ve 1200 gritlik zımpara kâğıtlarıyla su altında zımparalama ve parlatma cihazı ile yapıldı. Tesviye ve polisajları yapılmış kırık yüzeyler 5 N HCl asit ile 60 sn muamele edildi ve 5 dk akan su altında yıkandı. Daha sonra %1'lik NaOCl ile 10 dk muamele edildi ve 5 dk akan su altında yıkandı. İncelenecek test örnekleri 24 saat kurumaya bırakıldıktan sonra vakum altında 100 Å kalınlığında altın kaplanarak SEM ile incelendi (Jeol, JSM-6490LV, Tokyo, Japonya).

BULGULAR

Mikrogerilim Bağlanma Dayanımı Bulguları

Bir dişten elde edilen çubukların kopma değerleri ortalamaları ve bundan esas alınarak yapılan analiz sonuçları Tablo 2'de ve bu sonuçların grafiksel görünümü Şekil 1'de verilmiştir.

Koronal dentinin frez kullanılarak hazırlandığı örneklerde en yüksek bağlanma dayanımı sırasıyla SB>SMP>CSE>CS³'dür. SB ve SMP, SMP ile CSE ve

SMP ile CS³ arasında istatistiksel fark yoktur (p>0.05). Öte yandan SB ile CSE ve SB ile CS³ arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak anlamlıdır (p<0.05).

Koronal dentinin lazer kullanılarak hazırlandığı örneklerde de bağlanma dayanımı sırası aynıdır ve SB>SMP>CSE>CS³ şeklindedir. Ayrıca burada gruplar arasında anlamlı bir fark yoktur (p>0.05).

Er:YAG lazer kullanılarak hazırlanan dentin yüzeylerine uygulanan adezivlerin üzerine polimerizasyondan önce Nd:YAG lazer uygulandığında bağlanma dayanımı sırası SB>SMP Bond>SMP Primer> CSE Bond> CSE Primer> CS³ şeklindedir. SB ile SMP arasında ve CSE ve CS³ arasında istatistiksel fark yoktur (p>0.05). SB ile CSE, SB ile CS³, SMP ile CSE ve SMP ile CS³ arasındaki farklılıklar anlamlıdır (p<0.05). Nd:YAG lazerin SMP ve CSE adezivleri üzerine uygulanma varyasyonlarında, bonda Nd:YAG lazer uygulaması primere uygulamadan daha yüksek bağlanma dayanımı göstermiştir ama anlamlı farklılık olmamıştır (p>0.05).

Kopma Tipi Bulguları

Dentinin Er:YAG lazerle veya tungsten karbid frezle hazırlanmasının kopma tipinde bir değişiklik yapıp yapmadığı incelendiğinde elde edilen veriler Tablo 3'de sunulmuştur.

CSE grubunda, frezle hazırlanan grupta %47.7 tip 1 kopma varken bu oran lazer gruplarında %63.6'ya yükselmiş ve tip 4 değerleri %40.0'dan %29.1'e ve tip 3 değerleri de %12.3'ten %3.6'ya düşmüştür. Bu değişim istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05).

SB'de, frezle hazırlanan grupta %44.6 tip 1 kopma varken bu oran lazer gruplarında %63.0'a yükselmiş, tip 2 değerleri %9.6'dan %1.1'e düşmüştür. Bu değişim de istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05).

CS³ grubunda, frezle hazırlanan grupta %96.1 tip 1 kopma varken lazer gruplarında %66.3'e düştüğü, tip 4 değerleri %0'dan %32.5'e yükseldiği görülmüştür. Burada da istatistiksel olarak anlamlı fark vardır (p<0.05).

SMP grubundaki, kopma tipleri arası değişim oranları istatistiksel olarak önemli değildir (p>0.05).

Adezivlerin üzerine Nd:YAG lazer uygulamasının kopma tipinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark yaratmadığı gözlenmiştir.

SEM Bulguları

Frez kullanılarak hazırlanan dentin örneklerine SB uygulandığında homojen hibrit tabaka ve geniş tabanlı huni biçimli rezin uzantılar gözlemlendi (Resim 1).

Er:YAG lazer kullanılarak hazırlanan dentin örneklerine SB uygulandığında homojen hibrit tabaka ve frez uygulanan dentin örneklerine göre daha yoğun, tabanı dar huni biçimli, kalın rezin uzantılara rastlandı (Resim 2).

Tablo 2. Ortalama mikrogerilim bağlanma dayanımı değerleri (MPa).

Uygulamalar	Ort	Std. Sap.	Tukey altkümüleri*
L_CS ³	14.85	1.85	a
L_CS ³ _I+	18.90	3.16	ab
L_CSE	20.32	2.91	abc
L_SMP	20.61	0.88	abc
L_SB	20.70	1.31	abc
L_CSE_pl+	21.45	1.93	bcd
L_CSE_bl+	22.76	1.73	bcde
F_CS ³	23.99	7.14	bcde
F_CSE	27.31	1.77	cdef
L_SMP_pl+	28.24	3.39	def
F_SMP	29.47	2.03	defg
L_SMP_bl+	29.57	3.04	efg
L_SB_I+	32.48	2.39	fg
F_SB	36.04	3.56	g

F: Frezle hazırlanmış dentin yüzeyi

L: Er:YAG lazerle hazırlanmış dentin yüzeyi

pl+: Primer üzerine Nd:YAG lazer uygulaması

bl+: Bond üzerine Nd:YAG lazer uygulaması

I+: adeziv üzerine Nd:YAG lazer uygulaması

*Tukey'in post-hoc testi homojen altkümülerdeki farklılıklar. Aynı harf ile etiketlenmiş herhangi iki tedavi grubu arasında 0.05 anlamlılık düzeyinde anlamlı bir fark yoktur, dolayısıyla onlar homojen bir alt kümesini oluşturur.

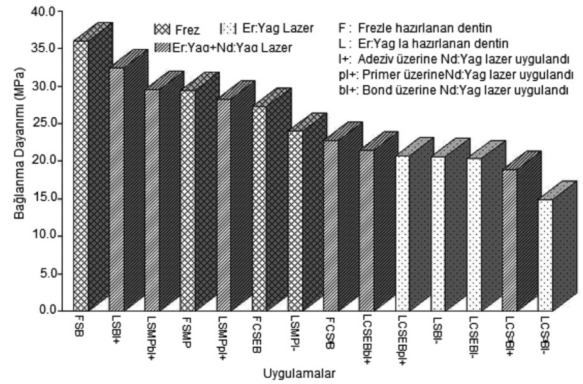
Er:YAG lazer kullanılarak hazırlanan dentin örneklerine SB üzerine polimerizasyondan önce Nd:YAG lazer uygulandığında orta kalınlıkta hibrit tabaka ve uzun rezin uzantılar gözlemlenmiştir (Resim 3).

Frez kullanılarak hazırlanan dentin örneklerine SMP uygulandığında orta kalınlıkta bir hibrit tabaka ve kalın, huni biçimli rezin uzantılar gözlemlendi (Resim 4).

Er:YAG lazer kullanılarak hazırlanan dentin örneklerine SMP uygulandığında ince bir hibrit tabaka ve dentin yüzeyinde devamlılık göstermeyen kalın, huni biçimli rezin uzantılara rastlandı (Resim 5).

Er:YAG lazer kullanılarak hazırlanan dentin örneklerine SMP bondu üzerine polimerizasyon öncesi Nd:YAG lazer uygulandığında rezin uzantıların boylarının uzadığı ve lateral dallanmaların çok sayıda arttığı gözlemlenmiştir. Kollajen fibriller arasında yok denecek kadar az boşluklara rastlandı (Resim 6).

Er:YAG lazer kullanılarak hazırlanan dentin örneklerine SMP'nin primeri üzerine polimerizasyon öncesi Nd:YAG lazer uygulandığında rezin uzantıların boylarının uzadığı ve lateral dallanmaların çok sayıda arttığı gözlemlenmiştir (Resim 7).

**Şekil 1.** Mikrogerilim bağlanma dayanımı test sonuçlarının grafiksel görünümüleri**Tablo 3.** Tungsten karbid frez ve Er:YAG lazerle hazırlanmış dentin yüzeylerindeki kopma tipi oranları

Uygulamalar			Kopma tipleri*			
			Adeziv	KK	DK	Karışık
CSE	Er:YAG	n	35.0	2.0	2.0	16.0
		%	63.6	3.6	3.6	29.1
	Frez	n	31.0	0.0	8.0	26.0
		%	47.7	0.0	12.3	40.0
SMP	Er:YAG	n	37.0	3.0	6.0	14.0
		%	61.7	5.0	10.0	23.3
	Frez	n	42.0	3.0	6.0	21.0
		%	58.3	4.2	8.3	29.2
SB	Er:YAG	n	58.0	1.0	5.0	28.0
		%	63.0	1.1	5.4	30.4
	Frez	n	37.0	8.0	9.0	29.0
		%	44.6	9.6	10.8	34.9
CS3	Er:YAG	n	53.0	0.0	1.0	26.0
		%	66.3	0.0	1.3	32.5
	Frez	n	49.0	1.0	1.0	0.0
		%	96.1	2.0	2.0	0.0

*Adeziv: adeziv kopma, KK: kompozit koheziv, DK: dentin koheziv, karışık: karışık kopma.

Frez kullanılarak hazırlanan dentin örneklerine CSE uygulandığında dentin yüzeyinde ince bir hibrit tabaka ve asitle dağlama yapılan adezivlere göre dar tabanlı, ince, uzun, silindirik rezin uzantılar gözlemlendi (Resim 8).

Er:YAG lazer kullanılarak hazırlanan dentin örneklerine CSE uygulandığında dentin yüzeyinde uzun, ince frezle hazırlanan dentin örneklerine göre az sayıda rezin uzantılara rastlandı ve ince bir hibrit tabaka gözlemlendi. Kollajen fibriller etrafında çok sayıda boşluklar oluştuğu gözlemlendi (Resim 9).

Er:YAG lazer kullanılarak hazırlanan dentin örneklerine CSE'nin bondu üzerine polimerizasyondan önce Nd:YAG lazer uygulandığında rezin uzantıların boylarının uzadığı ve sayılarının arttığı gözlemlenmiştir (Resim 10)

Er:YAG lazer kullanılarak hazırlanan dentin örneklerine CSE'nin primeri üzerine polimerizasyondan önce Nd:YAG lazer uygulandığında rezin uzantılarının boylarının uzadığı gözlemlenmiştir (Resim 11).

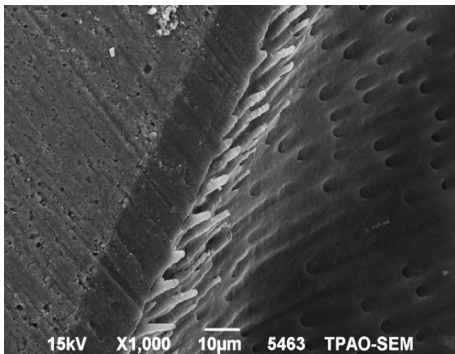
Frez kullanılarak hazırlanan dentin örneklerine CS³ uygulandığında kısa rezin uzantılar gözlemlendi. Dentinde meydana getirdiği demineralizasyon derinliğinin fazla olduğu ve en derin bölgelere kadar adeziv materyalinin ulaşmadığı görüldü. Kollajen fibriller etrafında çok sayıda boşluklar oluştuğu gözlemlendi (Resim 12).

Er:YAG lazer kullanılarak hazırlanan dentin örneklerine CS³ uygulandığında çok az sayıda ve kısa rezin uzantılara rastlanmıştır (Resim 13).

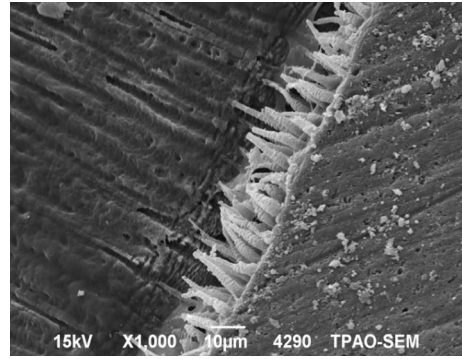
Er:YAG lazer kullanılarak hazırlanan dentin örneklerine CS³ üzerine polimerizasyon öncesi Nd:YAG lazer uygulandığında rezin uzantıların boylarının uzadığı gözlemlenmiştir. Ama adezivin homojen olarak yüzeyi örtmediği görülmektedir (Resim 14).

TARTIŞMA

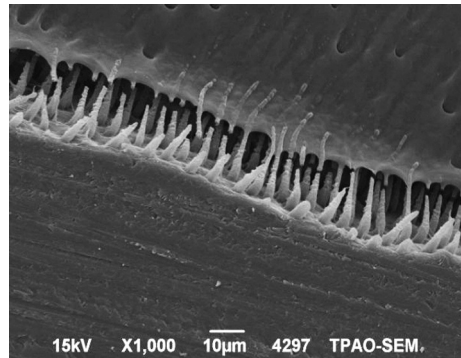
Kompozit rezinlerin diş hekimliği pratiğinde kullanımı, yeni geliştirilen restoratif materyaller ve bağlayıcı



Resim 1. Frez kullanılarak hazırlanan dentin örneklerine SB uygulaması (SEM görüntüsü)



Resim 2. Er:YAG lazer kullanılarak hazırlanan dentin örneklerine SB uygulaması (SEM görüntüsü)

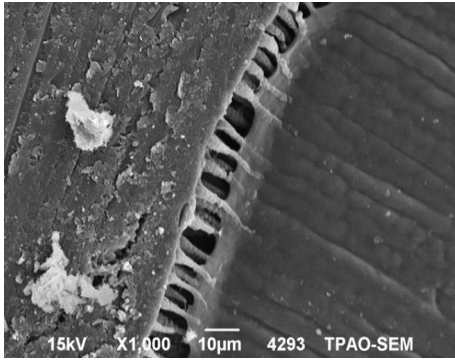


Resim 3. Er:YAG lazer kullanılarak hazırlanan dentin örneklerine SB üzerine polimerizasyondan önce Nd:YAG lazer uygulaması (SEM görüntüsü)

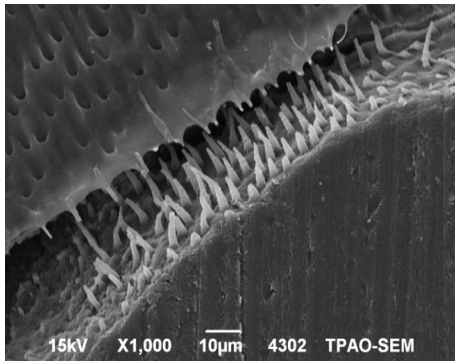
sistemlere bağlı olarak artış göstermiştir. Estetik restorasyon yapılırken, fiziksel yeterlilik de göz önünde bulundurulması gereken önemli hususlardandır. Bu bağlamda bağlanma dayanımı adeziv sistemlerinden beklenen en önemli özelliklerden biridir.

Son yıllarda diş sert dokularının hazırlanmasında lazer uygulaması gibi alternatif yöntemler üzerinde çalışılmaktadır. Lazerin en büyük avantajı, geleneksel yüksek ve düşük devirli motorların yerini alması, ağrı yaratmaması, titreşimi engellemesi, çoğu olguda lokal anestezi gerektirmeden preparasyon yapılabilmesi^{3,4} ve kavite preparasyonu sırasında dezenfeksiyon sağlamasıdır.⁵

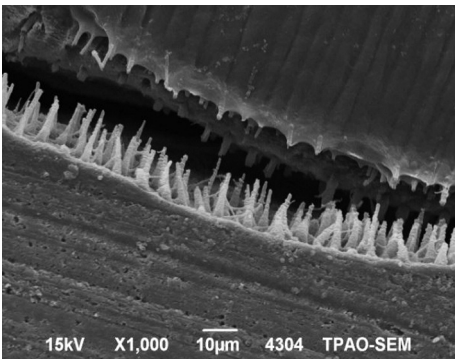
Bağlanma dayanımı testlerinde en yüksek bağlanma değerleri tungsten karbid frez kullanılarak hazırlanan örneklerden elde edildi. Er:YAG lazer kullanılarak hazırlanan dentin örneklerinde adeziv bağlanma dayanımı frez kullanılarak hazırlananlara göre daha düşük bulundu. SB uygulamaları, frezle hazırlanan dentin örneklerinde Er:YAG lazerle hazırlanan dentin örneklerine göre istatistiksel olarak anlamlı yüksek mikrogirilim bağlanma dayanımları vermiştir. Diğer adeziv gruplarında frezle



Resim 4. Frez kullanılarak hazırlanan dentin örneklerine SMP uygulanması (SEM görüntüsü)



Resim 5. Er:YAG lazer kullanılarak hazırlanan dentin örneklerine SMP uygulanması (SEM görüntüsü)

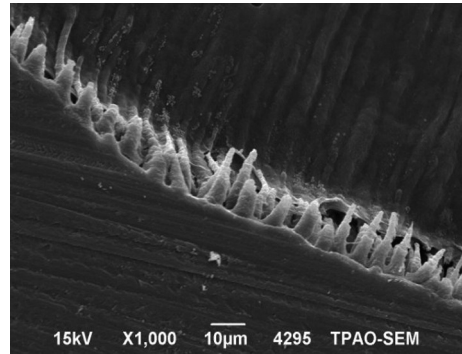


Resim 6. Er:YAG lazer kullanılarak hazırlanan dentin örneklerine SMP bondu üzerine polimerizasyon öncesi Nd:YAG lazer uygulaması (SEM görüntüsü)

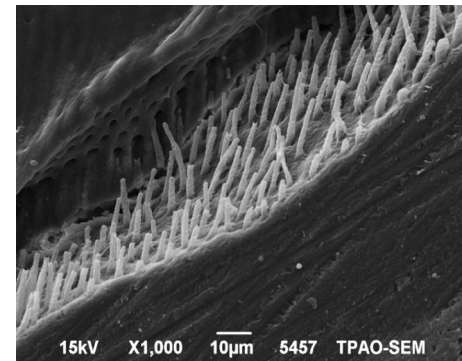
İki aşamalı asitle pürüzlendirmeli bir adeziv olan SB'nin üç aşamalı asitle pürüzlendirmeli bir adeziv olan SMP'den daha yüksek bağlanma dayanımı göstermesinin sebebi uygulama farklılığından kaynaklanıyor olabilir. Nemli bağlanmanın (wet bonding) adezivin bağlanma dayanımını arttırdığı birçok çalışmada bildirilmiştir.⁶ Ek adeziv tabaka uygulamaları da bağlanma dayanımını arttırmış olabilir.⁷ Bundan başka, SB'nin SMP bonduna göre daha akışkan olması, daha derine ve pürüzlere nüfus etmesine dolayısıyla bağlanma dayanımının arttırmasına neden olmuş olabilir.⁸

SB'nin CSE'den daha yüksek bağlanma dayanımı göstermesinin sebebi çalışmamızda yüzeysel dentinin kullanılması olabilir.⁹ Tay ve ark.¹⁰ bunun sebebini daha yüksek su içeriği olan derin dentinin bu adezivin su olan organik çözücüsünü sulandırarak monomerlerin açığa çıkıp su içinde rezin damlalarının oluşumuna neden olması olarak belirtmektedirler. Burada da SB'nin CSE'nin bonduna göre de daha akışkan olması bağlanma dayanımını artırıcı etki yapmış olabilir.

CS³ bondun yüzeysel dentini dağlamaya yeterli olmayan pH'si (2.7) bağlanma dayanımının düşük olmasının sebebi olabilir. Ayrıca Yazıcı ve ark.¹¹ tek aşamalı kendinden pürüzlendirmeli adezivlerin, 2 aşamalı



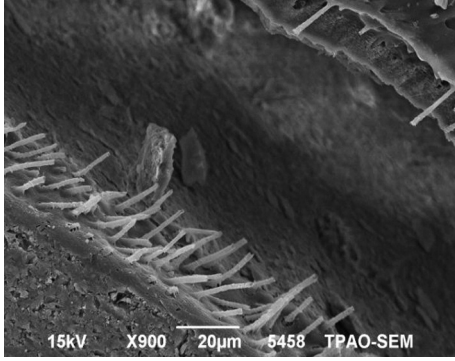
Resim 7. Er:YAG lazer kullanılarak hazırlanan dentin örneklerine SMP primeri üzerine polimerizasyon öncesi Nd:YAG lazer uygulaması (SEM görüntüsü)



Resim 8. Frez kullanılarak hazırlanan dentin örneklerine CSE uygulanması (SEM görüntüsü)

hazırlanan ve Er:YAG lazerle hazırlanan örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark çıkmamıştır.

İncelediğimiz adeziv sistemlerin karşılaştırılmasında, tungsten karbid frez ile hazırlanan dentin örneklerinde bağlanma dayanımları SB>SMP>CSE>CS³ şeklinde bir sıralama göstermiştir.



Resim 9. Er:YAG lazer kullanılarak hazırlanan dentin örneklerine CSE uygulaması (SEM görüntüsü)

kendinden pürüzlendirmeli adezivlere göre daha hidrofilik olduğunu ve daha fazla su çektiğini dolayısıyla bu adezivlerin içine dentinden suyun hızla geri girdiğini ve bu olayın bu adezivlerden suyun uzaklaştırılmasını zorlaştırdığını bunun sonucunda da bağlanma dayanımının düştüğünü ifade etmişlerdir.

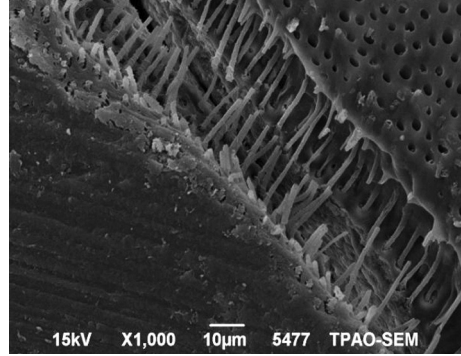
Perdigão ve ark.¹² CSE ve CS³ bondun mikrogerilim bağlanma dayanımlarını karşılaştırmışlar ve CSE'nin CS³ bondan anlamlı olarak yüksek değerler verdiğini bildirmişlerdir. Bizim bulgularımız da bu yöndedir.

Adeziv öncesi dentine Er:YAG lazer uygulaması bir çok çalışmada geniş olarak araştırılmıştır.^{13,14}

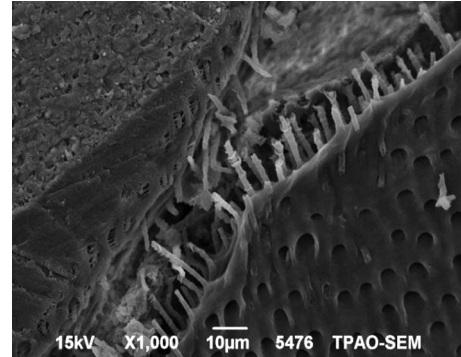
Çalışmamızda kullanılan adeziv sistemlerin karşılaştırılmasında, Er:YAG lazerle hazırlanan dentin örneklerinde de bağlanma dayanımları SB>SMP>CSE>CS³ olarak bulunmuştur. Ancak burada gruplar arasındaki değerler istatistiksel olarak anlam taşımamaktadır. İstatistiksel farkın ortadan kalkmasının sebebi ilk bakışta Er:YAG lazerle hazırlanmış dentin yüzeylerinde bağlanmayı etkileyebilen bir smear tabakanın yok olmuş olması gibi düşünülebilse de bu pek akla yatkın değildir. Çünkü, smear tabakanın yok olması bağlanmayı olumlu olarak etkileyen tek faktör olsaydı Er:YAG grubundaki bütün örneklerin bağlanma değerinin tungsten karbid frez grubundaki smear tabaka içeren CSE ve CS³ örneklerinden daha yüksek olması gerekirdi. Oysa ki sonuç böyle değildi. Tungsten karbid frez grubundaki örneklerin bağlanma değeri Er:YAG lazer grubundaki örneklerden daha yüksektir. Bir başka ifadeyle tungsten karbid frez ile prepare edilmiş ve smear tabaka içeren CSE ve CS³ örnekleri, Er:YAG lazer ile hazırlanıp smear tabaka içermeyen CSE ve CS³ örneklerinden daha yüksek bağlanma sağlamıştır. Bu durumda bağlanmayı etkileyen faktör olarak smear tabakanın varlığından veya yokluğundan önce başka faktörleri göz önüne almak gerekmektedir. Nitekim Er:YAG lazer uygulaması sonrası asitlere daha dirençli bir yapı haline gelen dentine¹⁵ uygulanan asitle pürüzlendirmeli adezivlerde kul-

lanılan asit ajanlarının ve kendinden pürüzlendirmeli adezivlerin primerlerinde var olan asidik monomerlerin, dentini dekalsifiye ederek kollajen fibrilleri açığa çıkarma yeterliliği bağlanmayı etkilemiş olabilir.

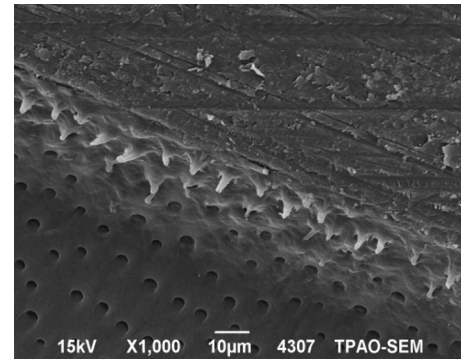
Er:YAG lazer ile hazırlanmış kavitetlerde kullanılan adeziv sistemlerin bağlanma dayanımının yüksek hızlı enstrümanlarla hazırlanan kavitetlerdekinden daha düşük olduğu genel kanıdır.^{16,17}



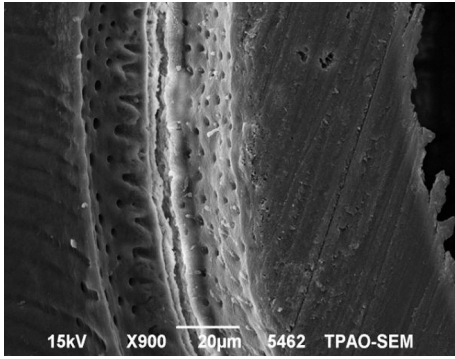
Resim 10. Er:YAG lazer kullanılarak hazırlanan dentin örneklerine CSE bondu üzerine polimerizasyondan önce Nd:YAG lazer uygulaması (SEM görüntüsü)



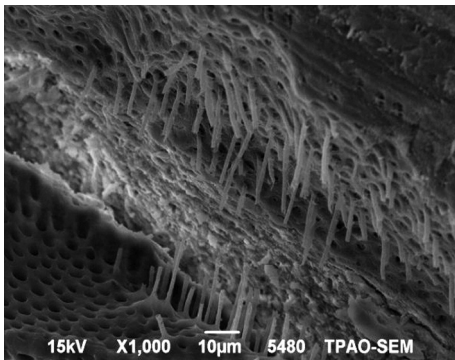
Resim 11. Er:YAG lazer kullanılarak hazırlanan dentin örneklerine CSE primeri üzerine polimerizasyondan önce Nd:YAG lazer uygulaması (SEM görüntüsü)



Resim 12. Frez kullanılarak hazırlanan dentin örneklerine CS³ uygulaması (SEM görüntüsü)



Resim 13. Er:YAG lazer kullanılarak hazırlanan dentin örneklerine CS³ uygulanması (SEM görüntüsü)



Resim 14. Er:YAG lazer kullanılarak hazırlanan dentin örneklerine CS³ üzerine polimerizasyon öncesi Nd:YAG lazer uygulanması (SEM görüntüsü)

Çalışmamızdaki dentinin Er:YAG lazer kullanılarak hazırlanan örneklerde bağlanma dayanımı sonuçları daha önce yapılan çalışma sonuçlarıyla benzerdir.¹⁷⁻²³

Görüldüğü gibi bizim bulgularımızda da Er:YAG lazerle hazırlanmış gruplardaki bağlanma değerleri daha düşüktür. Biz bunun nedeninin yukarıda da değinildiği üzere lazerin dentin yüzeyinde oluşturduğu değişiklikler olduğunu düşünmekteyiz.

Çalışmamızın bu olumsuz etkilerin giderilmesi için neler yapılabilir sorusuna yanıt aramak amacıyla gerçekleştirilen bölümünde Er:YAG lazer grubunda polimerizasyondan önce adezivlerin üzerine uygulanan Nd:YAG lazer uygulamasının, adezivlerin koronal dentine bağlanma dayanımı üzerine etkilerinin incelenmiştir.

Bu amaçla adeziv üzerine polimerizasyondan önce düşük enerji yoğunluğunda Nd:YAG lazer (100 mJ, 10 Hz) uygulanmış ve bütün adeziv gruplarında mikrogerilim bağlanma dayanımını artırdığı gözlenmiştir. Adezivlerin bağlanma dayanımı SB>SMP Bond>SMP Primer>CSE Bond>CSE Primer>CS³ şeklindedir. SB ile MP arasında ve CSE ve CS³ arasında istatistiksel fark

yoktur. SB ile CSE, SB ile CS³, SMP ile CSE ve SMP ile CS³ arasındaki farklılıklar anlamlıdır. Single Bond adezivinde daha önce var olan Er:YAG ve frez gruplarındaki bağlanma dayanımı arasındaki anlamlı fark ortadan kalkmıştır. Bunun sebebi olarak rezin uzantıların boyalarının uzaması ve lateral dallanmaların oluşması düşünülmüştür. Nitekim Gwinnett,²⁴ rezin uzantıların, adezivlerin bağlanma dayanımına %30 oranında katkıda bulunabileceğini belirtmiştir.

Franke ve ark.²⁵ yaptıkları çalışmada adeziv üzerine 50 J/cm² ve 5 J/cm² enerji yoğunluğunda Nd:YAG lazer uygulamışlar ve 5 J/cm² de bağlanma dayanımı artarken 50 J/cm² de düştüğünü bulmuşlardır. 50 J/cm² gibi yüksek enerji yoğunluklu lazer uygulamasının dişi fazla ısıtarak dişi ve adeziv ajanın yıkılmasına sebep olarak bağlanmayı düşürdüğü düşünülmüştür. Biz de aynı düşüncüyü paylaşmaktayız. Zira Er:YAG grubunda düşük bağlanma oluşmasının nedeni olarak lazerin dentinde yüzeyinde oluşturduğu değişikliklerin sorumlu olduğunu düşündüğümüzü yukarıda belirtmiştik. Bağlantıyı arttıran Nd:YAG lazer değerimiz (100 mJ, 10 Hz), onların 5 J/cm² lik değerlerine yakındır. Bu yöntem de bulgularımızla paralellik göstermektedir.

Mikrogerilim bağlanma dayanımı testinde oluşan kopma tipleri genellikle ışık mikroskopu ile tanımlanmaktadır. Schreiner ve ark.²⁶ bağlanma dayanımı testleri sonrası kopma tipinin belirlenmesinin önemli olduğunu bildirmiştir. Biz de gerilim testi sonrası örnekleri X100 büyütmede ışık mikroskopu altında inceledik ve daha çok adeziv ve karışık başarısızlık tespit ettik. Örneklerde bağlayıcı sistemler içinde görülen ayrılmaların daha fazla olması, bağlanma dayanımlarının doğru bir şekilde ölçüldüğünü göstermektedir. Lazerle hazırlanan dentin örneklerinde Single Bond ve Clearfil SE adezivi kullanılan gruplarda tip 1 (adeziv) kopma tipinde anlamlı artış olmuştur. Clearfil S³ adezivi kullanıldığında tip 1 kopma oranı anlamlı olarak düşmüştür. SMP adeziv gruplarında ise tip 1 oranları düşmüştür ama bu fark anlamlı değildir. Adeziv üzerine polimerizasyondan önce Nd:YAG lazer uygulandığı gruplarda anlamlılık düzeyleri değişmemiştir. Kopma tipindeki istatistiksel farklılığın dentinin hazırlanma tekniğinden (tungsten karbid frez veya Er:YAG lazer) kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çalışmamızda Er:YAG lazer ve frezle hazırlanmış dentinde kullanılan adezivlerce oluşturulan hibrit tabaka kalınlıkları ve rezin uzantıların şekilleri benzerdir. Ancak her iki grupta da (lazer ve frez) rezin uzantıların şekilleri kullanılan adezive göre değişiklik göstermiştir. Er:YAG lazerle hazırlanmış dentinde adezivlerin rezin uzantı boyalarının frez kullanılarak hazırlananlara göre daha uzun oldukları gözlenmiştir. Dentine üç aşamalı (SMP) ve 2 aşamalı (Adper Single Bond) asitle pürüzlendirmeli adeziv uygulandığında geniş tabanlı huni biçimli rezin uzan-

tıların oluştuğu gözlenmiştir. Kendinden pürüzlendirmeli primer (CSE) uygulandığında ise rezin uzantıların taban çapları küçüktür ve kanal ağzından uzunlukları boyunca genişlemeden silindirik biçimde ilerlerler. Kendinden pürüzlendirmeli adeziv (CS³) uygulandığında ise rezin uzantıların boylarının kısa olduğu gözlenmiştir.

SONUÇ

Nd:YAG lazer uygulaması, frez ve Er:YAG lazer uygulanmış adeziv grupları arasındaki istatistiksel farkları ortadan kaldırmıştır. Adeziv üzerine Nd:YAG lazer uygulamasının adeziv sistemlerde rezin uzantıların boylarının uzamasına ve lateral dallanmaların oluşmasına yol açtığı gözlenmiştir.

Sonuç olarak, adeziv üzerine polimerizasyondan önce Nd:YAG lazer uygulaması çeşitli şekillerde mikrojermilim bağlanma dayanımını etkiledi. Düşük enerji yoğunluğunda (100 mJ/atım) uygulanan Nd:YAG lazer, adezivi ve dentini (erime noktasının altında) ısıtarak adezivin penetrasyonunu arttırdı, böylece Er:YAG lazerle hazırlanan dentinde bağlanma dayanımı değerleri frezle hazırlanan dentindeki değerlere yaklaştı.

TEŞEKKÜR VE ANMA

Bu araştırma 03/2007-06 proje kod numarasıyla Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi tarafından desteklenmiştir.

Çıkar çatışması: Yazarlar bu çalışmayla ilgili herhangi bir çıkar çatışmalarının bulunmadığını bildirmişlerdir.

KAYNAKLAR

1. Swift EJ Jr. Bonding systems for restorative materials--a comprehensive review. *Pediatr Dent* 1998;20:80-4.
2. Lide DR, Kehiaian HV. CRC handbook of thermophysical and thermochemical data. 1st edn. Florida: CRC Pres LLC; 1994.
3. Cozean C, Arcoria CJ, Pelagalli J, Powell GL. Dentistry for the 21st century? Erbium:YAG laser for teeth. *J Am Dent Assoc* 1997;128:1080-7.
4. Keller U, Hibst R, Geurtsen W, Schilke R, Heidemann D, Klaiber B, et al. Erbium:YAG laser application in caries therapy. Evaluation of patient perception and acceptance. *J Dent* 1998;26:649-56.
5. Sharon-Buller A, Block C, Savion I, Sela M. Reduced bacteria levels in cavities prepared by Er:YAG laser. *J Oral Laser Application* 2003;3:153-5.
6. Nakajima M, Sano H, Zheng L, Tagami J, Pashley DH. Effect of moist vs. dry bonding to normal vs. caries-affected dentin with Scotchbond Multi-Purpose Plus. *J Dent Res* 1999;78:1298-303.
7. de Silva AL, Lima DA, de Souza GM, dos Santos CT, Paulillo LA. Influence of additional adhesive application on the microtensile bond strength of adhesive systems. *Oper Dent* 2006;31:562-8.
8. Dunn WJ, Söderholm KJ. Comparison of shear and flexural bond strength tests versus failure modes of dentin bonding systems. *Am J*

Dent 2001;14:297-303.

9. Hebling J, Castro FL, Costa CA. Adhesive performance of dentin bonding agents applied in vivo and in vitro. Effect of intrapulpal pressure and dentin depth. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2007;83:295-303.
10. Tay FR, Gwinnett JA, Wei SH. Relation between water content in acetone/alcohol-based primer and interfacial ultrastructure. *J Dent* 1998;26:147-56.
11. Yazici AR, Celik C, Ozgünaltay G, Dayangaç B. Bond strength of different adhesive systems to dental hard tissues. *Oper Dent* 2007;32:166-72.
12. Perdigão J, Gomes G, Gondo R, Fundingsland JW. In vitro bonding performance of all-in-one adhesives. Part I--microtensile bond strengths. *J Adhes Dent* 2006;8:367-73.
13. Armengol V, Jean A, Rohanizadeh R, Hamel H. Scanning electron microscopic analysis of diseased and healthy dental hard tissues after Er:YAG laser irradiation: in vitro study. *J Endod* 1999;25:543-6.
14. Tokonabe H, Kouji R, Watanabe H, Nakamura Y, Matsumoto K. Morphological changes of human teeth with Er:YAG laser irradiation. *J Clin Laser Med Surg* 1999;17:7-12.
15. He Z, Otsuki M, Sadr A, Tagami J. Acid resistance of dentin after erbium:yttrium-aluminum-garnet laser irradiation. *Lasers Med Sci* 2009;24:507-13.
16. Kataumi M, Nakajima M, Yamada T, Tagami J. Tensile bond strength and SEM evaluation of Er:YAG Laser irradiated dentin using dentin adhesive. *Dent Mater J* 1998;17:125-38.
17. Burnett LH Jr, Conceição EN, Pelinos JE, Eduardo CD. Comparative study of influence on tensile bond strength of a composite to dentin using Er:YAG laser, air abrasion, or air turbine for preparation of cavities. *J Clin Laser Med Surg* 2001;19:199-202.
18. Brulat N, Rocca JP, Leforestier E, Fiorucci G, Nammour S, Bertrand MF. Shear bond strength of self-etching adhesive systems to Er:YAG-laser-prepared dentin. *Lasers Med Sci* 2009;24:53-7.
19. De Munck J, Van Meerbeek B, Yudhira R, Lambrechts P, Vanherle G. Micro-tensile bond strength of two adhesives to Erbium:YAG-lased vs. bur-cut enamel and dentin. *Eur J Oral Sci* 2002;110:322-9.
20. Dunn WJ, Davis JT, Bush AC. Shear bond strength and SEM evaluation of composite bonded to Er:YAG laser-prepared dentin and enamel. *Dent Mater* 2005;217:616-24.
21. Kameyama A, Aizawa K, Kato J, Hirai Y. Tensile bond strength of single-step self-etch adhesives to Er:YAG laser-irradiated dentin. *Photomed Laser Surg* 2009;27:3-10.
22. Ramos RP, Chinelatti MA, Chimello DT, Borsatto MC, Pécora JD, Palma-Dibb RG. Bonding of self-etching and total-etch systems to Er:YAG laser-irradiated dentin. Tensile bond strength and scanning electron microscopy. *Braz Dent J* 2004;15 Spec No:SI9-20.
23. Trajtenberg CP, Pereira PN, Powers JM. Resin bond strength and micromorphology of human teeth prepared with an Erbium: YAG laser. *Am J Dent* 2004;17:331-6.
24. Gwinnett AJ. Quantitative contribution of resin infiltration/hybridization to dentin bonding. *Am J Dent* 1993;6:7-9.
25. Franke M, Taylor AW, Lago A, Fredel MC. Influence of Nd:YAG laser irradiation on an adhesive restorative procedure. *Oper Dent* 2006;31:604-9.
26. Schreiner RF, Chappell RP, Glaros AG, Eick JD. Microtensile testing of dentin adhesives. *Dent Mater* 1998;14:194-201.

Effects of laser use on bond strength of adhesives applied onto coronal dentin

ABSTRACT

OBJECTIVE: Er:YAG laser can be used instead of air-turbine for cavity preparation in dentistry. However, the bond strength achieved after Er:YAG preparation is not as good as that achieved after bur preparation. In this study the effect of Nd:YAG laser treatment on the adhesive applied onto Er:YAG-prepared coronal dentin was investigated. Bond strength achieved in this fashion was compared with that achieved after bur preparation.

MATERIALS AND METHOD: Coronal dentin was prepared either with tungsten carbide bur or with Er:YAG laser. Then, adhesive (Scotchbond Multi-Purpose, Adper Single Bond 2, Clearfil SE and Clearfil S3) was applied onto the dentin. In some of the Er:YAG-prepared teeth, the adhesive was

treated with Nd:YAG laser (100 mJ, 10Hz) prior to polymerization. The bond strength was evaluated using the microtensile test.

RESULTS: The bur group, as expected, revealed greater bond strength. Nd:YAG treatment increased the bond strength in all adhesive systems. Although bond strength values were still lower in the Nd:YAG-treated group, no statistically significant difference was found between the Nd:YAG-treated and bur groups ($p>0.05$). SEM analysis showed that coronal dentinal tubule penetration was greater when the adhesive was treated with Nd:YAG laser prior to polymerization.

CONCLUSION: Treatment of the adhesives with the Nd:YAG laser was found to improve the adhesive bond strength at the coronal dentin.

KEYWORDS: Bond strength; bonding, dental; dentin; dental adhesives; Nd-YAG lasers