

مقایسه استحکام باند سمان رزینی با کامپوزیت غیر مستقیم آماده شده با توان‌های لیزر ER;YAG و سندبلاست

دکتر منصوره میرزایی^۱ - دکتر اسماعیل یاسینی^۲ - دکتر سیما شهابی^۳ - دکتر نسیم چینی‌فروشن^۴ - دکتر نازنین زینب گرشاسب‌زاده^۵

۱- استادیار گروه آموزشی ترمیمی و زیبایی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی تهران، تهران، ایران
 ۲- استادیار گروه آموزشی ترمیمی و زیبایی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی تهران، تهران، ایران
 ۳- دانشیار گروه آموزشی بیومواد دندانپزشکی و مرکز تحقیقات لیزر در دندانپزشکی/ مرکز تحقیقات علوم و تکنولوژی در پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی تهران، تهران، ایران
 ۴- دندانپزشک و عضو مرکز تحقیقات لیزر، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی تهران، تهران، ایران
 ۵- استادیار گروه آموزشی ترمیمی و زیبایی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه پردیس بین‌الملل دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی شهید بهشتی، تهران، ایران

Comparison of the resin cement bond strength to an indirect composite treated by Er;YAG laser and sandblasting

Mansure Mirzaee¹, Esmaeel Yassini², Sima Shahabi³, Nasim Chiniforoush⁴, Nazanin Zeinab Garshasbzade⁵†

1- Assistant Professor, Department of Operative Dentistry, School of Dentistry, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

2- Professor, Department of Operative Dentistry, School of Dentistry, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

3- Associate Professor, Department of Dental Biomaterials, School of Dentistry/Laser Research Center in Dentistry/Research Center for Science and Technology in Medicine, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

4- Dentist, Member of Laser Research in Dentistry, School of Dentistry, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

5[†]- Assistant Professor, Department of Operative Dentistry, School of Dentistry, International Campus of Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran (nazaningarshasb@yahoo.com)

Background and Aims: Indirect composites are designed to overcome the shortcomings of direct composites such as polymerization shrinkage and low degree of conversion. But, good adhesion of resin cements to indirect composites is still difficult. This research was designed to assess the effect of different powers of Er;YAG laser compared with sandblasting. On the micro tensile bond strength of resin cement to indirect composites.

Materials and Methods: Specimens were preped using dental resin composite (Gradia GC) and metallic mold (15×5×5 mm) and were cured according to the manufacturer's instructions. 24 blocks were prepared and randomly divided into 12 groups. G1: no treatment (as control), G 2-6: Er; YAG laser irradiation (2, 3, 4, 5, 6 Watt), G7: sandblast. Two composite blocks were bonded to each other with Panavia F.2. resin cement. The cylindrical sections with dimensions of 1 mm were tested in a microtensile bond strength tester device using 0.5 mm/min speed until fracture points. Data were analyzed using 2-way ANOVA and T-test.

Results: Interaction between lasers irradiation and sandblast treatments were significant (P<0.05). Thus, T-test was used for comparing laser groups. T-test showed that when using laser with energies less than 150 mJ, there was no significant difference (P>0.05) whether samples were sandblasted or not. Samples which received 300 mJ of laser showed lower bond strength compared with no laser treatment. Other groups showed no significant difference (P>0.05).

Conclusion: It seems that application of sandblast with proper variables, is a good way to improve bond strength. Laser application had no influence in improving the bond strength between the indirect composite and resin cement.

Key Words: Indirect composite, Er;YAG laser, Bond strength

Journal of Dental Medicine-Tehran University of Medical Sciences 2014;27(1):31-6

† مؤلف مسؤول: نشانی: تهران - میدان امام حسین - خیابان دماوند - کلینیک دندانپزشکی به‌فر
 تلفن: ۰۹۱۲۳۳۰۹۹۷۴. نشانی الکترونیک: nazaningarshasb@yahoo.com

چکیده

زمینه و هدف: کامپوزیت‌های غیرمستقیم در تلاش برای غلبه بر محدودیت‌های کامپوزیت‌های مستقیم مثل انقباض پلیمریزاسیون و درجه تبدیل به پلیمر طراحی شده‌اند. اما حصول چسبندگی مناسب سمان رزینی به کامپوزیت‌های غیرمستقیم دشوار است. این پژوهش برای بررسی اثر آماده‌سازی با توان‌های مختلف لیزر Er;YAG بر استحکام باند سمان رزینی به کامپوزیت غیر مستقیم و مقایسه آن با اثر سندبلاست بود.

روش بررسی: کامپوزیت Gradia GC به ابعاد $15 \times 5 \times 5$ میلی‌متر در مولد فلزی قرار گرفت طبق دستور کارخانه سازنده کیور شد. ۲۴ بلوک تهیه شده و به صورت تصادفی در ۱۲ گروه قرار گرفت. گروه ۱ بدون تابش لیزر و بدون سندبلاست (گروه کنترل) و گروه‌های ۲ تا ۶ تابش ۳-۴-۵-۶ وات لیزر Er;YAG را دریافت کردند و گروه ۷ سندبلاست شد. دو بلوک در هر گروه با سمان رزینی Panavia F.2.0 به هم متصل شدند. استوانه‌های حاصل از برش با ابعاد ۱ میلی‌متر مربع، در دستگاه سنجش استحکام باند ریزکشی با سرعت ۰/۵ میلی‌متر در دقیقه تا نقطه شکست قرار گرفتند. اعداد حاصل تحت آنالیز آماری Two-way ANOVA قرار گرفتند.

یافته‌ها: از آنجایی که با انجام تست Interaction, Two-way ANOVA بین گروه‌های تحت تابش لیزر و گروه‌های سندبلاست شده معنی‌دار بود ($P < 0/05$)، بنابراین در هر کدام از گروه‌های لیزر T-test انجام شد. نتایج T-test نشان داد که در صورت کاربرد انرژی‌های لیزری کمتر از ۱۵۰ میلی ژول، انجام دادن مرحله سندبلاست یا انجام ندادن آن تفاوتی در استحکام باند حاصل ایجاد نمی‌کند. گروه تحت تابش لیزر ۳۰۰ میلی‌ژول استحکام باند پایین‌تری را نسبت به گروه بدون تابش لیزر نشان داد. سایر گروه‌ها تفاوت معنی‌داری با هم ندارند ($P > 0/05$).

نتیجه‌گیری: کاربرد سندبلاست با متغیرهای مناسب، روش مناسبی برای بهبود استحکام باند است. درحالی‌که کاربرد لیزر تأثیری در بهبود استحکام باند بین کامپوزیت غیرمستقیم و سمان رزینی نداشت.

کلیدواژه‌ها: کامپوزیت غیرمستقیم، لیزر Er;YAG، استحکام باند

وصول: ۹۲/۰۳/۲۸ اصلاح نهایی: ۹۲/۱۲/۱۹ تأیید چاپ: ۹۲/۱۲/۲۰

مقدمه

سایلین باعث ایجاد چسبندگی شیمیایی بین فیلرهای معدنی و ماتریکس ارگانیک باندینگ می‌شود (۳،۶). Air abrasion با ذرات اکسید آلومینیوم ایجاد سطحی خشن کرده (۷) و فاکتور اصلی در بهبود خصوصیات گیردار کامپوزیت‌های غیرمستقیم است (۱). در سال‌های اخیر کاربرد لیزر در آماده‌سازی سطحی کامپوزیت‌های غیرمستقیم مورد بررسی قرار گرفته است و مقالات نتایج اندک و متناقضی ارائه می‌کنند. برخی معتقدند که آماده‌سازی با لیزر Er;YAG و Nd;YAG بدون توجه به انرژی به کار رفته، استحکام باند کمتری با سمان رزینی در مقایسه با گروه کنترل نشان می‌دهد (۸) از سوی دیگر نتایج برخی مطالعات نشان می‌دهد که لیزر Er;Cr;YSGG در توان‌های بالاتر از ۵ وات ایجاد خشونت سطحی و استحکام باند بالاتری می‌کند (۹). لذا این پژوهش با هدف مقایسه اثر توان‌های مختلف لیزر Er;YAG بر استحکام باند آن با سمان رزینی و مقایسه آن با استاندارد طلایی طراحی و اجرا شد.

روش بررسی

کامپوزیت (Gradia GC (Dental corp japan, A2 shade) به ابعاد $15 \times 5 \times 5$ میلی‌متر در مولد فلزی قرار گرفت و برای ایجاد سطح صاف در نواحی تحتانی و فوقانی بلوک‌ها از صفحه شیشه‌ای استفاده

با پیشرفت سیستم‌های باندینگ و کیورینگ و بهبود خواص مکانیکی و فیزیکی سیستم‌های رزینی، استفاده از کامپوزیت‌ها در رستوریشن‌های دندان‌دانی بیشتر شده است (۱،۲). کامپوزیت رزین‌های امروزی، از لحاظ مقاومت سایشی و ثبات رنگی برتر از انواع قدیمی هستند (۲). اما هنوز مهم‌ترین اشکال آن‌ها که انقباض پلیمریزاسیون است، باقی است (۱). انقباض باعث ایجاد استرسی می‌شود که بیش از استحکام Cohesive و Adhesive ماده ترمیمی است (۲).

در حفرات خلفی، حجم ماده بسیار زیاد است و در نتیجه نیروهای انقباضی می‌تواند فراتر رفته و خصوصاً در مارژین‌های سرویکالی واقع در عاج، علیرغم عملکرد دقیق، نقایص لبه‌ای و گپ ایجاد کند. به این ترتیب، ریزش بیشتر می‌شود. پوسیدگی ثانویه، آسیب پالپی، حساسیت پس از کار و تغییر رنگ لبه‌ای مشاهده می‌شود (۱).

روش‌های باندینگ غیرمستقیم در تلاش برای غلبه بر محدودیت‌های کامپوزیت‌های مستقیم مثل انقباض پلیمریزاسیون و درجه تبدیل منومر به پلیمر طراحی شده‌اند که منجر به خواص بهتر مکانیکی می‌شود (۳،۴)، اما حصول چسبندگی مناسب سمان رزینی به کامپوزیت‌های غیرمستقیم دشوار است (۵). آماده‌سازی سطح داخلی کامپوزیت غیرمستقیم با سایلین، HF یا سندبلاست انجام‌پذیر است.

شده و برای برش‌های افقی و عمودی در دستگاه (Isomet, Low speed saw, Buehler, Germany) Low speed isomet به هدف به دست آوردن حداقل ۱۴ نمونه هر کدام به ابعاد ۱×۱×۱ برای انجام تست ریزکشی قرار گرفتند (شکل ۳). سپس در دستگاه سنجش استحکام باند ریزکشی (Bisco, Canada Inc) با سرعت ۰/۵ میلی‌متر در دقیقه تا نقطه شکست قرار گرفتند (شکل ۴).



شکل ۱- تابش لیزر



شکل ۲- عمل سندبلاست



شکل ۳- نمای نمونه‌ها پس از برش

شد طبق دستور کارخانه سازنده به مدت ۱۰ ثانیه در دستگاه کیور LightStep SLI, GC Gradia شد. ۳۶ بلوک تهیه شده و به صورت تصادفی در ۱۲ گروه قرار گرفت:

- گروه ۱: (G1) بدون تابش لیزر و بدون سندبلاست - گروه کنترل
- گروه ۲: (G2) تابش لیزر ۲ وات و انرژی ۱۰۰ میلی ژول
- گروه ۳: (G3) تابش لیزر ۳ وات و انرژی ۱۵۰ میلی ژول
- گروه ۴: (G4) تابش لیزر ۴ وات و انرژی ۲۰۰ میلی ژول
- گروه ۵: (G5) تابش لیزر ۵ وات و انرژی ۲۵۰ میلی ژول
- گروه ۶: (G6) تابش لیزر ۶ وات و انرژی ۳۰۰ میلی ژول
- گروه ۷: (G7) (Sb) سندبلاست

سطح باند شونده بلوک‌ها با کاغذهای ساینده سیلیکون کارباید ۱۲۰۰ گریت به مدت ۱۵ ثانیه در دستگاه سایش (Malek Teb, Iran) و تحت خنک‌کننده آبی پرداخت شد.

آماده‌سازی با توان‌های مختلف دستگاه لیزر Er:YAG (DEKA US20D, Italy) برای اسکن کردن کل سطح به صورت Non-contact و از فاصله ۴ میلی‌متری انجام شد. با فرکانس ۲۰ هرتز و Short pulse صورت گرفت (شکل ۱).

سندبلاست کردن سطح بلوک‌ها با ذرات Al_2O_3 با اندازه ۵۰ میکرون از فاصله ۱۰ میلی‌متری و با فشار ۲/۵ بار به مدت ۱۰ ثانیه در دستگاه سندبلاست (Silver, Dentalfarm) گروه‌های موردنظر انجام شد (شکل ۲).

دو بلوک از هر گروه با سمان رزینی Panavia F.2.0. (Kuraray Inc, Japan) به هم متصل شدند. به این صورت که طبق دستور کارخانه سازنده مقادیر مساوی از ۲ بطری ED primer با هم مخلوط شده و روی سطح نمونه‌ها زده شد. سپس لایه نازکی سمان حاصل از اختلاط خمیرهای A و B بین بلوک‌ها قرار گرفته و به جهت یکسان شدن ضخامت سمان، یک وزنه ۵۰۰ گرمی به مدت ۵ دقیقه روی قسمت فوقانی قرار داده شد. سپس کیورینگ سمان انجام شد. به این صورت بلوک بزرگ‌تری به ابعاد ۱۵×۱۰×۵ به دست آمد.

نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد در رطوبت ۱۰۰٪ در انکوباتور نگهداری شدند.

بلوک‌های کامپوزیتی به کمک مولد تفلون در آکريل شفاف مانت

جدول ۱- استحکام باند میکروکششی (برحسب مگاپاسکال)

گروه کنترل	لیزر	سندبلاست	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار
(۱)	ندارد	ندارد	۱۸/۶۰	۳۷/۱۰	۲۷/۲۲	۵/۷۳
(۲)	۱۰۰ میلی ژول	ندارد	۱۳	۲۸/۱۰	۲۳/۵۳	۴/۸۶
(۳)	۱۵۰ میلی ژول	ندارد	۶/۵۰	۳۳/۹۰	۲۲/۶۶	۸/۶۲
(۴)	۲۰۰ میلی ژول	ندارد	۶/۹۰	۲۶/۶۰	۱۶/۴۶	۶/۴۶
(۵)	۲۵۰ میلی ژول	ندارد	۱۲/۳۰	۳۰/۳۰	۲۳/۴۰	۵/۰۹
(۶)	۳۰۰ میلی ژول	ندارد	۷/۸۰	۱۵/۰۰	۱۱/۵۱	۲/۱۷
(۷)	ندارد	دارد	۱۶/۹۰	۳۶/۹۰	۲۶/۷۲	۵/۱۶

۲۵۰ میلی ژول تفاوتی در استحکام باند وجود نداشت ($P > 0.05$).

گروه تحت تابش لیزر ۳۰۰ میلی ژول استحکام باند پایین‌تری را نسبت به گروه بدون تابش لیزر نشان داد ($P < 0.05$). سایر گروه‌ها تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند ($P > 0.05$). یافته‌ها در جدول ۱ خلاصه شده است. تمام نمونه‌هایی که پس از شکست از دستگاه سنجش استحکام باند به طور سالم خارج شدند، مورد بررسی توسط میکروسکوپ نوری قرار گرفتند. گرچه به علت سایز کوچک نمونه‌ها، شکستگی در بسیاری از آن‌ها مانع بررسی دقیق بعدی شد. نتایج در جدول ۲ آمده است. در تمام نمونه‌ها نوع غالب شکستگی به صورت کوهزینو در کامپوزیت بوده است.



شکل ۴- دستگاه سنجش استحکام باند

جدول ۲- بررسی یافته‌های وضعیت شکست توسط میکروسکوپ نوری

گروه‌ها	شکست رخ داده در کامپوزیت	شکست رخ داده در سطوح باند شونده
۱	۵	۲
۲	۴	۲
۳	۴	۱
۴	۵	۱
۵	۵	۱
۶	۴	۱
۷	۳	۱

بحث و نتیجه‌گیری

در مطالعه پیش‌رو، مثل مطالعه Vanini و D'Arcangelo (۲۰۰۷)، در بررسی اثر آماده‌سازی‌های سطحی مختلف بر خصوصیات آدهزیو کامپوزیت‌های غیرمستقیم، از ذرات آلومینیوم اکساید

اعداد حاصل تحت آنالیز آماری T-test و Two-way ANOVA و ضریب اطمینان ۹۵٪ قرار گرفتند. $P < 0.05$ معنی‌دار در نظر گرفته شد. متغیرهای مورد بررسی لیزر و سندبلاست هستند و نهایتاً آنالیز وضعیت شکست توسط میکروسکوپ نوری (SMZ800, Nikon, Japan) انجام شد.

یافته‌ها

از آنجایی که با انجام تست Interaction، Two-way ANOVA بین گروه‌های تحت تابش لیزر و گروه‌های سندبلاست شده معنی‌دار بود، بنابراین در هرکدام از گروه‌های لیزر T-test انجام شد. نتایج T-test نشان داد که بین نمونه‌های سندبلاست شده و سندبلاست نشده در گروه‌های تحت تابش لیزر با انرژی‌های ۰، ۱۰۰ و ۱۵۰، ۲۰۰،

علاوه بر اینکه توان‌های بالاتر لیزر، تخریب شدیدتر فیزیکی را ایجاد می‌کنند، افزایش حرارت ایجاد شده ممکن است روی ساختار شیمیایی کامپوزیت و در نتیجه قابلیت باند آن با سمان رزینی مؤثر باشد. توصیه می‌شود در مطالعات بعدی، این اثر لیزر مورد بررسی دقیق‌تر واقع شود. Trajtenberg و همکاران بیان کردند که افزایش دمای موضعی شدید، باعث ایجاد تغییراتی در ساختار ماده می‌شود. تنش‌های داخلی بین فازهای سرد و گرم و آسیب ساختار داخلی ماده را موجب می‌شود (۱۶). علاوه بر این، هزینه بالای تجهیزات لیزر هم از عوامل محدودکننده کاربرد رایج آن در کلینیک است. کاربرد سمان‌های رزینی دوال کیور برای سمان کردن رستوریشن‌های غیرمستقیم به علت قابلیت ست شدن کامل و مقاومت بیشتر به نیروهای اکلوژال در مقایسه با گلاس‌آینومر بسیار افزایش یافته است (۱۷).

سمان‌های سلف ادهزیو برای کاهش مراحل کاری با حذف Pretreatment دندان معرفی شده‌اند (۲۰-۱۸). چسبندگی آن‌ها با منومرهای اسیدی که دمنرالیزاسیون و انفیلتراسیون هم زمان را به ساختار دندان انجام داده و ایجاد گیر میکرومکانیکی می‌کنند، ایجاد می‌شود (۲۲، ۲۱). علاوه بر این، واکنش‌های ثانویه، باند شیمیایی اضافی را به سطوح عاجی ایجاد می‌کنند (۲۴، ۲۳). بنابراین به نظر می‌رسد، کاربرد سمان‌های رزینی با فلوی بیشتر برای ورود بهتر به تخلخل‌های ایجاد شده در گروه‌های تحت تابش لیزر، ممکن است باعث بهبود استحکام باند شود. شاید نحوه شکست نمونه‌ها در کنار استحکام باند بتواند فاکتور قابل توجهی در بررسی باند سمان رزینی و کامپوزیت باشد. گرچه به علت محدودیت‌های مطالعه، تمام نمونه‌ها پس از شکست مورد بررسی میکروسکوپ نوری قرار نگرفتند. اما در تمام گروه‌های بررسی شده، شکست رخ داده بیشتر در کامپوزیت بوده است تا سطوح باند شونده و این استحکام باند مطلوب را در تمام گروه‌ها نشان می‌دهد.

مطالعه آزمایشگاهی، روش سریع و ارزانی برای استحکام باند است ولی نمی‌توان نتایج حاصل از آن را به راحتی به شرایط کلینیکی تعمیم داد. مطالعات طولانی مدت بالینی با تعداد کافی بیمار، هنوز هم مطمئن‌ترین روش برای بررسی کفایت و کارایی ادهزیوهاست. اما زمان طولانی، هزینه بالا و ملاحظات اخلاقی و مشکلات موجود در یکسان‌سازی شرایط تمام نمونه‌ها جزء دشواری‌ها و

۵۰ میکرونی به مدت ۱۰ ثانیه با فشار ۲/۵ بار و از فاصله ۱۰ میلی‌متری برای سندبلاست استفاده شد (۱). این مطالعه، سندبلاست کردن را به عنوان فاکتور اصلی ایجاد گیر در کامپوزیت غیرمستقیم معرفی کرده است که موافق نتایج مطالعه ما می‌باشد. این نتیجه در بسیاری مطالعات دیگر نیز به دست آمده است (۲).

لیزرهای Er:YAG طول موج ۲/۹۴ میکرومتر را ساطع می‌کنند که معادل طول موج پیک جذب اشعه توسط آب است. این انرژی به خوبی توسط هیدروکسی آپاتیت جذب می‌شود (۱۰). Microexploration‌های ایجاد شده توسط لیزر Er:YAG باعث ایجاد Ablation ترمومکانیکی می‌شود. لیزر Er:YAG، ابتدا باعث تبخیر آب و سایر اجزاء ارگانیک هیدراته می‌شود. طی این تبخیر، فشار داخلی در بافت افزایش می‌یابد و تخریب Explosive در ماده آلی اتفاق می‌افتد (۱۱). در مطالعه Carrieri و همکاران (۲۰۰۷)، نمونه‌های تحت تابش با حداقل دانسیته انرژی به همراه خنک‌کننده آبی نتایج بهتری نسبت به دانسیته‌های بالاتر انرژی به همراه آب نشان دادند (۱۲). نتیجه مشابه در پژوهش حاضر به دست آمد. این مطالعه پیشنهاد کرده است که پارامترهای پایین‌تر لیزر باعث Conditioning و پارامترهای بالاتر باعث Ablation می‌شوند. احتمال دارد این وضعیت، علت کاهش استحکام باند در گروه تحت تابش لیزر ۳۰۰ میلی ژول نسبت به گروه بدون تابش لیزر و نبود تفاوت معنی‌دار در سایر گروه‌های لیزری باشد.

فاکتور مهم دیگر، Repetition rate است. افزایش آن باعث سریع‌تر شدن فرآیند Ablation می‌شود و فشار و سرعت متريال خارج شده افزایش می‌یابد و این باعث افزایش اثرات جانبی مکانیکی می‌شود (۱۳). در مطالعه Burnett و همکاران (۲۰۰۴)، لیزر Er:YAG استحکام باند کششی کامپوزیت و سمان رزینی را در مقایسه با روش کاربرد سندبلاست افزایش داده بود (۱۴) که مخالف نتایج حاصل از مطالعه ماست و این می‌تواند به علت تفاوت در پارامترهای معرفی شده لیزر به کار رفته مثل فرکانس و عرض پالس باشد. شاید بتوان این‌گونه توجیه کرد که در سندبلاست، برداشت ماتریکس رزینی به صورت انتخابی باعث ایجاد گیر میکرومکانیکی می‌شود. اما تحت تابش لیزر، فازهای ماتریکس و فیلر به صورت غیرانتخابی تخریب و از هم جدا می‌شوند (۱۵).

تشکر و قدردانی

این پژوهش با حمایت دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی تهران و مرکز تحقیقات لیزر در دندانپزشکی در طرح به شماره ت ۷۴۷ اجرا شده است و منتج از پایان‌نامه تخصصی می‌باشد. بدین‌وسیله از زحمات جناب آقای دکتر محمدجواد خرازی‌فرد که آنالیز و مشاوره آماری این مطالعه را متقبل شدند، تشکر می‌کنیم.

محدودیت‌های این مطالعه است. بنابراین مطالعات آزمایشگاهی هنوز هم کاربرد گسترده‌ای در بررسی و ارزیابی ادهزیو دارند. درنهایت می‌توان اینگونه نتیجه گرفت که کاربرد سندبلاست با متغیرهای مناسب روش مناسبی برای بهبود استحکام باند است و کاربرد لیزر تأثیری در بهبود استحکام باند کامپوزیت و سمان رزینی نداشت.

منابع:

- 1- D'Arcangelo C, Vanini L.. effect of three surface treatment on the adhesive properties of indirect resin restorations. *J Adhes Dent.* 2007;9(3):319-26.
- 2- Reham SS, Omaira HG, Mohamed HZ, Hanan AN. the influence of different surface pretreatments on the shear bond strength of repaired composite. *J Am Sci.* 2011;7(7):705-11.
- 3- Soares CJ, Giannini M, Oliveira MT, Paulillo LA, Martins LR. effect of surface treatments of laboratory-fabricated composites on the microtensile bond strength to a luting resin cement. *J Appl Oral Sci.* 2004;12(1):45-50.
- 4- Tanoue N, Matsumura H, Atsuta M. comparative evaluation of secondary heat treatment and a high intensity light source for the improvement of properties of prosthetic composite. *J Oral Rehabil.* 2000;27(4):288-93.
- 5- Mak YF, Lai SC, Cheung GS, Chan AW, Tay FR, Pashley DH. micro-tebsile bond testing of resin cements to dentin and an indirect resin composites. *Dent Mater.* 2002;18(8):609-21.
- 6- Lin CT, Lee SY, Keh ES, Dong DR, Huang HM, Shih YH. Influence of silanization and filler fraction on aged dental composite. *J Oral Rehabil.* 2000;27(11):919-26.
- 7- Imamura GM, Reinhardt JW, Boyer DB, Swift EJ Jr. Enhancement of resin bonding to heat-cured composite resin. *Oper Dent.* 1996;21(6):249-56.
- 8- Torres CRG, Souza ACO, Caneppele TMF, Borges AB, Pucci CR. Surface treatment of indirect composites with laser on bond strength. *IADR Conference.* Abst# 2916 2010.
- 9- Moretto SG, Eduardo CP, Bello-Silva MS, Ferraresi PM, Freitas PM. Laser conditioning for indirect composite resin. *IADR conference.* Abst# 2916:2010.
- 10- Ceballos L, Toledano M, Osorio R, Tay FR, Marshall GW. Bonding to Er-YAG-laser-treated dentin. *J Dent Res.* 2002;81(2):119-22.
- 11- Li ZZ, Code JE, Van De Merwe WP. Er:YAG laser ablation of enamel and dentin of human teeth: determination of ablation rates at various fluences and pulse repetition rates. *Lasers Surg Med.* 1992;12(6):625-30.
- 12- Carrieri TC, de Freitas PM, Navarro RS, Eduardo Cde P, Mori M. Adhesion of composite luting cement to Er:YAG-laser-treated dentin. *Lasers Med Sci.* 2007;22(3):165-70.
- 13- Hibst R. Lasers for caries removal and cavity preparations: state of the art and future directions. *J Oral Laser Appl.* 2002;2:203-12.
- 4- Burnett LH Jr, Shinkai RS, Eduardo Cde P. Tensile bond strength of a one-bottle adhesive system to indirect composites treated with Er:YAG laser, air abrasion, or fluoridric acid. *Photomed Laser Surg.* 2004;22(4):351-6.
- 15- Moezizadeh M, Jaber Ansari Z, Matin Fard M. Effect of surface treatment on micro shear bond strength of two indirect composites. *J Conserv Dent.* 2012; 15(3): 228-32.
- 16- 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(5):331-6.
- 17- Shimada Y, Yamaguchi S, Tagami J. Micro-shear bond strength of dual-cured resin cement to glass ceramics. *Dent Mater.* 2002;18(5):380-8.
- 18- Bandéca MC, Pinto SCS; Calixto LR; Saad JRC; Barros ÉLD; Shelb A. Influence of Er,Cr:YSGG laser on bond strength of self-adhesive resin cement. *Mat Res.* 2012;15(4): 491-4.
- 19- Naumann M, Sterzenbach G, Rosentritt M, Beuer F, Meyer-Lückel H, Frankenberger R. Self-adhesive cements as core build-ups for one-stage post-endodontic restorations? *Int Endod J.* 2011;44(3):195-202.
- 20- Zaitter S, Sousa-Neto MD, Roperto RC, Silva-Sousa YT, El-Mowafy O. Microtensile bond strength of glass fiber posts cemented with self-adhesive and self-etching resin cements. *J Adhes Dent.* 2011;13(1):55-9.
- 21- Kitzmüller K, Graf A, Watts D, Schedle A. Setting kinetics and shrinkage of self-adhesive resin cements depend on cure-mode and temperature. *Dent Mater.* 2011;27(6):544-51.
- 22- Schenke F, Federlin M, Hiller KA, Moder D, Schmalz G. Controlled, prospective, randomized, clinical evaluation of partial ceramic crowns inserted with RelyX Unicem with or without selective enamel etching. Results after 2 years. *Clin Oral Investig.* 2012;16(2):451-61.
- 23- Pisani-Proença J, Erhardt MC, Amaral R, Valandro LF, Bottino MA, Del Castillo-Salmerón R. Influence of different surface conditioning protocols on microtensile bond strength of self-adhesive resin cements to dentin. *J Prosthet Dent.* 2011;105(4):227-35.
- 24- Silva AC, Guglielmi C, Meneguzzo DT, Aranha AC, Bombana AC, de Paula Eduardo C. Analysis of permeability and morphology of root canal dentin after Er,Cr:YSGG laser irradiation. *Photomed Laser Surg.* 2010;28(1):103-8.