

Evaluation of Bond Strength between New and Old Composite Resin Restorations Using Two Universal Bonding Agents

Zahra Norouzi¹ 
Ameneh Shareghi² 
Akram Fallah³ 
Fatemeh Teimouri⁴ 

1. Assistant Professor, Department of Operative Dentistry, School of Dentistry, Shahrekord University of Medical Sciences, Shahrekord, Iran.

2. Assistant Professor, Department of Endodontic Dentistry, School of Dentistry, Shahrekord University of Medical Sciences, Shahrekord, Iran.

3. **Corresponding Author:** Corresponding author: Postgraduate Student of Oral And Maxillofacial Radiology, School of Dentistry, Isfahan University of Medical Science, Isfahan, Iran.

Email: Akramfallah01@gmail.com

4. Dentist, private practice, Shahrekord, Iran.

Abstract

Introduction: With the increasing use of composite restorations for dental aesthetics, achieving a stable bond between old and new composite materials is challenging due to the gradual degradation of the previous materials. This study aimed to evaluate the bond strength between old and new resin composite restorations using two universal bonding agents, G2 Bond and Clearfil SE Bond.

Materials & Methods: This study was conducted in 2023 at Shahrekord University of Medical Sciences. Forty G-aenial composite discs (2×8 mm) were prepared and subjected to 10000 thermal cycles to simulate one year of aging. After etching and rinsing, each bonding agent was applied to 20 samples. A second layer of composite (2×6 mm) was placed in molds and cured. From each group, 10 samples were stored in water for two weeks, and the other 10 samples underwent further thermal cycling. Shear bond strength was measured using a universal testing machine, and data were analyzed using Independent and Paired T-Tests ($P < 0.05$ significant).

Results: The mean shear bond strength of both bonding agents showed no significant difference after two weeks and one year ($p > 0.05$).

Conclusion: Both G2 Bond and Clearfil SE Bond provided adequate bond strength between old and new composite restorations (9.02 to 11.08 MPa), meeting ISO 10477 standards. No significant difference was observed between immediate and aged results. These bonding agents, combined with proper surface preparation, are reliable options for composite restorations.

Key words: Resin composite; Dental bonding; Bond strength; Dental restoration; Dental adhesives.

Received: ??????

Revised: ??????

Accepted: ??????

How to cite: Norouzi Z, Shareghi A, Fallah A, Teimouri F. Evaluation of Bond Strength between New and Old Composite Resin Restorations Using Two Universal Bonding Agents. J Isfahan Dent Sch 2025; 21(2): ??-??.

ارزیابی استحکام باند بین ترمیم‌های کامپوزیت رزینی جدید و قدیم با استفاده از دو نوع باندینگ یونیورسال

۱. استادیار، گروه دندان پزشکی ترمیمی، دانشکده دندان پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد، شهرکرد، ایران.
۲. استادیار، گروه درمان ریشه، دانشکده دندان پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد، شهرکرد، ایران.
۳. نویسنده مسئول: دانشجوی دستیاری رادیولوژی فک و صورت، دانشکده دندان پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران.
Email: Akramfallah01@gmail.com
۴. دندان پزشک، مطب خصوصی، شهرکرد، ایران

زهرا نوروزی^۱ IDآمنه شارق^۲ IDاکرم فلاح^۳ IDفاطمه تیموری^۴ ID

چکیده

مقدمه: با افزایش استفاده از ترمیم‌های کامپوزیتی برای زیبایی دندان، ایجاد اتصال پایدار میان کامپوزیت قدیمی و جدید به علت تخریب تدریجی مواد قبلی چالش برانگیز است. این مطالعه با هدف بررسی استحکام باند میان ترمیم‌های رزین کامپوزیت قدیم و جدید با دو باندینگ یونیورسال G2 Bond و Clearfil SE Bond انجام شد.

مواد و روش‌ها: این مطالعه در سال ۱۴۰۲ در دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد انجام گرفته است. در این مطالعه ۴۰ صفحه کامپوزیتی G-anial (۸×۲ میلی‌متر) آماده و ۱۰۰۰۰ سیکل حرارتی برای شبیه‌سازی پیری یک‌ساله اعمال شد. پس از اچ و شستشو، باندینگ‌ها هر کدام روی ۲۰ نمونه استفاده شد. لایه دوم کامپوزیت در قالب‌های ۶×۲ میلی‌متر قرار گرفته و پخت شد. از هر گروه ۱۰ نمونه دو هفته در آب نگهداری و ۱۰ نمونه دیگر مجدداً تحت سیکل حرارتی قرار گرفتند. استحکام باند برشی با دستگاه یونیورسال اندازه‌گیری و داده‌ها با Independent sample T-test و Paired T-test تحلیل شدند سطح معنی‌داری ($P < 0.05$) در نظر گرفته شد.

یافته‌ها: میانگین استحکام باند برشی دو باندینگ پس از دو هفته و یک سال تفاوت معنی‌داری نداشت ($P > 0.05$).

نتیجه‌گیری: هر دو باندینگ G2 Bond و Clearfil SE Bond استحکام باند مناسبی میان ترمیم‌های کامپوزیتی قدیم و جدید ایجاد کردند (۹/۰۲ تا ۱۱/۰۸ مگاپاسکال)، مطابق استاندارد ISO 10477 تفاوت معنی‌داری میان نتایج آنی و پس از پیری مشاهده نشد. این باندینگ‌ها همراه با آماده‌سازی صحیح سطح گزینه‌ای مطمئن برای ترمیم‌های کامپوزیتی هستند.

کلید واژه‌ها: کامپوزیت رزین؛ باندینگ دندان؛ استحکام باند؛ ترمیم دندان؛ چسب‌های دندان.

تاریخ پذیرش: ۰۰۰۰۰۰۰۰

تاریخ اصلاح: ۰۰۰۰۰۰۰۰

تاریخ ارسال: ۰۰۰۰۰۰۰۰

استناد به مقاله: نوروزی زهرا، شارق آمنه، فلاح اکرم، تیموری فاطمه. ارزیابی استحکام باند بین ترمیم‌های کامپوزیت رزینی جدید و قدیم با استفاده از دو نوع باندینگ یونیورسال. مجله دانشکده دندان پزشکی اصفهان. ۱۴۰۴؛ ۲۱ (۲): ۱۴۰۴-۱۴۰۴.

مقدمه

افزایش تقاضا برای درمان‌های زیبایی ترمیمی و پیشرفت‌های اخیر در دندان‌پزشکی Adhesive، منجر به توسعه‌ی موادی و تکنیک‌هایی شده است که هدف آن‌ها بازگرداندن ظاهر طبیعی دندان‌ها، به‌ویژه در ناحیه‌ی قدامی دهان است. ترمیم‌های کامپوزیتی روز به روز بادوام‌تر می‌شوند (۱-۳). با این حال، مشکلاتی که ممکن است در طول فرایند ترمیم ایجاد شوند، می‌توانند طول عمر ترمیم‌های رزین کامپوزیتی را کاهش دهند و منجر به ترک‌های مرزی، پوسیدگی ثانویه یا شکست ترمیم گردند (۴).

نواقص جزئی ممکن است نیازی به تعویض کامل ترمیم نداشته باشند (۵). در چنین شرایطی، تکنیک ترمیم کامپوزیت می‌تواند گزینه‌ی درمانی مناسبی باشد، چرا که این روش نسبت به جایگزینی کامل ماده ترمیمی، کمتر تهاجمی است. این کار، خطر آسیب به پالپ و ساختارهای دندان را به حداقل می‌رساند و در عین حال، هزینه‌ی کمتری نیز دارد.

در این شرایط، استحکام باند بالا بین لایه‌های قدیمی و جدید کامپوزیت برای دوام بالینی ترمیم جدید ضروری است. از طرفی، ایجاد باند مناسب به کامپوزیت‌های قدیمی ممکن است بسیار چالش‌برانگیز باشد، چرا که با گذشت زمان، جذب آب صورت می‌گیرد و تعداد پیوندهای شیمیایی موجود برای واکنش با مواد رزینی جدید کاهش می‌یابد (۶).

تاکنون تکنیک‌های مختلفی برای بهبود استحکام باند ترمیم‌های رزینی مورد بررسی قرار گرفته‌اند و یکی از این روش‌ها استفاده از باندینگ‌های شیمیایی قوی است. از این رو، در مطالعه‌ی حاضر، استحکام باند بین کامپوزیت‌های قدیمی و جدید با استفاده از باندینگ یونیورسال دو مرحله‌ای G2 از برند GC (که سازنده‌ی آن ادعای قدرت باند بالا و دوام دارد) و باندینگ یونیورسال تک مرحله‌ای Clearfil SE از برند Kuraray که در مطالعات اخیر (۷-۱۰) نیز استحکام بالایی نشان داده است، مقایسه شد. این مطالعه با هدف ارزیابی استحکام باند بین ترمیم‌های رزین کامپوزیت قدیمی و جدید با استفاده از دو عامل باندینگ یونیورسال،

یعنی G2 Bond (ژاپن، GC) و Clearfil SE Bond (Kuraray، ژاپن) انجام شد. فرضیه‌ی صفر مطالعه این بود که میزان استحکام باند بین ترمیم‌های کامپوزیت رزینی جدید و قدیم با استفاده از دو نوع باندینگ یونیورسال تفاوتی ندارد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه‌ی کارآزمایی بالینی با کد اخلاق: IR.SKUMS.MED.REC.1402.043 در دانشکده‌ی دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد در سال ۱۴۰۲ انجام شد. معیارهای ورود نمونه‌ها به مطالعه عبارتند از: ۱- کلیه‌ی نمونه‌ها باید از نظر قطر و ضخامت یکسان باشند، ۲- کلیه‌ی نمونه‌ها باید فاقد حباب و ترک باشند، ۳- آماده‌سازی نمونه‌ها مطابق با استانداردهای ISO برای آزمون‌های استحکام باند و ۴- نگهداری و آماده‌سازی نمونه‌ها در شرایط استاندارد (رطوبت، دما) پیش از آزمون.

معیارهای خروج از مطالعه عبارتند از ۱- استفاده از کامپوزیت‌های رزینی متفاوت (نوع یا رنگ متفاوت) برای بخش قدیمی و جدید، ۲- عدم رعایت پروتکل‌های استاندارد آماده‌سازی سطح یا باندینگ، ۳- هر گونه آلودگی سطحی پیش از باندینگ و ۴- تخریب یا از دست رفتن نمونه‌ها قبل از انجام تست استحکام باند.

تعداد ۴۰ صفحه کامپوزیتی با استفاده از یک لایه کامپوزیت Composite Resin:) GC (Manufacturer) Gianial (Gianial Corporation, Tokyo, Japan) تهیه شد (مطابق جدول ۱ و شکل ۱). این صفحات دارای ضخامت ۲ میلی‌متر و قطر ۸ میلی‌متر بودند و با استفاده از قالب‌های سیلندری پلاستیکی (شکل ۲) ساخته شدند. تمام سطوح به مدت ۲۰ ثانیه با دستگاه لایت کیور مدل Wood pecker (Light-Curing Unit, Model: Woodpecker (Manufacturer: Guilin Woodpecker Medical Instrument Co., Ltd., Guilin, China) با شدت نور ۲۶۰۰ mW/cm² پلیمریزه شدند. برای به‌دست آوردن سطح صاف و جلوگیری از ایجاد لایه مهارکننده اکسیژن قبل از پلیمریزاسیون، یک اسلاید شیشه‌ای روی سطح کامپوزیت قرار داده شد.

جدول ۱: مشخصات مواد مصرفی

نوع باند	کشور سازنده	ترکیبات
G2-Bond Universal	GC: Tokyo; Japan	Adhesive: Bis-GMA, UDMA, TEGDMA, GDMA, 2-HEMA, initiators, fillers
Clearfill SE Bond Universal	Kuraray Noritake; Tokyo, Japan	Bis-GMA (10-25%), HEMA (2.5-10%), 10-MDP, hydrophilic amide monomer, colloidal silica, silane coupling agent, sodium fluoride, camphorquinone, Ethanol (10-25%), water
BW G-aenial Composite	GC: Tokyo; Japan	Resins: UDMA, dimethacrylate co-monomers. Fillers: Ba-Al-B-F-Si Glass, Pyrogenic SiO ₂ 61%vol.78%wt

UDMA; Urethane dimethacrylate; HEMA: Hydroxyethyl methacrylate; Bis-GMA: Bisphenol A diglycidyl methacrylate; TEG-DMA: Triethylene glycol dimethacrylate; 10-MDP: 10-metacryloyloxydecyl; GPDM: Glycerophosphate dimethacrylate.



شکل ۱: کامپوزیت و رزین‌های مورد استفاده



شکل ۲: نمونه‌های نهایی در قالب‌های استوانه‌ای پلاستیکی



شکل ۳: ماشین ترموسایکلر

در گروه دوم، ماده Clearfil SE Bond Universal (Manufacturer: Kuraray Noritake Dental Inc., Tokyo, Japan) نیز به همان روش با اپلیکاتور به مدت ۱۰ ثانیه اعمال و سپس به مدت ۵ ثانیه با هوای ملایم خشک و به مدت ۱۰ ثانیه پلیمریزه گردید (۱۲).

برای ساخت قسمت ترمیمی، با استفاده از همان نوع کامپوزیت، قالب‌های پلاستیکی با ارتفاع ۲ میلی‌متر و قطر ۳ میلی‌متر روی صفحات آماده‌شده قرار گرفتند. لایه دوم کامپوزیت داخل آن‌ها قرار گرفته و به مدت ۲۰ ثانیه از بالا پلیمریزه شد. سپس قالب پلاستیکی برداشته شد تا سیلندر کامپوزیتی یکنواخت حاصل شود.

۱۰ نمونه از هر گروه به مدت دو هفته در آب ۳۷ درجه برای آزمایش استحکام فوری باند قرار گرفتند و ۱۰ نمونه دیگر برای شبیه‌سازی Aging یک‌ساله دوباره وارد دستگاه ترموسایکلر شدند. سپس آزمایش استحکام باند برشی طبق استاندارد ISO 29022:2013 انجام شد. البته، به دلیل آن‌که این آزمون روی بستر کامپوزیتی و نه دندان انجام می‌شد، تعدیلاتی در آن صورت گرفت.

نمونه‌ها به صورت عمودی در داخل سیلندر آکریلی قرار داده شدند و طبق استاندارد، سیلندر در دستگاه تست قرار گرفت. نیروی عمودی توسط تیغه‌ای در نقطه تماس با سطح

برای تکمیل فرایند پلیمریزاسیون، نمونه‌ها به مدت یک هفته در آب مقطر در دمای ۳۷ درجه‌ی سانتی‌گراد نگهداری شدند. سپس برای شبیه‌سازی شرایط دهان و پیری، ۱۰۰۰۰ بار (معادل یک سال) تحت سیکل حرارتی بین دمای ۵ و ۵۵ درجه‌ی سانتی‌گراد با زمان ۳۰ ثانیه در هر دما و زمان انتقال ۱۰ ثانیه قرار گرفتند. این فرایند با دستگاه ترموسایکلر Thermocycler (Manufacturer: Delta Tpo2, Nemo, Mashhad, Iran) انجام شد (شکل ۳).

سپس صفحات کامپوزیتی به صورت تصادفی در دو گروه ۲۰ تایی تقسیم شدند. برای اطمینان از تمیز بودن سطح پیش از استفاده از باندینگ، تمام سطوح موردنظر با اسید فسفریک ۳۷ درصد، بیسکو آمریکا (Phosphoric Acid 37% (Manufacturer: BISCO, Inc., Schaumburg, Illinois, USA) به مدت ۲۰ ثانیه اچ شده، سپس به مدت ۴۰ ثانیه شسته و با هوا به مدت ۱۵ ثانیه خشک شدند.

در گروه اول، ماده G2 Bond Universal (Manufacturer: GC Corporation, Tokyo, Japan) با استفاده از اپلیکاتور به مدت ۱۰ ثانیه روی سطح نمونه اعمال شد و سپس به مدت ۵ ثانیه با جریان آرام هوا خشک گردید. پس از آن، یک لایه یکنواخت و نازک از G2 Bond روی سطح پخش و مجدداً با هوا خشک و به مدت ۲۰ ثانیه پلیمریزه شد (۱۱).

Stouffer انجام شد که همه‌ی این نتایج به دست آمده P بالای (۰/۵) داشتند. (جدول ۳ و ۲).

جدول ۲: مقایسه‌ی پارامتر T-test در داده‌ها مربوط به دو باند در بازه‌های زمانی دو هفته و یکسال برای ۱۰ نمونه

گروه‌ها	میانگین	انحراف معیار	مقدار P
GC بعد از دو هفته	۱۱/۰۹۴	۲/۸۹	۰/۲۶۱
GC بعد از یکسال	۱۰/۴۸۳	۳/۳	۰/۶۵۶
Kuraray بعد از دو هفته	۱۰/۲۴۷	۲/۸۷	۰/۷۹۳
Kuraray بعد از یکسال	۹/۰۲۴	۳/۷۲	۰/۴۲۹

جدول ۳: مقایسه‌ی مقدار P استفاده از روش Stouffer و Fisher's exact test

روش Stouffer	روش Fisher's exact test	
۰/۳۲۷	۰/۵۳۳	GC و Kuraray بعد از دو هفته
۰/۳۸۳	۰/۶۳۸	GC و Kuraray بعد از یکسال

بر اساس یافته‌های جدول ۴، تفاوت معنی‌داری در میانگین استحکام برشی بین باندینگ‌های GC و Koraray در هیچ یک از گروه‌ها مشاهده نگردید. علاوه بر این، حالت‌های شکست نیز بررسی شدند که در ۱۶ نمونه Adhesive failure، در ۲۲ نمونه Cohesive failure و در دو نمونه شکست ترکیبی گزارش شد.

باند اعمال شد. تمام نمونه‌ها در دستگاه تست یونیورسال Universal Testing Machine (Model: K-21046,) (Manufacturer: Walter, Bai, Switzerland) (شکل ۴) با سرعت ۱ میلی‌متر بر دقیقه در جهت عرضی تا زمان شکست بارگذاری شدند. نیروی اعمال‌شده در زمان شکست به نیوتن اندازه‌گیری و سپس با توجه به قطر نمونه، به مگاپاسکال (MPa) تبدیل شد.



شکل ۴: ماشین تست یونیورسال

یافته‌ها

به منظور مقایسه‌ی میانگین استحکام برشی بین کامپوزیت‌ها در چهار گروه مورد بررسی و با فرض نرمال بودن داده‌ها در هر گروه، از آزمون Independent sample T-test برای تحلیل آماری استفاده شد و همچنین مقایسه‌ی داده‌های P با استفاده از روش‌های استاندارد Fisher's exact test و

جدول ۴: استحکام باند برشی برای ۱۰ نمونه بر اساس مگاپاسکال

گروه	بالاترین استحکام	پایین ترین استحکام	میانگین استحکام	میزان انحراف معیار
GC بعد از دو هفته	۱۶/۴۷	۵/۸۵	۱۱/۰۸۴	۲/۸۹
Kuraray بعد از دو هفته	۱۸/۶۵	۵/۰۶	۱۰/۲۴۷	۳/۸۷
GC بعد از یکسال	۱۴/۴۸	۵/۵۹	۱۰/۴۸۳	۳/۳۰
Kuraray بعد از یکسال	۱۴/۴۴	۳/۰۴	۹/۰۲۴	۳/۳۷

بحث

این مطالعه، با هدف بررسی استحکام باند بین ترمیم‌های کامپوزیت رزینی جدید و قدیم با استفاده از دو نوع باندینگ یونیورسال انجام شد. پس از انجام آزمون استحکام باند و تحلیل آماری داده‌ها، فرضیه‌ی صفر تأیید شد و نتیجه‌گیری گردید که نوع باندینگ یونیورسال مورد استفاده، تفاوت معنی‌داری در استحکام باند بین کامپوزیت‌های قدیم و جدید ایجاد نمی‌کند. افزایش استحکام باند در ترمیم ونیرهای کامپوزیتی از طریق روش‌های مختلفی امکان‌پذیر است که شامل آماده‌سازی فیزیکی و شیمیایی سطح، یا ترکیبی از این دو روش می‌باشد. روش‌های فیزیکی شامل اچ کردن با اسید، Air abrasion، زبر کردن سطح با فرز، یا استفاده از پوشش‌های تریوشیمیایی روی سطح کامپوزیت پایه هستند. روش‌های شیمیایی نیز شامل استفاده از سیلان و ادهزیوهای دندان‌ی با قدرت چسبندگی بالا می‌شوند (۱۳).

در میان این روش‌ها، ادهزیوهای دندان‌ی ترکیباتی هستند که پیش از اعمال کامپوزیت روی ساختار دندان قرار می‌گیرند. بنابراین، قدرت چسبندگی این مواد بر کیفیت اتصال به مینای دندان و همچنین کامپوزیت تأثیرگذار است. کیفیت نهایی ترمیم نیز بستگی به نحوه اتصال آن به بستر اولیه و خواص پیوندی دارد که با دندان ایجاد می‌کند (۱۴). با توجه به اهمیت پیوند مؤثر و بادوام بین کامپوزیت جدید و ترمیم شده، این مطالعه به بررسی اثر دو باندینگ یونیورسال، شامل Clearfil SE و G2 بر استحکام باند ترمیم‌های کامپوزیتی قدیمی پرداخت.

بر اساس نتایج این مطالعه، استحکام باند در محدوده‌ی ۰۲/۹ تا ۰۹/۱۱ مگاپاسکال به‌دست آمد که بر اساس استاندارد ISO10477 حداقل ۵ MPa برای اتصال کامپوزیت به کامپوزیت بدون آماده‌سازی میکرومکانیکی قابل قبول است. اگرچه استحکام باند برشی در باندینگ GC نسبت به Kuraray در کوتاه‌مدت و بلندمدت اندکی بالاتر بود، اما این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار نبود. این یافته‌ها با نتایج مطالعات قبلی همخوانی داشت که نشان دادند، باندینگ‌های

یونیورسال بررسی شده در تست‌های بلافاصله و یک سال بعد، تفاوت معنی‌داری نداشته‌اند.

محدوده‌ی استحکام باند گزارش شده در این مطالعه با نتایج Staxrud و Dahl نیز همسو بوده است (۱۵). در این پژوهش، آماده‌سازی سطح با اسید فسفریک ۳۷ درصد انجام شد. در برخی مطالعات، این روش به‌عنوان عاملی مؤثر در افزایش چسبندگی بین کامپوزیت جدید و قدیم گزارش شده است. برای مثال، مطالعه‌ی Ivanovas و همکاران نشان داد، گروهی که با اسید فسفریک آماده‌سازی شده بودند، استحکام باند بالاتری داشتند (۱۶).

این در حالی است که اسید فسفریک، تغییری در ساختار ماتریس کامپوزیت ایجاد نمی‌کند و صرفاً به پاک‌سازی سطح کمک می‌نماید. تفاوت عملکرد می‌تواند ناشی از باقی‌ماندن رادیکال‌های آزاد در کامپوزیت‌های غیرمستقیم باشد که به پیوند شیمیایی مؤثر کمک می‌کنند. مطالعه‌ی Kanzow و همکاران نیز بر استفاده از اسید فسفریک برای افزایش انرژی سطحی و بهبود اتصال تأکید داشت (۱۷).

مطالعات پیشین نشان داد که بر خلاف اتصال رزین به دندان که بیشتر به پیوندهای شیمیایی وابسته است، اتصال بین کامپوزیت‌های قدیمی و جدید به پیوند میکرومکانیکی و زبری سطح متکی است. استفاده از کامپوزیت‌های ویسکوز بالا در این سطوح زبر می‌تواند گیر مکانیکی ایجاد کند. بنابراین، ایجاد زبری سطح با روش‌هایی مانند Etching با اسید فسفریک ۳۷ درصد و Air abrasion برای دستیابی به استحکام باند بیشتر توصیه می‌شود.

از سوی دیگر، لایه باند جدید ضعیف‌ترین بخش در فرایند ترمیم است و باید صرفاً به‌عنوان عامل Wetting در نظر گرفته شود. برخلاف لایه‌های ضخیم Adhesive که به‌عنوان Shock-absorbing عمل می‌کنند، استفاده از لایه نازک برای ایجاد پیوند قوی بین زیرلایه‌ها ضروری است (۱۸).

مطالعه‌ی Eliasson و Dahl نیز نشان داد که بهترین روش برای ایجاد پیوند مؤثر بین کامپوزیت قدیم و جدید، استفاده از لایه‌ی نازک باندینگ بدون کیور اولیه آن است

نکته‌ای که در این مطالعه نیز رعایت شد (۱۹).

مطالعه‌ی Nematianaraki و همکاران در سال ۲۰۱۰ به بررسی اثر دو باندینگ G-bond و Clearfil بر استحکام باند پرداخت و نتیجه گرفت که تفاوت معنی‌داری بین آن‌ها وجود ندارد، که با یافته‌های حاضر مطابقت داشت (۲۰). نکته‌ی قابل توجه این است که در آن مطالعه از باندینگ‌های نسل هفتم استفاده شده بود، در حالی که در مطالعه حاضر، باندینگ‌های نسل هشتم به کار رفته‌اند. با این حال، تفاوت معنی‌داری در نتایج مشاهده نشد. دامنه استحکام باند در آن مطالعه ۵۳/۸ MPa تا ۳/۱۱ نیز تقریباً مشابه یافته‌های فعلی بود.

همچنین مطالعه‌ی Staxrud و Valen نشان داد که استحکام باند در ترمیم‌های کامپوزیتی قدیمی با باندینگ‌های یونیورسال، تفاوت معنی‌داری ندارد. شاید دلیل این موضوع، عملکرد مشابه نسل‌های ۷ و ۸ باندینگ‌ها باشد. این سؤال مطرح است که آیا باندینگ‌های یونیورسال واقعاً نسل جدیدی هستند یا همان مواد قبلی در بسته‌بندی جدید؟ (۲۱). در پاسخ به این پرسش، مطالعات Blum و همکاران (۲۲) و Tyas و همکاران (۲۳) اشاره کردند که مواد ساده، سریع و قابل اعتماد با مراحل کاری کمتر، انتخاب اول دندان‌پزشکان هستند و باندینگ‌های یونیورسال نیز در پاسخ به همین نیاز طراحی شده‌اند.

Chuenweravanich و همکاران در مطالعه‌ای اعلام کردند که باندینگ‌های یونیورسال عملکرد بهتری نسبت به نسل ششم دارند اما از نظر استحکام باند برشی تفاوت چشمگیری با نسل ششم و هفتم ندارند (۲۴).

در مطالعه‌ی Cavalcanti و همکاران، اثر روش آماده‌سازی سطح و نوع باندینگ بر استحکام باند فوری بررسی شد و مشخص گردید، تفاوت معنی‌داری بین گروه‌های مختلف از نظر استحکام باند وجود ندارد که با یافته‌های مطالعه‌ی حاضر مطابقت داشت. دامنه‌ی استحکام باند در مطالعه‌ی مذکور ۸۹/۹ MPa تا ۱۳/۱۲ نیز مشابه یافته‌های این پژوهش بود (۲۵).

در سال ۲۰۱۹، Ensafi و همکاران، اثر روش‌های

مختلف آماده‌سازی سطح از جمله استفاده از سیلان و Self-etch adhesive بر استحکام باند Microtensile بررسی کردند. آن‌ها نتیجه گرفتند، همه روش‌های به کار رفته برای ایجاد اتصال مناسب به کامپوزیت‌های قدیمی مناسب هستند، اما استحکام باند در گروهی که با ادهزیوهای یونیورسال آماده شده بود، کمتر از گروه‌های آماده شده با سیلان و ادهزیوهای هیدروفوب بود (۲۶).

مطالعه‌ی مروری و متاآنالیز Valente و همکاران در سال ۲۰۱۶ نیز تأیید کردند که آماده‌سازی سطحی فیزیکی و شیمیایی می‌تواند به افزایش استحکام ترمیم کمک کند، اما سیلان نقش کمتری در مقایسه با باندینگ‌ها دارد و Air-abrasion به تنهایی مؤثر نیست (۱۳).

در مجموع، آنچه باعث تفاوت آماری در داده‌های استحکام باند می‌شود، نوع آماده‌سازی سطح و افزایش زبری مکانیکی در کنار استفاده از باندینگ‌های قوی است. بنابراین، افزایش زبری سطح در کنار استفاده از ادهزیو مناسب، کلید افزایش استحکام باند ترمیمی است.

عامل مهم دیگر، گذر زمان است. در این مطالعه، نمونه‌ها به مدت یک سال (۱۰۰۰۰ سیکل حرارتی) aging شدند. مطالعه‌ی Valente و همکاران اشاره کردند که اگر نمونه‌ها به طور کامل فرسوده نشوند، اثر واقعی روش‌های آماده‌سازی ممکن است بیشتر یا کمتر از واقعیت برآورد شود (۱۳). Aging کامل در این مطالعه و نتایج قابل قبول آن، اثربخشی بالای باندینگ‌های یونیورسال استفاده شده را نشان داد. همچنین، Chuenweravanich و همکاران، دوره‌ی یک‌ساله معادل ۱۰۰۰۰ سیکل حرارتی را به عنوان دوره‌ی ایده‌آل برای آزمون در نظر گرفته‌اند (۲۴).

در مطالعه‌ای دیگر، Sadaghiani و همکاران دریافتند که خاصیت Wetting ادهزیوها نقش اساسی در استحکام باند بین کامپوزیت جدید و قدیمی دارد. در واقع، نیاز به استفاده از سیلان یا عدم نیاز به آن، به این ویژگی بستگی دارد. هر دو باندینگ مورد استفاده در این مطالعه حاوی ۲-هیدروکسی اتیل متا آکریلات هستند، که با یافته‌های این مطالعه همخوانی

داشت (۲۷). همچنین، باندینگ یونیورسال G2 دارای مونومر تری‌اتیلن گلاکول دی‌متاکریلات است که به دلیل ویسکوزیته پایین، نفوذ بهتری فراهم می‌کند. از سوی دیگر، Clearfil SE حاوی سیلان است که در افزایش استحکام باند مؤثر می‌باشد.

مطالعه‌ی Ghavam و همکاران نیز تأیید کردند که علاوه بر روش آماده‌سازی سطح، نوع کامپوزیت قدیمی و جدید نیز در استحکام باند نهایی تأثیر دارد (۲۸).

محدودیت‌های مطالعه‌ی حاضر این بود که مطالعه‌ی آزمایشگاهی (in vitro) بوده و شرایط دهان رطوبت، نیروهای جویدن، تغییرات pH به‌طور کامل شبیه‌سازی نشده است. همچنین تنها دو نوع باندینگ یونیورسال بررسی شده و سایر سیستم‌های باندینگ یا نسل‌های متفاوت ارزیابی نشدند. مدت زمان پیری (یک‌سال شبیه‌سازی شده) ممکن است با شرایط واقعی دهان تفاوت داشته باشد. نوع و برند خاص کامپوزیت (G-anial) استفاده شده و نتایج لزوماً برای سایر برندها قابل تعمیم نیست و اینکه تعداد نمونه‌ها محدود بوده (۴۰ نمونه) که ممکن است دقت آماری را تحت تأثیر قرار دهد.

پیشنهاد می‌شود مطالعات بالینی برای ارزیابی عملکرد باندینگ‌ها در شرایط واقعی دهان انجام شود. همچنین بررسی انواع باندینگ‌های بیشتر (نسل‌های مختلف و برندهای گوناگون) برای مقایسه جامع‌تر و استفاده از نمونه‌های بیشتر و تست‌های مکانیکی متنوع مانند Micro tensile bond strength برای دقت بالاتر انجام شود. بررسی اثر شرایط محیطی مثل تغییرات pH و بارهای مکانیکی طولانی‌مدت بر دوام باند و ترکیب روش‌های آماده‌سازی سطح (مانند سندبلاست، لیزر) برای بهبود استحکام باند انجام شود.

نتیجه‌گیری

در جمع‌بندی، یافته‌های این مطالعه اثربخشی دو ماده باندینگ

یونیورسال G2 Bond و Clearfil SE Bond، را در افزایش استحکام باند بین ترمیم‌های کامپوزیتی قدیمی و جدید نشان می‌دهد. هر دو ماده استحکام باند برشی قابل قبولی در بازه‌ی ۰۲/۹ تا ۰۹/۱۱ مگاپاسکال داشتند که مطابق با استاندارد ISO 10477 است.

نتایج حاکی از آن بود که بین دو باندینگ از نظر استحکام باند، چه در حالت فوری و چه پس از شبیه‌سازی aging (Thermocycling)، تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. این مطالعه همچنین بر اهمیت آماده‌سازی صحیح سطح، به‌ویژه استفاده از اسید فسفریک ۳۷ درصد برای افزایش انرژی سطحی و استحکام باند، تأکید دارد. همچنین مشخص شد که استفاده از لایه‌ی نازک آدهزیو، برای دستیابی به استحکام ترمیمی بهینه، حیاتی است.

در مجموع، استفاده از این باندینگ‌های یونیورسال، راه‌حلی قابل‌اعتماد و با دوام برای ترمیم کامپوزیت‌ها ارائه می‌دهد و اطلاعات ارزشمندی برای دندان‌پزشکان در جهت انتخاب درمان‌های ترمیمی مؤثر و مقرون‌به‌صرفه فراهم می‌سازد. این نتایج با مطالعات پیشین هم‌راستا بوده و نقش باندینگ‌های یونیورسال را به‌عنوان ابزاری کاربردی در دندان‌پزشکی چسبنده مدرن تقویت می‌کند.

سپاسگزار

این مطالعه‌ی کارآزمایی بالینی با شماره‌ی طرح ۶۹۶۷ در دانشکده‌ی دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد در سال ۱۴۰۲ انجام شد. بدین‌وسیله مراتب سپاس و قدردانی صمیمانه خود را از تمامی افرادی که در انجام این مطالعه همکاری داشته‌اند اعلام می‌داریم. پیش از هر چیز، از دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد به‌دلیل فراهم آوردن منابع و حمایت‌های لازم در طول اجرای این پژوهش صمیمانه تشکر می‌نمایم.

References

1. Gomes G, Perdigão J. Prefabricated composite resin veneers: a clinical review. J Esthet Restor Dent 2014; 26(5): 302-13.

2. Ritter A, Boushell L, Walter R. Sturdevant's art and science of operative dentistry. 6th ed. St. Louis: Elsevier; 2019.
3. Özcan M, Pekkan G. Effect of different adhesion strategies on bond strength of resin composite to composite-dentin complex. *Oper Dent* 2013; 38(1): 63-72.
4. Fornazari IA, Wille I, Meda Em, Brum Rt, Souza Em. Effect of surface treatment, silane, and universal adhesive on microshear bond strength of nanofilled composite repairs. *Oper Dent* 2017; 42(4): 367-74.
5. Rinastiti M, Özcan M, Siswomihardjo W, Busscher HJ. Immediate repair bond strengths of microhybrid, nanohybrid and nanofilled composites after different surface treatments. *J Dent* 2010; 38(1): 29-38.
6. Flury S, Dulla FA, Peutzfeldt A. Repair bond strength of resin composite to restorative materials after short- and long-term storage. *Dent Mater* 2019; 35(9): 1205-31.
7. Willers AE, Almeida Ayres AP, Hirata R, Giannini M. Effect of universal adhesive application on bond strength of four-year aged composite repair. *J Adhes Sci Technol* 202; 36(1): 1823-33.
8. van Meerbeek B, Yoshihara K, van Landuyt K, Yoshida Y, Peumans M. From Buonocore's pioneering acid-etch technique to self-adhering restoratives: a status perspective of rapidly advancing dental adhesive technology. *J Adhes Dent* 2020; 22(1): 7-34.
9. Peumans M, Kanumilli P, De Munck J, van Landuyt K, Lambrechts P, van Meerbeek B. Clinical effectiveness of contemporary adhesives: a systematic review of current clinical trials. *Dent Mater* 2005; 21(9): 864-81.
10. Jang JH, Lee MG, Woo SU, Lee CO, Yi JK, Kim DS. Comparative study of the dentin bond strength of a new universal adhesive. *Dent Mater J* 2016; 35(4): 606-12.
11. GC Corporation. GC Dental. [Accessed 2020] Available from: www.gc.dental.com.
12. Kuraray Noritake. CLEARFIL Universal Bond. [Published 2019] Available from: www.kuraraynoritake.com.
13. Valente LL, Sarkis-Onofre R, Goncalves AP, Fernandez E, Loomans B, Moraes RR. Repair bond strength of dental composites: systematic review and meta-analysis. *Int J Adhes Adhes* 2016; 69: 15-62.
14. Ibrahim IM, Elkassas DW, Yousry MM. Effect of EDTA pretreatment and phosphoric acid on the bonding effectiveness of self-etch adhesives to ground enamel. *Eur J Dent* 2010; 4(4): 418-82.
15. Staxrud F, Dahl JE. Role of bonding agents in the repair of composite resin restorations. *Eur J Oral Sci* 2011; 119(4): 316-22.
16. Ivanovas S, Hickel R, Ilie N. How to repair fillings made by silorane-based composites. *Clin Oral Investig* 2011; 15: 915-22.
17. Kanzow P, Wiegand A, Goestemeyer G, Schwendicke F. Understanding the management and teaching of dental restoration repair: systematic review and meta-analysis of surveys. *J Dent* 2018; 69: 1-21.
18. Oh HK, Shin DH. Effect of adhesive application method on repair bond strength of composite. *Restor Dent Endod* 2021; 46(3): e25.
19. Eliasson ST, Dahl JE. Effect of curing and silanizing on composite repair bond strength using an improved micro-tensile test method. *Acta Biomater Odontol Scand* 2017; 3(1): 21-9.
20. Nematianaraki S, Banav S, Valaee N, Korkeabadi H. Comparing the effect of three self-etching bondings on human dentin shear bond strength and microleakage. *Res Dent Sci* 2010; 7(3): 30-6.
21. Staxrud F, Valen H. Potential of "universal" bonding agents for composite repair. *Biomater Investig Dent* 2022; 9(1): 41-6.
22. Blum IR, Lynch CD, Wilson NH. Factors influencing repair of dental restorations with resin composite. *Clin Cosmet Investig Dent* 2014; 6: 81-7.
23. Tyas MJ, Anusavice KJ, Frencken JE, Mount GJ. Minimal intervention dentistry: a review. FDI Commission Project 1-97. *Int Dent J* 2000; 50(1): 1-12.
24. Chuenweravanich J, Kuphasuk W, Saikaew P, Sattabanasuk V. Bond durability of a repaired resin composite using a universal adhesive and different surface treatments. *J Adhes Dent* 2022; 24(1): 67-76.
25. Cavalcanti AN, De Lima AF, Peris AR, Mitsui FHO, Marchi GM. Effect of surface treatments and bonding agents on the bond strength of repaired composites. *J Esthet Restor Dent* 2007; 19(2): 90-8.
26. Ensafi F, Hooshmand T, Pirmoradian M. Evaluation of microtensile bond strength of repaired dental resin composite using different surface treatment techniques: a laboratory study [in Persian]. *J Dent Med* 2019; 32(1): 29-39.
27. Sadaghiani M, Basir Shabestari S, Kazemi Yazdi H, Saghaei F, Farahani AR. Comparative study of the effect of two bonding agents on the shear bond strength of repaired composite restorations. *J Dent* 2011; 11(4): 282-8.
28. Ghavam M, Naeemi M, Hashemikamangar SS, Ebrahimi H, Kharazifard MJ. Repair bond strength of composite: effect of surface treatment and type of composite. *J Clin Exp Dent* 2018; 10(6): e520-5.