بررسی اثر تعداد لایه‌های ادهزیو بر استحکام باند ریز برشی و ریز سختی سطح باند شده عاج پس از کاربرد چهار نوع ادهزیو

دکتر حسن ترابزاده[۱] - دکتر امیر قاسمی[۱†] - دکتر فرحناز اسدیان[۲] - دکتر علیرضا اکبرزاده باغبان[۳]

۱- دانشیار گروه آموزشی ترمیمی و زیبایی دانشکده دندانپزشکی و عضو مرکز تحقیقات دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی شهید بهشتی

۲- استادیار گروه آموزشی ترمیمی و زیبایی دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی شهید صدوقی یزد

۳- استادیار گروه آمار زیستی دانشکده بهداشت و عضو مرکز تحقیقات دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی شهید بهشتی

Title: Effect of multiple adhesive coating on the microshear bond strength and surface microhardness of bonded dentin after using four adhesives

Authors: Torabzadeh H[1], Ghasemi A[1], Asadian F[2], Akbarzadeh A[3]

1- Associate Professor, Department of Operative Dentistry, School of Dentistry, Shahid Beheshti University of Medical Sciences

2- Assistant Professor, Department of Operative Dentistry, School of Dentistry, Shahid Sadoghi University of Medical Sciences, Yazd

3- Assistant Professor, Department of Biostatistics, School of Health, Shahid Beheshti University of Medical Sciences

Background and Aims: In this in-vitro study, the effect of multiple adhesive coating on the microshear bond strength of composite to dentin and surface microhardness of dentin after treatment with four adhesives (One Step Plus, One Step, Single Bond, Single Bond 2) were evaluated.

Materials and Methods: One hundred intact human molars were cut to obtain disks of dentin having 2 mm thickness. For the microshear bond test, sixty disks were randomly divided into four groups. In each group one type of adhesive was used. In one half of a disk two layers and in another half six layers of adhesive were applied. Cylinders with 1mm height was filled with a composite and light cured. The cross-head speed was 0.5 mm/min. Vickers microhardness was tested on forty dentin disks which divided into four groups and prepared in the same manner used for microshear bond test. Data were analyzed by Two-way ANOVA and Tukey tests.

Results: The highest and lowest bond strength were recorded as 29.49 ± 5.74 MPa (One Step Plus; 6 layers), and 21.23 ± 4.83 MPa (One Step Plus; 2 layers), respectively. The results indicated that One Step Plus bond strength in 6 Layers was significantly higher than 2 layers. The highest and lowest dentin hardness values were 39.08 ± 8.34 VHN (Single Bond; 2 layers) and 28.53 ± 5.98 VHN (One Step Plus; 6 layers). None of the adhesives exhibited significant difference in hardness with regards to the layers applied ($P>0.05$). Presence of filler in adhesives had no significant effect on bond strength ($P=0.05$) whereas caused significant decrease in the dentin microhardness ($P<0.05$). In addition, type of solvent had significant effect on the bond strength and bond strength was significantly higher in acetone-base adhesives ($P<0.05$). However, dentin microhardness was significantly higher in the ethanol-base adhesives ($P<0.05$).

Conclusion: Multiple adhesive coating had no influence on the microshear bond strength of composite to dentin and dentin surface microhardness. It was dependent on the type of adhesive used.

Key Words: Dentin bonding agent; Solvent; Adhesive; Hardness; Bond strength

چکیده

زمینه و هدف: هدف از انجام این تحقیق in-vitro بررسی اثر Multiple adhesive coating براستحکام باند ریز برشی و ریز سختی سطح باند شده عاج پس از کاربرد چهار ادهزیو Single Bond 2, One Step, One Step Plus و Single Bond بود.

† مؤلف مسؤول: نشانی: تهران- بزرگراه چمران- اوین- بلوار دانشجو- دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه شهید بهشتی- گروه آموزشی ترمیمی و زیبایی
تلفن: ۰۹۱۲۱۰۹۹۱۸۶ نشانی الکترونیک: amir_gh_th@yahoo.com

[Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2025-04-07]

روش بررسی: از ۱۰۰ عدد دندان مولر سوم دیسک‌های عاجی بدست آمد. جهت انجام تست استحکام ریز برشی، ۶۰ عدد از دیسک‌ها به صورت تصادفی به ۴ گروه ۱۵تایی تقسیم شدند و در هر گروه از یک نوع ادهزیو استفاده شد. در یک نیمه از دیسک ۲ لایه و در نیمه دیگر ۶ لایه ادهزیو بکار برده شد و پس از طی مراحل باندینگ، استوانه‌ای از کامپوزیت به ارتفاع ۱ میلی‌متر بر هر نیمه دیسک قرار گرفت و سخت گردید. نیروی برشی با سرعت ۰/۵ mm/min تا نقطه شکست بر آن وارد شد. جهت تست ریز سختی ۴۰ عدد دیسک عاجی باقیمانده به ۴ گروه ۱۰تایی تقسیم شدند و دیسک‌ها همانند گروه‌های باندینگ آماده گشتند. سختی سطح عاج باند شده با دستگاه ویکرز محاسبه شد. نتایج با استفاده از آزمون‌های آماری Two-way ANOVA و Tukey مورد تجزیه وتحلیل قرار گرفت. خطای نوع اول آزمون ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها: بیشترین و کمترین استحکام باند ثبت شده به ترتیب ۵/۷۴ MPa ± ۲۹/۴۹ (۶ لایه One Step Plus) و ۴/۸۳ MPa ± ۲۱/۲۳ (۲ لایه One Step Plus) بود. در ۴ نوع ادهزیو تنها در One Step Plus استحکام باند ۶ لایه به طور معنی‌دار بیشتر از ۲ لایه بود و در ۳ نوع ادهزیو دیگر تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. بیشترین و کمترین سختی عاج ثبت شده به ترتیب ۸/۳۴ VHN ± ۳۹/۰۸ (۲ لایه Single Bond) و ۵/۹۸ VHN ± ۲۸/۵۳ (۶ لایه One Step Plus) بود. در هیچ کدام از ادهزیوها سختی عاج در ۶ و ۲ لایه تفاوت معنی‌دار نداشت. وجود فیلر در ادهزیو اثر معنی‌داری بر استحکام باند نداشت در صورتیکه به طور معنی‌داری باعث کاهش سختی عاج باند شده گردید. همچنین نوع حلال ادهزیو اثر معنی‌داری بر استحکام باند داشت و استحکام باند در ادهزیوهای محتوی استون بیشتر از ادهزیوهای حاوی اتانول بود. در مقابل سختی ادهزیوهای حاوی اتانول به طور معنی‌داری بیشتر از ادهزیوهای حاوی استون بود.

نتیجه‌گیری: تعداد لایه‌های ادهزیو اثری بر استحکام باند ریز برشی و سختی سطح عاج نداشت و بیشتر وابسته به نوع ادهزیو بر اساس نوع فیلر و حلال آن بود.

کلید واژه‌ها: عوامل باندینگ عاجی؛ حلال؛ ادهزیو؛ سختی؛ استحکام باند

وصول: ۸۸/۰۳/۲۱ اصلاح نهایی: ۸۸/۰۹/۱۲ تأیید چاپ: ۸۸/۱۰/۰۱

مقدمه

پیشرفت‌های اخیر در ترمیم‌های کامپوزیت به برقراری اتصال مؤثر به ساختمان دندان کمک نموده است. باند به مینا بسیار قابل اعتماد است اما باند به عاج به علت ماهیت هتروژن، رطوبت داخلی توبول‌های عاجی، فشار هیدروستاتیک پالپ و حضور لایه اسمیر به صورت یک چالش باقی مانده است (۱). تحقیقات نشان داده است که استحکام باند به وسیله افزایش نفوذ رزین به شبکه کلاژن عریان شده به دنبال اسید اچ عاج افزایش می‌یابد (۲) و اگر رزین به طور صحیح به داخل شبکه کلاژن دمینرالیزه انتشار نیابد، پیامد آن استحکام باند اندک و مستعد شدن فیبریل‌های کلاژن به Hydrolytic degradation خواهد بود (۳).

روش‌های مختلف آماده‌سازی سطح عاج، شستشو، استفاده از ادهزیو رزین و تبخیر حلال می‌تواند مقدار نفوذ رزین و استحکام باند بدست آمده را تغییر دهد (۲). از جمله این روش‌ها که در سیستم ادهزیوهای Total-etch معرفی شده است روش Multiple adhesive coating می‌باشد که توسط Hashimoto و همکاران درسال ۲۰۰۴ عنوان شد. بر اساس نظر وی در این روش زمان بیشتری جهت خروج آب باقیمانده به علت انتشار داخلی مونومرهای ادهزیو و تبخیر بعدی حلال از فضای بین فیبرهای کلاژن فراهم می گردد (۲،۴).

در سال‌های اخیر ادهزیوهای حاوی فیلر توسط برخی از تولیدکنندگان محصولات دندانپزشکی ارائه شده اند. مطالعات نشان داده است که در مقایسه با ادهزیوهای فاقد فیلر این نوع ادهزیوها، استحکام باند برشی کامپوزیت به عاج را بهبود می‌بخشند (۴). در مقابل نتایج برخی مطالعات بالینی نشان می‌دهد که استفاده از ادهزیوهای حاوی فیلر مزیتی نسبت به ادهزیوهای بدون فیلر ندارد (۵).

یکی دیگر از اجزاء موجود در ادهزیو رزین‌ها، حلال می‌باشد. اتصال به عاج با افزودن حلال آلی دارای فشار بخار بالا بهبود می‌یابد. استون و اتانول حلال‌های رایجی هستند که در بیشتر سیستم‌های باندینگ یافت می‌شوند. این عوامل عمل به خارج راندن آب موجود در عاج در روش Wet bonding و حل کردن اجزاء رزینی ادهزیو را بر عهده دارند. آنها مرطوب شدن سوبسترای عاجی را توسط ادهزیو افزایش می‌دهند و به جایگزینی آب در سطح عاج اسید اچ شده توسط مونومرهای رزینی آبدوست کمک می کنند (۶). Perdigao و Frankenberger در سال ۲۰۰۱ نشان دادند هنگامی که عاج بعد از اچ کردن و شستشو مرطوب بماند، تمام سیستم‌های ادهزیو بدون توجه به

[Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2025-04-07]

نوع حلال، استحکام باند مشابهی ایجاد می‌کنند (۷). در مقابل Lopes و همکاران در سال ۲۰۰۶ نشان دادند که نوع حلال اثری بر استحکام باند به مینا ندارد ولی دارای اثر زیادی بر استحکام باند برشی به عاج است به صورتی که در ادهزیوهای اتانول بیس بیشتر از استون بیس می‌باشد (۸).

علاوه بر سیستم باندینگ و عوامل وابسته به آن، ساختار عاج نیز عامل تعیین کننده‌ای در تمام درمان‌های ترمیمی می‌باشد. یکی از خصوصیات ساختاری تمام مواد از جمله عاج، ریزسختی آنها است. بعد از اسید اچ عاج سختی آن به شدت کاهش می‌یابد. به دنبال کاربرد ادهزیو رزین و پلیمریزاسیون آن سختی عاج تا حدی بالا می‌رود اما هرگز به مقدار عاج سالم بر نمی‌گردد (۹). اگر پس از اچ کردن کاربرد ادهزیو رزین نتواند تا حد امکان سوبسترای تغییر یافته را به حالت اول بازگرداند، این ناحیه ضعیف‌ترین ناحیه در اتصال ادهزیو می‌گردد و در پی آن شکست زود هنگام در ناحیه اتصال رزین و عاج بوجود می‌آید (۱۰). در مورد اثر نوع حلال، وجود فیلر بر استحکام باند نتایج متفاوت و گاه متناقضی ارائه شده و مطالعات اندکی در مورد Multiple adhesive coating صورت گرفته است. هدف از انجام این پژوهش بررسی اثر روش ذکر شده بر استحکام باند ریز برشی و ریز سختی سطح باند شده عاج پس از کاربرد چهار نوع ادهزیو Total-etch (استون بیس، اتانول بیس، فیلردار و بدون فیلر) بود.

روش بررسی

در این مطالعه از ۱۰۰ دندان مولر سوم کشیده شده انسان که سالم و بدون پوسیدگی بودند استفاده شد. دندان‌ها به مدت ۱ هفته در محلول کلرامین ۰/۵٪ قرار گرفتند و سپس از آن خارج و تا زمان انجام تحقیق در آب مقطر و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. زمان بین کشیده شدن و استفاده از دندان‌ها بیش از ۳ ماه نبود. در زمان استفاده مینای اکلوزالی دندان‌ها توسط دستگاه Thin sectioning زیر جریان آب برداشته شد. جهت سنجش استحکام ریز برشی، در ۶۰ عدد از نمونه‌ها، ۲ میلی‌متر زیر لایه سطحی، برش مجددی زده شد تا دیسک‌هایی از عاج به ضخامت ۲ میلی‌متر بدست آمد. کلیه دیسک‌های عاجی با استفاده از کاغذ سمباده به ترتیب با اندازه‌های ۲۲۰، ۴۰۰، ۶۰۰ و ۸۰۰ هرکدام به مدت ۳۰ ثانیه زیر جریان آب با حرکت دورانی ساییده شدند تا سطح یکنواخت و لایه اسمیر یکسان در تمام نمونه‌ها ایجاد شود.

سپس دیسک‌های عاجی به طور تصادفی به ۴ گروه ۱۵تایی تقسیم گردیدند که در هر گروه از یک نوع ادهزیو استفاده شد، به این صورت که هر دیسک به صورت عرضی با دیسک الماسی (D&Z,Germany) برش زده شد تا به دو نیمه مساوی تقسیم گردد. در هر دو قسمت، عاج با اسید فسفریک ۳۵٪ (Scotchbond, 3M/ESPE, USA) به مدت ۱۵ ثانیه اچ شد و سپس ۱۰ ثانیه زیر جریان آب شسته و آب اضافی با گلوله پنبه گرفته شد. در ۴ گروه به ترتیب از ادهزیوهای Single Bond، Single Bond 2، One Step و One Step Plus استفاده گردید (جدول۱). به این ترتیب که در یک نیمه از یک دیسک نصف شده ۲ لایه از ادهزیو و در نیمه دیگر ۶ لایه از همان نوع ادهزیو بکار برده شد. نحوه کار به این صورت بود که بعد از کاربرد هر لایه ادهزیو به وسیله برس، جهت تبخیر حلال با استفاده از پوآر هوا جریان هوا با فشار یکسان از فاصله ۱۰ سانتی‌متری سطح عاج به مدت ۱۰ ثانیه روی عاج بکار برده شده و سپس لایه‌های بعدی ادهزیو به همین شکل استفاده شدند و در پایان جهت سخت کردن با دستگاه لایت کیور LED (Radii Plus, SDI, Australia) با قدرت ۲۰۰۰ mW/cm^2 به مدت ۲۰ ثانیه به آن نور تابانده شد، سپس با استفاده از قالب استوانه‌ای پلاستیکی به ارتفاع ۱ میلی‌متر و قطر ۰/۶ میلی‌متر کامپوزیت Z100 (3M/ESPE, USA) به رنگ A2 روی دیسک‌ها قرار گرفت و به مدت ۴۰ ثانیه به آن نور دستگاه لایت کیور LED تابانده شد تا سخت گردد.

نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در آب مقطر در دستگاه انکوباتور در حرارت ۳۷ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۸۰٪ قرار گرفتند. بعد از ۲۴ ساعت قالب استوانه‌ای پلاستیکی با استفاده از تیغ بریده و جدا شد. دیسک‌های عاجی با استفاده از چسب قطره‌ای روی صفحه دستگاه Micro-tensile tester (Bisco,USA) ثابت شدند. سپس نیروی برشی با سرعت ۰/۵ میلی‌متر بر دقیقه تا زمان جدا شدن استوانه‌های کامپوزیتی از دیسک وارد گردید. استحکام باند برشی از تقسیم نیروی به کار رفته در زمان شکست نمونه بر حسب نیوتن بر سطح مقطع نمونه بر حسب میلی‌متر مربع بدست آمد و با واحد مگاپاسکال ثبت شد.

جهت سنجش ریز سختی ۴۰ عدد دیسک عاجی بدست آمده، به

[Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2025-04-07]

جدول ۱- ادهزیوهای استفاده شده در مطالعه

مواد	ترکیب شیمیایی	کد محصول	کارخانه تولید کننده
Single Bond	Bis-GMA, HEMA, dimethacrylates, Polyalquenic acid copolymer, initiator, water and ethanol	1122	3M/ESPE Dental Products. St.Paul, MN 55144-1000,USA
Single Bond 2	Bis-GMA, HEMA, dimethacrylates, Polyalquenic acid copolymer, initiator, water, ethanol, 10%wt nanometer-diameter spherical silica fillers	51202	3M/ESPE Dental Products. St.Paul, MN 55144-1000, USA
One Step	BPDM, Bis-GMA, HEMA, acetone, Photo-initiator	0600007707	Bisco 1100W.irving park Rd. Schaumburg, IL60193 USA
One Step Plus	BPDM, Bis-GMA, HEMA, acetone, Photo-initiator, 8.5%wt Fluoro alumino Silicate glass fillers	0600003504	Bisco 1100W.irving park Rd. Schaumburg, IL60193 USA

Bis-GMA: Bisphenol A diglycidil methacrylate
HEMA: 2-hydroxyethyl methacrylate
BPDM: biphenyl dimethacrylate

صورت تصادفی به ۴ گروه ۱۰تایی تقسیم شدند. نحوه آماده‌سازی دیسک‌های عاجی مشابه روش قبل بود با این تفاوت که علاوه بر استفاده از کاغذ سمباده به اندازه‌های ۲۲۰، ۴۰۰، ۶۰۰ و ۸۰۰، کاغذ سمباده با اندازه‌های ۱۰۰۰ و ۱۲۰۰ نیز استفاده گردید. قبل از استفاده از اسید اچ و ادهزیو روی دیسک‌هایی که به دو قسمت تقسیم شده بودند با استفاده از Digital Caliper (Mitutoyo, Kanagaw, Japan) ضخامت نیمه دیسک‌ها با دقت یک هزارم میلی‌متر اندازه‌گیری و ثبت شد بعد از اینکه در یک نیمه از هر دیسک ۲ لایه و در نیمه دیگر ۶ لایه از ادهزیو مشابه روش گفته شده جهت آزمایش استحکام ریز برشی بکار رفت، ادهزیو با استفاده از دستگاه لایت کیور LED سخت شد. سپس کلیه نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در دستگاه انکوباتور داخل آب مقطر در حرارت ۳۷ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۸۰٪ قرار گرفتند. بعد از این مدت نمونه‌ها از آب مقطر خارج و با کاغذ سمباده با اندازه۳۰۰۰ زیر جریان آب ساییده شدند، به حدی که ضخامت نمونه حداکثر ۲۰μm بیش از ضخامت اولیه بود. سپس نمونه‌ها به مدت ۲۰ ثانیه درحرارت اتاق قرارگرفتند تا کاملاً خشک گردند و بعد با استفاده از دستگاه Vickers-microhardness (Laizhaou Huayin Testing instrument Co, Taiwan) ریز سختی هر نمونه در ۵ نقطه مجزا تحت نیروی ۵۰ گرم که به مدت ۱۰ ثانیه وارد می‌شد محاسبه گردید و میانگین آن به عنوان ریز سختی سطح نمونه گزارش شد. اطلاعات بدست آمده با استفاده از آزمون‌های آماری Two-way ANOVA و Tukey مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. خطای نوع اول ۰/۰۵ در نظر گرفته شد و لذا مقادیر احتمال کمتر از آن معنی‌دار تلقی گردید.

یافته‌ها

استحکام باند

با توجه به معنی‌دار بودن اثر متقابل بین نوع ماده و تعداد لایه‌ها، بررسی استحکام باند در مواد و لایه‌های مختلف جداگانه انجام شد. نتایج نشان داد که در ادهزیو One Step Plus استحکام باند ۶ لایه بیشتر از ۲ لایه بود (P<۰/۰۰۱) و در ۳ نوع دیگر بین ۶ لایه ادهزیو و ۲ لایه تفاوتی وجود نداشت. مقایسه ادهزیوهای مختلف در ۲ لایه باند اختلاف معنی‌داری آماری را از نظر استحکام باند نشان داد. با استفاده از آزمون Tukey مشخص شد که ادهزیو One Step Plus کمترین استحکام باند و ادهزیو One Step بیشترین استحکام باند را داشته است و در ۶ لایه نیز بین ۴ ادهزیو از نظر استحکام باند اختلاف معنی‌دار آماری دیده شد و استفاده از آزمون Tukey نشان داد که ادهزیو Single Bond 2 کمترین و ادهزیو One Step Plus بیشترین استحکام باند را دارا هستند (جدول۲). نتایج کلی بدون در نظر گرفتن نوع باند نشان داد تعداد لایه اثر معنی‌داری روی استحکام باند ندارد (P>۰/۰۵). در حالیکه نوع حلال اثر معنی‌داری بر استحکام باند دارد. بدین صورت که استحکام باند در ادهزیوهای محتوی استون بیشتر از

[Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2025-04-07]

جدول ۲- شاخص‌های آماری استحکام باند ریز برشی و سختی سطح باند شده عاج بر حسب نوع ماده و تعداد لایه‌ها

نوع ماده	شاخص های آماری		
	لایه	میانگین استحکام باند (MPa)	میانگین سختی عاج (VHN)
Single bond	۲ لایه	۲۳/۵۲ ± ۳/۳۳	۳۹/۰۸ ± ۸/۳۴
	۶ لایه	۲۶/۳۰ ± ۵/۸۷	۳۶/۴۸ ± ۵/۳۴
Single Bond 2	۲ لایه	۲۴/۰۱ ± ۷/۱۷	۲۹/۴۰ ± ۸/۳۴
	۶ لایه	۲۲/۱۲ ± ۶/۰۲	۳۳/۶۹ ± ۳/۱۴
One Step	۲ لایه	۲۸/۳۹ ± ۹/۰۶	۳۰/۶۹ ± ۸/۷۷
	۶ لایه	۲۷/۶۸ ± ۸/۵۸	۳۳/۲۰ ± ۷/۱۸
One Step Plus	۲ لایه	۲۱/۲۳ ± ۴/۸۳	۳۱/۰۲ ± ۶/۵۸
	۶ لایه	۲۹/۴۹ ± ۵/۷۴	۲۸/۵۳ ± ۵/۹۸

ادهزیوهای حاوی اتانول بود. ضمناً اثرات متقابل بین این دو عامل معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵).

جهت مقایسه اثر وجود فیلر و تعداد لایه‌ها روی استحکام باند، ۲ ادهزیو حاوی فیلر (Single Bond 2 و One Step Plus) بدون توجه به نوع حلال در یک گروه و ۲ ادهزیو بدون فیلر (Single Bond و One Step) در گروه دیگری قرار گرفتند. نتایج نشان داد وجود یا عدم وجود فیلر تأثیر معنی‌داری روی استحکام باند ندارد (P=۰/۰۷۵). همچنین تعداد لایه هم روی استحکام باند مؤثر نبود (P>۰/۰۵). به علاوه اثر متقابل بین تعداد لایه و وجود فیلر معنی‌دار بود (P=۰/۰۹۶). به عبارت دیگر بیشتر یا کمتر بودن استحکام باند در لایه‌های مختلف به وجود یا عدم وجود فیلر بستگی نداشت. اگرچه اختلاف معنی‌دار آماری بر حسب نوع لایه و وجود یا عدم وجود فیلر دیده نشد (P>۰/۰۵)، اما به طورکلی وجود فیلر باعث باند کمتر و لایه بیشتر باعث باند بیشتر شد. برای بررسی اثر نوع حلال و تعداد لایه روی استحکام باند، دو ادهزیو حاوی حلال اتانول (Single Bond و Single Bond 2) در یک گروه و ۲ ادهزیو حاوی حلال استون (One Step Plus و One Step) در گروه دیگر قرار گرفتند. بررسی اثر وجود فیلر و تعداد لایه روی ریزسختی عاج نشان داد که تعداد لایه‌ها تأثیر معنی‌داری بر ریزسختی عاج ندارد (P>۰/۰۵). در حالیکه وجود فیلر باعث کاهش ریز سختی عاج شد، در صورتی که اثر متقابل بین تعداد لایه و وجود فیلر معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵).

بررسی اثر نوع حلال و تعداد لایه بر ریز سختی عاج نشان داد نوع حلال اثر معنی‌داری بر ریز سختی عاج دارد و ریز سختی ادهزیوهای حاوی اتانول بیشتر از ادهزیوهای حاوی استون است (P<۰/۰۵). همچنین تعداد لایه روی ریز سختی اثر معنی‌دار آماری نداشت (P>۰/۰۵). به علاوه اثر متقابل بین این دو عامل نیز معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵).

سختی

نتایج بررسی‌ها در مورد میزان ریز سختی نشان داد که تعداد لایه تأثیر معنی‌دار آماری روی سختی عاج باند شده نداشت (P>۰/۰۵). در حالیکه نوع ادهزیو اثر معنی‌دار آماری روی ریز سختی داشت (P<۰/۰۱). به علاوه اثر متقابل بین این دو عامل معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵). به عبارت دیگر میزان ریزسختی عاج ادهزیوهای مختلف متأثر از تعداد لایه نیست. برای مقایسه دو به دو ادهزیوها از لحاظ ریز سختی از روش Tukey استفاده شد و نتایج نشان داد که Single Bond بیشترین سختی را در مقایسه با ۳ ادهزیو، One Step, Single Bond 2, One Step Plus دارد (P<۰/۰۵) و بین این ۳ ادهزیو اختلاف معنی‌دار آماری دیده نشد (P>۰/۰۵) (جدول۲).

بحث و نتیجه‌گیری

افزودن فیلر با ادهزیوها به هدف افزایش ویسکوزیته جهت جلوگیری از ایجاد لایه ادهزیو بسیار نازک، کاهش الاستیک مدولوس برای ایجاد لایه انعطاف‌پذیر حد واسط که در مقابل استرس‌های ناشی از پلیمریزاسیون کامپوزیت مقاومت می‌کند، جلوگیری از گسترش استرس‌های تولید شده ناشی از نیروهای اکلوژنی و افزایش استحکام

[Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2025-04-07]

باند صورت می‌گیرد. به علاوه فیلر، رادیواپاسیته ادهزیو را نیز افزایش می‌دهد (۱۱).

نتایج این مطالعه نشان داد وجود فیلر در ادهزیو تأثیر معنی‌داری بر استحکام باند ندارد. بر اساس تحقیقات مختلف افزودن فیلرهای بزرگتر از فضای بین فیبریلار عاج اچ شده (۲۰ نانومتر) به ادهزیو، ویسکوزیته آن را افزایش و قابلیت جریان یافتن و مرطوب‌سازی آن را کاهش می‌دهد و در نتیجه فیلرها در سطح فوقانی عاج اچ شده تجمع یافته و به داخل آن نفوذ نمی‌نمایند. پیامد این پدیده عدم تطابق صحیح ادهزیو با کلاژن‌های اکسپوز شده، ایجاد نشدن لایه هیبرید مناسب و کاهش استحکام باند می‌باشد (۱۲،۱۳). در همین رابطه می‌توان به مطالعه Tam و همکاران اشاره کرد که نشان داد در تصاویر SEM مربوط به ادهزیوهای محتوی ۱۰٪ وزنی فیلر، فیلرها کاملاً به سطح عاج دمینرالیزه نفوذ نکرده بودند و تگ‌های رزینی عمیق‌تر در داخل توبول‌های عاجی فیلر کمتری داشتند. به نظر می‌رسد یک اثر کاپیلاری روی قسمت مایع ادهزیو رزین ایجاد شده و اجزاء فیلر در طی نفوذ رزین به سطح عاج دمینرالیزه و توبول‌های عاجی، فیلتر می‌گردند (۱۴). این عامل می‌تواند عدم تأثیر فیلرهایی با اندازه متوسط ۱ میکرومتر در ادهزیو One Step Plus را در استحکام باند توجیه نماید. حتی زمانی که نانو فیلرهایی با اندازه کوچک‌تر از فضای بین فیبریلار، مانند فیلرهایی که در Single Bond 2 بکار می‌روند، به ادهزیو افزوده شدند، این امکان وجود دارد که تراکم یافته و به صورت خوشه‌ای (Cluster) تجمع یابند. این خوشه‌ها در داخل لایه ادهزیو به صورت یکنواخت پراکنده شده و ویسکوزیته ادهزیو را افزایش می‌دهند و در نهایت به صورت نقص و ترک عمل کرده و نمی‌توانند لایه ادهزیو را تقویت کنند و در نتیجه استحکام باند کاهش می‌یابد. همچنین بر اساس تحقیق Kim و همکاران با افزودن بیش از ۳٪ وزنی نانوفیلر به ادهزیو استحکام باند میکروتنسایل کاهش می‌یابد (۱۱). از آنجایی که ادهزیو Single Bond 2 محتوی ۱۰٪ وزنی نانوفیلر می‌باشد این عامل نیز می‌تواند عدم افزایش استحکام باند را در این ادهزیو توجیه کند.

ادهزیوهای Total-etch تک بطری، محتوی مونومرهای رزینی هیدروفوب و هیدروفیل در حلال آلی مثل استون، اتانول و آب یا ترکیبی از آنها هستند (۱۵). در مطالعه حاضر استحکام باند در ادهزیوهای استون بیس (One Step و One Step Plus) بیشتر از ادهزیوهای اتانول بیس (Single Bond, Single Bond 2) بود. این نتیجه همسو با مطالعه دیگری است که نشان داد ادهزیو استون بیس Prime and Bond NT هیبریدیزاسیون بهتری در مقایسه با ادهزیو اتانول بیس Single Bond ایجاد می‌کند (۱۶). در صورتیکه ادهزیوهای استون بیس دقیقاً بر طبق دستور العمل کارخانه و شرایط کنترل شده استفاده گردند استحکام باند بالاتری در مقایسه با ادهزیوهای اتانول بیس خواهند داشت. فشار بخار استون دو برابر اتانول است و استون بهترین حلال برای حمل رزین به عاج مرطوب ذکر شده است (۱۷). در مقایسه استون و اتانول، استون اثر محکم‌سازی بیشتری بر کلاژن‌های عاج اچ شده داشته، باعث نگهداری فضای بین فیبریلار کلاژن جهت نفوذ رزین و جلوگیری از کلاپس آنها بعد از تبخیر حلال می‌شود. این عامل می‌تواند باعث افزایش استحکام باند گردد. همچنین استون وزن مولکولی کمتری داشته و نسبت به مولکول‌های بزرگتر بهتر نفوذ کرده و جابجایی آب باقیمانده بین فیبریل‌های کلاژن را باعث می‌گردد (۱۸). از طرفی دو ادهزیو اتانول بیس استفاده شده در این مطالعه (Single Bond و Single Bond 2) حاوی کوپلیمر پلی آلکنوئیک اسید با غلظت بالا هستند که جهت ثبات بهتر ادهزیو در برابر رطوبت به آن افزوده می‌شود. این کوپلیمر وزن مولکولی بالایی داشته و در محلول ادهزیو حل نمی‌شود و در نتیجه فاز جداگانه‌ای ایجاد کرده که باعث تولید گلبول در داخل پلیمر ادهزیو می‌گردد. همچنین پلی آلکنوئیک اسید از نفوذ دای متاکریلات‌های موجود در ادهزیو به عاج جلوگیری کرده و باعث می‌شود آنها در بالای ناحیه سطحی لایه هیبرید باقی بمانند، در حالیکه اجزاء با وزن مولکولی اندک مانند HEMA به راحتی در عاج دمینرالیزه نفوذ می‌کنند و در نتیجه استحکام باند کاهش می‌یابد (۱۵). به علاوه دو ادهزیو استون بیس One Step وOne Step Plus حاوی مونومر اسیدی دارای دو گروه کربوکسیلیک اسید به نام BPDM هستند. بین گروه‌های آمیدی و کربوکسیلیک اسید مونومر ادهزیو و مولکول‌های کلاژن واکنش متقابل دیده می‌شود (۱۹). با توجه به این مسئله ممکن است مونومرهایی که حاوی گروه COOH هستند به علت تمایل بالاتر به الیاف کلاژن ماتریکس عاج، نفوذ بیشتری را به درون شبکه کلاژن دمینرالیزه داشته باشند و با پایدار نمودن و توسعه بیشتر شبکه، فضاهای بسیار ریزی را جهت نفوذ بیشتر عامل باندینگ ایجاد نمایند که نهایتاً با نفوذ بیشتر

[Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2025-04-07]

مونومرها لایه هیبرید مطمئن‌تری بدست می‌آید و استحکام باند افزایش می‌یابد (۲۰).

در این مطالعه سختی سطح عاج در ادهزیوهای اتانول بیس (Single Bond 2 و Single Bond) بیشتر از ادهزیوهای استون بیس (One Step و One Step Plus) بود. به نظر می‌رسد یکی از دلایل این تفاوت ناشی از مونومرهای متفاوت موجود در این دو گروه ادهزیو باشد. ادهزیوهای Single Bond و Single Bond 2 محتوی مونومرهای دای آکریلات هستند که شامل Bis-GMA، TEG-DMA و UDMA می‌باشند. اینها مونومرهایی کراس لینک و هیدروفوبند که استحکام مکانیکی ادهزیو را ایجاد می‌نمایند. همچنین وزن مولکولی بالای آنها باعث کاهش انقباض پلیمریزاسیون و سخت شدن سریع آنها و در نتیجه ایجاد پلیمری با خواص مکانیکی بالا به علت وجود حلقه آروماتیک حجیم می‌گردد که کاملاً Rigid می‌باشد (۱۵). در حالیکه همانطور که اشاره شد ادهزیوهای (One Step Plus, One Step) حاوی مونومرهای BPDM اند که درجه پلیمریزاسیون کمتری نسبت به مونومرهای دای آکریلات دارد (۲۱) و در نتیجه احتمالاً سختی عاج به هنگام استفاده از این دو ادهزیو کمتر است.

در مقایسه ادهزیوهای فیلردار استفاده شده در این مطالعه (Single Bond 2 و One Step Plus) با ادهزیوهای بدون فیلر (One Step و Single Bond) ملاحظه گردید که در ادهزیوهای فیلردار، سختی عاج باند شده کاهش یافته است. تا کنون مطالعه‌ای در مورد اثر فیلر ادهزیو بر سختی عاج باند شده صورت نگرفته است. مطالعاتی که در آنها سختی ادهزیوهای فیلر دار و بدون فیلر به تنهایی و بدون ارتباط با عاج اندازه‌گیری شده است، بیانگر افزایش سختی ادهزیو در حضور فیلر می‌باشند (۲۲). همانطور که اشاره شد با افزودن بیش از ۳٪ وزنی نانوفیلر تمایل به خوشه‌ای شدن (Clustering) آنها وجود دارد و این تجمعات به عنوان منبع ایجاد ترک و نقص عمل کرده (۱۱) و سختی را کاهش می‌دهند. از طرفی بر اساس تحقیق Nakabayashi و همکاران (۱۹۹۱) افزودن فیلر می‌تواند ویسکوزیته ادهزیو را افزایش و نفوذ آن را به شبکه کلاژن اکسپوز شده کاهش دهد (۲۳). لذا این امکان وجود دارد که با سایش نمونه‌های عاجی در این تحقیق قسمت اعظم لایه فیلر تجمع یافته در سطح برداشته شده و به علت اینکه فیلر از نفوذ کامل رزین به عاج نیز جلوگیری نموده است، سختی عاج کاهش یافته باشد.

نتایج این مطالعه نشان داد که تنها در ادهزیو One Step Plus استحکام باند ۶ لایه بیشتر از ۲ لایه بود و در ۳ نوع ادهزیو دیگر تفاوتی بین ۶ لایه و ۲ لایه وجود نداشت. این نتایج تنها در مورد One Step Plus همسو با نتایج Hashimoto و همکاران (۲۰۰۴) می‌باشد که در بررسی اثر Multiple adhesive coating بر استحکام باند میکروتنسایل در ادهزیوهای Single Bond وOne Step Plus مشاهده کرد که استحکام باند با افزایش تعداد لایه‌ها تا ۴ لایه افزایش یافت، البته در مطالعه وی افزایش لایه به ۶ و ۸ لایه افزایش بیشتری نسبت به ۴ لایه در استحکام باند ایجاد ننمود. علت افزایش در استحکام باند در این روش برداشتن بیشتر آب اضافی از فضای بین الیاف کلاژن عاج دمینرالیزه و افزایش انفیلتراسیون رزین به لایه هیبرید و کراس لینک شدن بیشتر آن ذکر شده است (۲). در روش Multiple adhesive coating خارج کردن حلال باقیمانده همراه با جریان هوا جهت ایجاد باند مناسب اهمیت زیادی دارد. افزایش استحکام باند در One Step Plus می‌تواند به علت وجود حلال استون در این ادهزیو باشد. استون فشار بخار بالایی دارد و به آسانی تبخیر می‌گردد (۲۴). این عامل باعث می‌شود حلال در مقایسه با اتانول که در Single Bond و Single Bond 2 وجود دارد به صورت کامل‌تری خارج شود. با توجه به اینکه حلال باقیمانده در ادهزیو از پلیمریزاسیون مونومرهای رزینی آن جلوگیری می‌کند (۱)، عدم مشاهده افزایش استحکام باند در سه نوع ادهزیو دیگر می‌تواند ناشی از این عامل باشد. همچنین در این مطالعه جریان هوا از فاصله ۱۰ سانتی‌متر بر عاج اعمال گردید و این امکان وجود دارد که این فاصله جهت تبخیر حلال مناسب نباشد. عامل دیگر که در این زمینه می‌توان به آن اشاره کرد وجود کوپلیمر پلی آلکنوئیک اسید در ادهزیو Single Bond 2 و Single Bond می‌باشد که از نفوذ دای متاکریلات‌های موجود در ادهزیو به عاج جلوگیری کرده و باعث می‌شود آنها در بالای ناحیه سطحی لایه هیبرید باقی بمانند، در نتیجه حتی با به کار بردن چند لایه نفوذ کامل ادهزیو در عاج صورت نگیرد. همچنین پلی آلکنوئیک اسید، مولکولی جاذب آب است و مانع از خروج آب اضافی از بین الیاف کلاژن می‌گردد (۱۵). مونومر BPDM در ادهزیو One Step Plus مونومری هیدروفیل و دارای گروه‌های کربوکسیل است و پتانسیل

[Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2025-04-07]

ایجاد باند شیمیایی با الیاف کلاژن را دارا می‌باشد و در نتیجه در مقایسه با دای متاکریلات‌های هیدروفوب که در Single Bond و Single Bond 2 وجود دارند، Wetting بهتری را روی الیاف کلاژن عاج دمینرالیزه ایجاد می‌کند (۲۵). با توجه به اینکه ادهزیو One Step تنها در عدم وجود فیلر با One Step Plus متفاوت است، بیشتر بودن استحکام باند ادهزیو One Step Plus در ۶ لایه در مقایسه با دو لایه با نتایج مطالعه حاضر مبنی بر اینکه افزودن فیلر تأثیری بر استحکام باند ندارد متناقض به نظر می‌رسد. لذا جهت بررسی اثر فیلر بر استحکام باند به تحقیقات بیشتر نیاز است. طبق مطالعه صدر و همکاران خروج بیشتر آب و حلال از سطح عاج به دنبال کاربرد جریان هوا به مدت بیشتر منجر به افزایش سختی عاج باند شده می‌گردد (۲۶). عدم افزایش ریزسختی در مطالعه حاضر می‌تواند ناشی از عدم خروج کامل حلال و آب اضافی از بین الیاف کلاژن باشد که می‌تواند منجر به کاهش درجه پلیمریزاسیون مونومرهای رزینی ادهزیو گردد (۱).

نتیجه‌گیری کلی از نتایج به دست آمده از مطالعه حاضر را می‌توان به صورت زیر عنوان نمود:

۱- تأثیر تعداد لایه‌های ادهزیو بر استحکام باند وابسته به نوع باند می‌باشد.

۲- وجود یا عدم وجود فیلر در ادهزیو تأثیر معنی‌داری بر استحکام باند نداشت ولی وجود فیلر باعث کاهش ریزسختی سطح عاج گردید.

۳- استحکام باند در ادهزیوهای محتوی استون بیش از ادهزیوهای حاوی اتانول بود ولی ریزسختی سطح عاج در ادهزیوهای حاوی اتانول بیشتر بود.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از مرکز تحقیقات دندانپزشکی دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی به دلیل حمایت مالی از این طرح تحقیقاتی سپاسگزاری می‌شود.

منابع:

1- Cardoso PC, Loguercio AD, Vieira LC, Baratieri LN, Reis A. Effect of prolonged application times on resin-dentin bond strengths. J Adhes Dent. 2005;7(2):143-9.

2- Hashimoto M, Sano H, Yashida E, Hori M, Kaga M, Oguchi H, et al. Effects of multiple adhesive coatings on dentin bonding. Oper Dent. 2004;29(4):416-23.

3- El-Din AK, Abd el-Mohsen MM. Effect of changing application times on adhesive systems bond strengths. Am J Dent. 2002;15(5):321-4.

4- Miyazaki M, Ando S, Hinoura K, Onose H, Moore BK. Influence of filler addition to bonding agents on shear bond strength to bovine dentin. Dent Mater. 1995;11(4):234-8.

5- Swift EJ, Perdigao J, Heymann HO, Wilder AD, Bayne SC, May KN, et al. Eighteen-month clinical evaluation of a filled and unfilled dentin adhesive. J Dent. 2001;29(1):1-6.

6- Cardoso PC, Lopes GC, Vieira LC, Baratieri LN. Effect of solvent type on microtensile bond strength of a total-etch one-bottle adhesive system to moist or dry dentin. Oper Dent. 2005;30(3):376-81.

7- Perdigao J, Frankenberger R. Effect of solvent and rewetting time on dentin adhesion. Quintessence Int. 2001;32(5):385-90.

8- Lopes GC, Cardoso PC, Vieira LC, Baratieri LN, Rampienelli K, Costa G. Shear bond strength of acetone-based one-bottle adhesive systems. Braz Dent. 2006;17(1):39-43.

9- Toledano M, Osorio R, Osorio E, Prati C, Carvalho RM. Microhardness of acid-treated and resin infiltrated human dentin. J Dent. 2005;33(4):349-54.

10- Fuentes V, Ceballos L, Osorio R, Toldano M, Carvalho RM, Pashley DH. Tensile strength and microhardness of treated human dentin. Dent Mater. 2004;20(6):522-9.

11- Kim JS, Cho BH, Lee IB, Um CM, Lim BS, Oh MH, et al. Effect of the hydrophilic nanofiller loading on the mechanical properties and the microtensile bond strength of an ethanol-based one-bottle dentin adhesive. J Biomed Mater Res B Appl Biomater. 2005;72(2):284-91.

12- Can Say E, Nakajima M, Senawongse P, Soyman M, Ozer F, Ogata M, et al. Microtensile bond strength of a filled vs unfilled adhesive to dentin using self-etch and total-etch technique. J Dent. 2006;34(4):283-91.

13- Gallo JR, Comeaux R, Haines B, Xu X, Burgess JO. Shear bond strength of four filled dentin bonding systems. Oper Dent. 2001;26(1):44-7.

14- Tam LE, Khoshand S, Pilliar RM. Fracture resistance of dentin-composite interfaces using different adhesive resin layers. J Dent. 2001;29(3):217-25.

15- Van landuyt KL, Snauwaert J, De Munck J, Peumans M, Yashida Y, Poitevin A, et al. Systematic review of the chemical composition of contemporary dental adhesives. Biomater. 2007;28(26):3757-85.

16- Mohan B, Kandaswamy D. A confocal microscopic evaluation of resin-dentin interface using adhesive systems with three different solvents bonded to dry and moist dentin- An in vitro study. Quintessence Int. 2005;36:511-21.

17- Gallo JR, Comeaux R, Haines B, Xu X, Burgess JO. Shear bond strength of four filled dentin bonding systems. Oper Dent. 2001;26(1):44-7.

[Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2025-04-07]

18- Garcia FC, Otsuki M, Pashley DH, Tay FR, Carvalho RM. Effects of solvents on the early stage stiffening rate of demineralized dentin matrix. J Dent. 2005;33(5):371-7.

19- Nishiyama N, Asakura T, Suzuki K, Komatsu K, Nemoto K. Bond strength of resin to acid-etched dentin studied by 13C NMR: interaction between N-methacryloyl-omega-amino acid primer and dental collagen. J Dent Res. 2000;79(3):806-11.

20- Nakabayashi N. Hybrid layer as a dentin-bonding mechanism. J Esth Rest dent. 2007:3(4);133-8.

21- Lopez-Suevos F, Dickens SH. Degree of cure and fracture properties of experimental acid-resin modified composites under wet and dry conditions. Dent Mater. 2008;24(6):778-85.

22- Takahashi A, Sato Y, Uno S, Pereira PN, Sano H. Effects of mechanical properties of adhesive resins on bond strength to dentin. Dent Mater. 2002;18(3):263-8.

23- Nakabayashi N, Nakamura M, Yasuda N. Hybrid layer as a dentin-bonding mechanisms. J Esthet Dent. 1991;3(4):133-8.

24- Balkenhol M, Huang J, Wostmann B, Hannig M. Influence of solvent type in experimental dentin primer on the marginal adaptation of class V restorations. J Dent. 2007;35(11):836-44.

25- Reis A, Cardoso P, Vieria L, Baratieri L, Grande R, Loguerico A. Effect of prolonged application times on the durability of resin-dentin bonds. Dent Mater. 2008;24(5):639-44.

26- Sadr A, Shimada Y, Tagami J. Effect of solvent drying time on micro-shear bond strength and mechanical properties of two self-etching adhesive systems. Dent Mater. 2007;23(9):1114-9.

[Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2025-04-07]