

اثر روش سیلیکا لیزینگ بر روی استحکام باند کامپوزیت رزین به آلیاژ نیکل - کروم: مقایسه لیزرهای CO₂ و Nd:YAG

محمد رضا نخعی*، اعظم السادات مدنی**، پدram انصاری آستانه***، حسین باقری****، نمین علوی*****
 * استادیار پروتزیهای دندانی، مرکز تحقیقات دندانپزشکی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، ایران
 ** استاد پروتزیهای دندانی، مرکز تحقیقات بیماری‌های دهان، فک و صورت، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، ایران
 *** استادیار گروه پروتزیهای دندانی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی هرمزگان، ایران
 **** استادیار مواد دندانی، مرکز تحقیقات مواد دندانی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، ایران
 ***** دستیار تخصصی گروه دندانپزشکی ترمیمی و زیبایی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، ایران
 تاریخ ارائه مقاله: ۹۴/۶/۱۴ - تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۰/۲۷

Influence of Silica-Lasing Method on the Bond Strength of Composite Resin to Ni-Cr Alloy: Comparison of CO₂ and Nd:YAG Lasers

Mohammadreza Nakhaei*, Azamsadat Madani**, Pedram Ansari Astaneh***, Hossein Bagheri****, Samin Alavi***** #

* Assistant Professor, Dept of Prosthodontics, Dental Research Center, School of Dentistry, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran

** Professor, Dept of Prosthodontics, Oral & Maxillofacial Diseases Research Center, School of Dentistry, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran.

*** Assistant Professor, Dept of Prosthodontics, School of Dentistry, Hormozgan University of Medical Sciences, Bandar Abbas, Iran.

**** Assistant Professor, Dept of Dental Materials, Dental Material Research Center, School of Dentistry, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran

***** Postgraduate Student, Dept of Restorative Dentistry, School of Dentistry, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran.

Received: 5 September 2015 ; Accepted: 17 January 2016

Introduction: In this study silica-coated alumina particles (Cojet sand) were irradiated by CO₂ laser and Nd:YAG laser with the intention of stabilization on the metal surface and bond strength to composite resin was evaluated.

Materials & Methods: Forty Ni-Cr cylindrical specimens were fabricated. The bonding surface of all specimens was airborne-particle abraded using 50 μm aluminum oxide particles. Specimens were divided into four groups that received the following surface treatments: 1-airborne-particle abrasion alone (A.A); 2- airborne-particle abrasion with Cojet sand; 3-metal surface coated with Cojet sand and irradiated by Nd:YAG laser (CJ-Lased-Nd:YAG); 4- metal surface coated with Cojet sand and irradiated by CO₂ laser (CJ-Lased-CO₂). Composite resin was applied on metal surfaces. Specimens were thermocycled and tested in shear mode in a universal testing machine. The mode of failure was determined, and two specimens in each group were examined by scanning electron microscopy and wavelength dispersive X-ray spectroscopy. The shear bond strength values were analyzed using ANOVA and Tukey's tests ($\alpha=0.05$).

Results: Si-CO showed significantly higher shear bond strength in comparison to other groups ($P<0.001$). There was no significant difference among groups A.A, CJ-Lased-Nd:YAG and CJ-Lased-CO₂ ($P>0.05$). In Si-CO group, the failure mode was mostly cohesive; but other groups showed adhesive failure in the metal-composite interface.

Conclusion: Silica-lasing with Cojet sand and irradiation of Nd:YAG or CO₂ laser is not an effective method in improving metal-composite bond strength.

Key words: Silica-coating, silica-lasing, Nd:YAG laser, CO₂ laser, bond strength, composite resin.

Corresponding Author: Alavis921@mums.ac.ir

J Mash Dent Sch 2015; 40(1): 83-92 .

چکیده

مقدمه: در این مطالعه ذرات آلومینای پوشیده با سیلیکا (پودر Cojet) با هدف تثبیت روی سطح فلز تحت تابش دو نوع لیزر CO₂ و Nd:YAG قرار گرفتند (سیلیکالیزینگ) و استحکام باند برشی آنها با کامپوزیت بررسی شد.

مواد و روش‌ها: ۴۰ نمونه دیسکی شکل از جنس آلیاژ نیکل-کروم تهیه شد. سطح باندشونده در تمام نمونه‌ها توسط ذرات اکسید آلومینیوم ۵۰μ سندبلاست شدند. نمونه‌ها به ۴ گروه ۱۰ تایی تقسیم و به صورت زیر آماده سازی شدند: ۱- سندبلاست با اکسید آلومینیوم (A.A)؛ ۲- سندبلاست با پودر Cojet (CJ)؛ ۳- سطح نمونه‌ها با پودر Cojet پوشیده شده و لیزر Nd:YAG به سطح تابیده شد (CJ-Lased-Nd:YAG)؛ ۴- سطح نمونه‌ها با پودر Cojet پوشیده شده و لیزر CO₂ به سطح تابیده شد (CJ-Lased-CO₂). سپس کامپوزیت رزین بر روی سطح نمونه‌ها کیور شد. بعد از ترموسایکل، استحکام باند برشی نمونه‌ها توسط دستگاه یونیورسال اندازه گیری شد. نوع شکست در زیر میکروسکوپ نوری مشاهده شد و دو نمونه از هر گروه با SEM و WDX بررسی شد. داده‌ها با استفاده از آزمون‌های ANOVA و Tukey آنالیز شدند (α=0.05).

یافته‌ها: مقدار استحکام باند در گروه CJ به طور معنی‌داری از سایر گروه‌ها بالاتر بود (P<+0.01). بین مقادیر استحکام باند برشی گروه‌های A.A، CJ-Lased-Nd:YAG و CJ-Lased-CO₂ تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (P>+0.05). در گروه Si-CO بیشتر نمونه‌ها دچار شکست Cohesive شدند؛ در حالی که در سایر گروه‌ها تمام نمونه‌ها دچار شکست Adhesive در محل تماس فلز و کامپوزیت شدند.

نتیجه گیری: روش سیلیکالیزینگ با استفاده از پودر Cojet و به همراه لیزرهای CO₂ و Nd:YAG در افزایش استحکام باند کامپوزیت به فلز موثر نمی باشد.

کلمات کلیدی: سیلیکا لیزینگ، لیزر Nd:YAG، لیزر CO₂، استحکام باند، کامپوزیت رزین. مجله دانشکده دندانپزشکی مشهد / سال ۱۳۹۵ دوره ۴۰ / شماره ۱: ۹۲-۸۳.

مقدمه

دهه ۱۹۹۰، ایربرژن با ذرات اکسید آلومینیوم ۵۰ میکرونی معرفی شد و سبب بهبود استحکام باند بین سطح فلز و رزین‌های کامپوزیتی گردید.^(۷,۸) دریک روش دیگر، ترکیب سندبلاست و اچ با اسید هیدروفلوریک نیز نتایج امیدوارکننده‌ای را به دنبال داشت.^(۹) علاوه بر روش‌های مکانیکی که منجر به بهبود باند کامپوزیت به فلز می‌شوند، روش‌های شیمیایی نیز مورد توجه واقع شده‌اند.^(۵) منومرهای رزینی، چسبندگی شیمیایی بهتری را به آلیاژهای بیس متال نشان داده‌اند. در بین این منومرها، MDP در مقایسه با دیگر منومرهای باندینگ فلزی نتایج مطلوبی را به دنبال داشته است.^(۱۰,۱۱) همچنین نشان داده شده که به کار بردن توام سایلن بر روی سطح آلیاژ به همراه سندبلاست و اسیداچ، موجب باند قوی‌تر کامپوزیت به فلز می‌شود.^(۱۲) در تکنیکی دیگر که به نام Tribochemical coating شناخته می‌شود، سطح فلز توسط ذرات آلومینای پوشیده شده با سیلیکا به کمک هوای فشرده ساییده

علیرغم کارایی کلینیکی و طول عمر، رستوریشن‌های متال سرامیک مستعد شکستگی هستند. به طوری که پس از پوسیدگی، دومین دلیل جایگزینی این رستوریشن‌ها، شکستگی و پریدگی پرسنل می‌باشد.^(۱) شیوع شکستگی پرسنل از ۲/۳ تا ۸ درصد گزارش شده است.^(۲-۳) جایگزینی یک رستوریشن با پریدگی پرسنل از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نیست و زمان زیادی می‌گیرد. در نتیجه ترمیم آن با کامپوزیت به عنوان یک راه حل جایگزین در نظر گرفته می‌شود. با این حال وقتی شکستگی منجر به پدیدار شدن فلز گردد، ترمیم مناسب ناحیه مورد نظر یکی از معضلات دندانپزشکی خواهد بود؛ زیرا استحکام باند کامپوزیت به فلز کمتر از پرسنل می‌باشد.^(۴-۶)

تاکنون روش‌های مختلفی برای ایجاد یک باند محکم بین سوبسترای فلزی و مواد رزینی معرفی شده است. در

هرچند استفاده از این روش سبب افزایش استحکام باند کامپوزیت به فلز شد؛ با این حال کارایی کمتری را در مقایسه با روش Silica coating نشان داد. همانطور که ذکر شد ذرات آلومینای پوشیده با سیلیکا (پودر Cojet) در روش Silica coating در ایجاد باند بین فلز و کامپوزیت به کار می‌روند؛ بنابراین این احتمال وجود دارد که روش سیلیکا لیزینگ بتواند در تثبیت این ذرات روی سطح موثر باشد. هدف از این مطالعه مقایسه کارایی دو نوع لیزر CO₂ و Nd:YAG در روش سیلیکا لیزینگ با استفاده از ذرات آلومینای پوشیده شده با سیلیکا (پودر Cojet) بر روی استحکام باند کامپوزیت به فلز می‌باشد.

مواد و روش‌ها

۴۰ نمونه مومی به شکل دیسک به قطر ۹mm و ارتفاع ۳mm توسط گچ فسفات باند (Bellavest T materials; Bego, Bermen, Germany) اینوست شده و با آلیاژ بیس متال نیکل کروم (Supercast, Thermabond Alloy, Los Angeles, CA) ریخته شدند. ریختن فلز توسط ماشین سانتریفیوژ (Ductaron; KFD Dental, Tehran, Iran) صورت گرفت. پس از تمیز کردن نمونه‌ها از گچ و حذف اسپروها، تمام سطوح نمونه‌های فلزی توسط کاغذهای سیلیکون کارباید (400 and 600 grit; 3M do Brasil Ltd, Companies, Brazil) صاف شدند. این عمل در زیر آب و توسط ماشین سایشی (Grinding machine) با سرعت ۳۰۰rpm (Buehler Ltd, Lake Bluff, IL) صورت گرفت. پالیش نهایی توسط یک سنگ استون استوانه‌ای (481 A Coral stone; Shofu Dental Co, San Marcos, CA) انجام شد. دیسک‌های فلزی در رینگ‌های پلی متیل متاکریلات (Acropars, Tehran, Iran) مانت شدند؛ به طوری که فقط یک سطح از آنها برای اقدامات بعدی در دسترس بود.

می‌شود. ذرات سیلیکا به داخل سطح فلز نفوذ کرده و گیر می‌کنند. استفاده از ساین بلافاصله بعد از این فرآیند باعث ایجاد باند شیمیایی بین لایه سیلیکا و رزین کامپازیت می‌شود.^(۱۵-۱۳و۱۵) یکی از سیستم‌های مطرح و موفق که بر اساس روش Tribochemical coating طراحی شده و به صورت داخل دهانی استفاده می‌شود، سیستم Cojet است. در این سیستم پودر Cojet حاوی ذرات آلومینای پوشیده با سیلیکا به ابعاد حدود ۳۰ میکرون می‌باشد.

امروزه از لیزر تقریباً در تمام رشته‌های دندانپزشکی استفاده می‌شود. چندین مطالعه به بررسی اثر تابش لیزر بر استحکام باند بین سرامیک و کامپازیت رزین‌ها پرداخته‌اند.^(۲۱-۱۶) گزارش شده است که در مقایسه با سندبلاست، آماده سازی سطح فلز با لیزر XCI، استحکام باند کامپازیت رزین به فلز را افزایش می‌دهد.^(۲۳و۲۲) با این حال استفاده از لیزر Er:YAG یک روش موثر برای ایجاد خشونت سطحی آلیاژهای بیس-متال نبود.^(۲۴) اخیراً مدنی و همکاران^(۲۶و۲۵) روش سیلیکا لیزینگ را برای ایجاد باند بین فلز و کامپازیت معرفی کرده‌اند. در این روش سطح آلیاژ بیس متال توسط پودر اپک پرسنل مخلوط شده با آب پوشیده شد. پس از خشک شدن و تشکیل یک لایه نازک از پودر اپک، نمونه‌ها تحت تابش لیزر Nd:YAG قرار گرفتند. آنها گزارش کردند که تابش لیزر منجر به ذوب سطحی فلز در عرض چند دهم ثانیه و سرد شدن مجدد آن می‌شود در نتیجه ذرات پرسنل موجود در سطح در نقاط تابش لیزر با فلز ادغام شده یک فاز آلیاژی جدید تشکیل می‌دهند که حاوی سیلیس می‌باشد. سپس بر روی این سطح سایلان زده می‌شود که می‌تواند باعث افزایش استحکام باند کامپوزیت به سوبسترای فلزی شود.

۸ نمونه از هر گروه برای تست استحکام باند برشی در نظر گرفته شد. دو نمونه باقیمانده در هر گروه توسط طلا پوشیده شده و برای بررسی میکروسکوپ الکترونی (SEM; XL 30; Philips, Eindhoven, Netherlands) و Wavelength Dispersive X-ray Spectroscopy (WDX) به منظور تعیین تغییرات در محتوای سیلیکای سطح نمونه‌ها آماده سازی گردید.

پس از آماده سازی سطوح نمونه‌ها، برای گروه‌های ۳، ۲ و ۴ سایلن (ESPE-Sil) بر روی سطح زده شده و به مدت ۳۰ ثانیه رها شد تا خشک گردد. سپس برای ۸ نمونه در هر گروه، رزین اپک (Sinfony Opaquer; 3M ESPE, Seefeld, Germany) و پرایمر باندینگ (Visio-Bond; 3M ESPE; Seefeld, Germany) توسط یک براش و طبق دستور کارخانه سازنده به کار رفتند. سپس با استفاده از تیوب‌های پلی اتیلن (۵ mm قطر و ۳mm ارتفاع) کامپازیت رزین بر روی سطح کیور شد (تصویر ۱). دو لایه کامپازیت قرار داده شد و هر لایه با استفاده از دستگاه لایت کیور (8 mm tip diameter, Coltolux 75; Coltene/Whaledent Inc, Cuyahoga Falls, OH) با شدت نور 450 mW/cm^2 و به مدت ۴۰ ثانیه کیور شد. سپس به مدت ۲۰ ثانیه نوردهی اضافه صورت گرفت تا از پلیمریزیشن کامل پس از برداشتن تیوب مطمئن شویم. این نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در آب مقطر ۳۷ درجه سلسیوس نگهداری شده و سپس تحت ۱۰۰۰ سیکل بین ۵ و ۵۵ درجه سلسیوس و زمان ماندگاری ۲۰ ثانیه ترموسایکل شدند. زمان ترانسفر برای این مراحل ۶ ثانیه بود. بعد از ترموسایکل نمونه‌ها توسط دستگاه یونیورسال (STM20; Santam, Universal Testing Machine) تهران، ایران با سرعت 1 mm/min و تحت نیروی ۵۰ Kg Load cell تحت آزمایش قرار گرفتند. به منظور این که

سطح باندینگ تمام نمونه‌ها توسط اکسید آلومینیم ۵۰ میکرونی با فشار ۲/۷ بار به مدت ۴۰ ثانیه و از فاصله ۱۰mm از سطح (Basic Classic; Renfert; Hilzingen, Germany) سندبلاست شد. سپس نمونه‌ها در حمام اولتراسونیک (VitasonicII) به مدت ده دقیقه تمیز شدند. نمونه‌های آماده شده به ۴ گروه ۱۰ تایی تقسیم و به صورت زیر آماده سازی شدند:

گروه ۱: سندبلاست (A.A): نمونه‌های این گروه غیر از سندبلاست آماده سازی دیگری را دریافت نکردند.

گروه ۲: Silica-coating (Si-CO): سطح نمونه‌ها با استفاده از دستگاه Cojet (Cojet prep; 3M, ESPE, Seefeld, Germany) توسط ذرات ریز ۳۰ میکرونی اکسید آلومینوم پوشیده شده با سیلیکا (Cojet sand, 3M, ESPE) سندبلاست شدند. این عمل در فشار ۲ bar برای مدت ۱۵ ثانیه صورت گرفت تا زمانیکه سطح نمونه کدر شد.

گروه ۳: لیزر Nd:YAG (CJ-Lased-Nd:YAG): مقداری از پودر Cojet به کمک یک قطره آب روی سطح پخش شد. سپس نمونه‌ها به صورت دستی تحت تابش لیزر Nd-YAG (Model: M001-10F64288 CE ENG/4.0; Fotona d.d, Liubljana, Slovenia) قرار گرفتند و لیزر به صورت اسکن کردن نقطه‌ای به سطح تابیده شد. بر اساس مطالعه Madani و همکاران^(۳۶) لیزر با مشخصات زیر انتخاب شد: Frequency: 20 Hz, pulse duration: 8W, 180 is; fluence: 40.7 J/cm².

گروه ۴: لیزر CO₂ (CJ-Lased-CO₂): مقداری از پودر Cojet به کمک یک قطره آب روی سطح پخش شد و پس از خشک شدن توسط لیزر CO₂ (Smart us-20 Deka) (M.E.L.A Srl 5041 calenzano Firenze Italy) با توان ۷/۵ وات از فاصله ۷ میلیمتری تحت تابش لیزر پالس قرار گرفتند.

گروه‌های مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری وجود داشت ($P < 0/001$) (جدول ۱). براساس آزمون تعقیبی Tukey گروه Si-CO نسبت به سایر گروه‌ها به طور معنی‌داری استحکام باند برشی بالاتری را نشان داد ($P < 0/001$). بین مقادیر استحکام باند برشی گروه‌های سندبلاست با CJ-Lased-Nd:YAG و CJ-Lased-CO₂ تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ($P > 0/05$). همچنین بین CJ-Lased-Nd:YAG و CJ-CO₂ تفاوتی مشاهده نشد (جدول ۱).

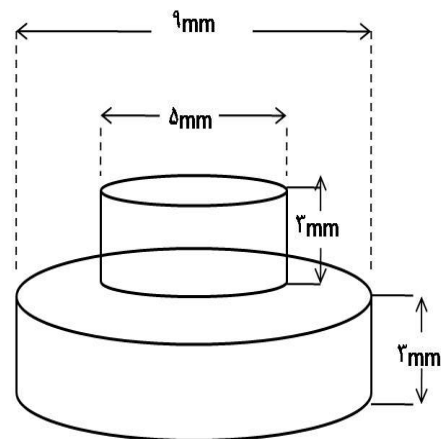
بررسی نمونه‌ها تحت بزرگنمایی ۳۰ برابر نشان داد که در گروه Si-CO بیشتر نمونه‌ها دچار شکست Cohesive شدند (۷۷/۵٪) در حالی که در سایر گروه‌ها تمام نمونه‌ها دچار شکست Adhesive در محل تماس فلز و کامپوزیت شدند (جدول ۲).

بررسی SEM نمونه‌ها در گروه سندبلاست سطحی یکنواخت از آلیاژ حاوی خلل و فرج‌های کم عمق را نشان داد (تصویر ۲-ا) که میزان بالایی از Ni و سپس Al و به ترتیب Ti و Cr در آنالیز WDX آن مشخص بود. در گروه Si-CO سطح همانند سندبلاست به صورت یکنواختی حاوی خلل و فرج‌هایی بود که نسبت به گروه سندبلاست این خلل و فرج‌ها کوچک تر دیده می‌شد (تصویر ۲-ب). از نظر آنالیز سطحی عناصر Ni در مقام اول و سپس Al، Cr، Si و Ti قرار داشت. بررسی تصاویر SEM در گروه CJ-Nd:YAG خشونت سطحی کم و ذرات Mapping عنصری نشان دهنده حضور بالا و تقریباً انحصاری عنصر آلومینیوم بود. در مناطق دیگر به ترتیب عناصر Ni، Al و Cr غالب بودند (تصویر ۲-ج). در گروه Sandblast دیده شد و عناصر Ni، Cr و Al به صورت غالب مشاهده شد (تصویر ۲-د).

نیروی وارده تا حد امکان به سطح تماس کامپازیت- فلز وارد شود، از یک تیغه فلزی استفاده شد. نیروی وارده در لحظه شکست ثبت گردید و مقادیر استحکام باند برشی با استفاده از فرمول $S = F/A$ محاسبه گردید: ($S =$ استرس برشی بر حسب مگاپاسکال، $F =$ نیرو در لحظه شکست بر نیوتن و $A =$ مساحت ناحیه باند شده بر حسب mm^2)

بررسی نوع شکست سطح با بزرگنمایی ۳۰ برابر توسط استریو میکروسکوپ (Dino-Lite, New Taipei City, Taiwan) صورت گرفت. بر این اساس نمونه‌ها در سه دسته آدهزیو (شکست در سطح تماس کامپازیت-فلز)، کوهرزیو (شکست در لایه کامپازیت) و مخلوط (ترکیبی از شکست آدهزیو و کوهرزیو) طبقه بندی شدند.

از آزمون ANOVA یک طرفه برای بررسی مقادیر استحکام باند برشی استفاده شد و بعد از معنی‌دار بودن داده‌ها، آزمون تعقیبی Tukey به منظور بررسی تفاوت بین گروه‌ها مورد استفاده قرار گرفت.



تصویر ۱: شکل شماتیک نمونه‌های آماده سازی شده

یافته‌ها

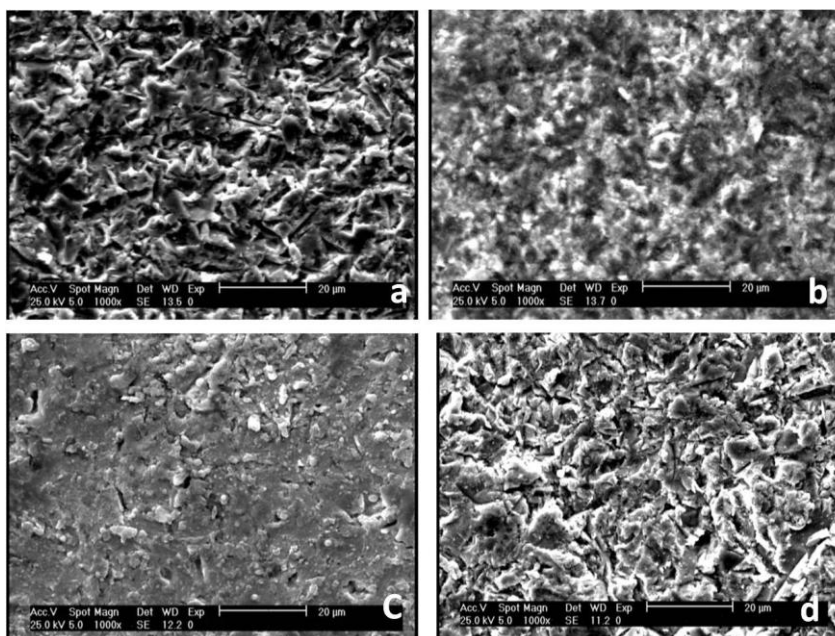
میانگین مقادیر استحکام باند برشی برای تمام گروه‌های مورد مطالعه در جدول ۱ نشان داده شده است. نتیجه آزمون آنالیز واریانس یک طرفه نشان داد که بین

جدول ۱: میانگین و انحراف معیار مقادیر استحکام باند برشی در گروه‌های مورد مطالعه

آزمون Tukey			استحکام باند برشی میانگین \pm انحراف معیار	گروه
D	C	B		
۰/۹۰۱	۰/۰۷۹	< ۰/۰۰۱	۵ \pm ۰/۷	A (سندبلاست)
< ۰/۰۰۱	< ۰/۰۰۱	--	۱۸/۵ \pm ۴/۱	B (CJ)
۰/۶۱۲	--	--	۹/۲ \pm ۳/۷	C (CJ-Lased-Nd:YAG)
			۶/۶ \pm ۲/۵	D (CJ-Lased-CO2)

جدول ۲: توزیع فراوانی نوع شکست در گروه‌های مورد مطالعه پس از تست استحکام برشی

گروه	نوع شکست		
	Mix	Cohesive	Adhesive
سندبلاست	۰ (۰/۰)	۰ (۰/۰)	۸ (۱۰۰/۰)
Silica-Coating	۱ (۱۲/۵)	۷ (۸۷/۵)	۰ (۰/۰)
Cojet-Nd:YAG-Lase	۰ (۰/۰)	۰ (۰/۰)	۸ (۱۰۰/۰)
Coje-CO2-Lase	۰ (۰/۰)	۰ (۰/۰)	۸ (۱۰۰/۰)



تصویر ۲: نمای میکروسکوپ الکترونی (SEM) سطح آلیاژ.

(a) سندبلاست شده، (b) Silica coating، (c) CJ-Lased Nd:YAG، (d) CJ-Lased CO₂

بحث

براساس نتایج این مطالعه روش Cojet (Silica Coating) موثرترین روش آماده سازی سطح برای بهبود باند کامپازیت به فلز بود. در مقایسه با روش سندبلاست، استفاده از لیزر به همراه پودر Cojet استحکام باند را به طور معنی داری افزایش نداد.

سطح تماس رزین-فلز باید قابلیت تحمل حداقل ۱۰MPa را داشته باشد.^(۲۷،۲۸) با این وجود بر اساس استاندارد ISO 10477 (برای روکشها و بریجهای پلیمری) حداقل استحکام باند برشی باید ۵MPa باشد.^(۶) در این مطالعه استحکام باند به دست آمده برای تمام گروهها بیشتر از استاندارد ISO بود؛ اما فقط استحکام باند گروه (۱۸/۵Cojet MPa) بیشتر از ۱۰ MPa بود که از نظر کلینیکی قابل قبول می باشد.

استحکام باند متوسط گروه Cojet (۱۸/۵۴) به طور مشخصی بالاتر از گروههای دیگر بود؛ این یافته در تایید سایر مطالعات می باشد.^(۳۹،۲۹) Dos Santos و همکاران^(۲۹) استحکام باند متوسط آلیاژ نیکل کروم را بعد از ۱۰۰۰ سیکل ترموسایکل و ۸ روز نگهداری در آب ۳۷ درجه سلیسیوس، ۲۵ مگاپاسکال بیان کرد. Haselton و همکاران^(۳) در شرایط مشابه نگهداری در آب و ۳۰۰ دور ترموسایکل، مقدار استحکام باند را ۲۳ مگاپاسکال اعلام کرد. Heneda و همکاران^(۳۰) بعد از ۱۰۰۰ سیکل ترموسایکل و ذخیره سازی در آب ۳۷°C به مدت ۲۴ ساعت و ۶ ماه، مقادیر استحکام باند برشی را به ترتیب ۲۰/۵ و ۱۵/۹۵ مگاپاسکال گزارش کردند. در مطالعه حاضر، استحکام باند برشی به دست آمده، پایین تر از مقادیر مطالعات مذکور بود. توجه این مساله می تواند این باشد که در مطالعه حاضر نمونهها قبل از سندبلاست با Cojet، توسط ذرات آلومینیوم ۵۰ میکرونی آماده سازی

شده بودند. آماده سازی اولیه با آلومینا، به علت حضور آلومینیوم بر روی سطح نمونهها، از پوشیده شدن کامل توسط ذرات Cojet جلوگیری می کند.^(۳۱) به طور کلی مقادیر به دست آمده از استحکام باند ممکن است بسته به مواد مورد استفاده یا روش به کار رفته در مطالعات مختلف، متفاوت باشد. یکی از عوامل تاثیرگذار در این زمینه می تواند تفاوت در پروسه ترموسایکل باشد. یکی از این تفاوتها در نحوه انجام ترموسیکلینگ است. انجام ترموسیکلینگ می تواند باعث افزایش اندکی در استحکام باند شود که علت آن آزادسازی استرسهای پلیمریزاسیون و یا افزایش درجه تبدیل (Conversion) کامپوزیت رزین به علت افزایش دما است.^(۳۲) از طرفی انجام ترموسیکلینگ و نگهداری در آب می تواند منجر به پدیده هیدرولیز پیوندهای بین سیلان و اکسید فلزی سطح گردد که این امر منجر به کاهش استحکام باند خواهد شد. به هر حال نتایج منتشر شده در این زمینه متفاوت و متناقض هستند.

در مطالعه حاضر استفاده از لیزرهای CO₂ و Nd:YAG به همراه پودر Cojet استحکام باند را به طور معنی داری افزایش نداد؛ اما در مطالعه مدنی و همکاران^(۲۵)، استفاده از لیزر Nd:YAG به همراه پودر پرسنل سبب افزایش استحکام باند سمان رزینی Panavia F2 به آلیاژ نیکل-کروم شد. علت این تفاوت را می تواند به این واقعیت نسبت داده شود که پودر Cojet دارای ذرات اکسید آلومینیوم پوشیده با سیلیکا می باشد بنابراین حضور آلومینا در قسمت مرکزی این ذرات به عنوان یک سد در برابر اثر لیزر بر روی فلز عمل کرده و مانع ذوب سطحی فلز و واکنش با ذرات Cojet می شود. علاوه بر این، در سیستم Cojet سیلان (ESPE_Sil) براساس واکنش با سیلیکای گیر افتاده در سطح فلز طراحی شده است. در

لیزر CO₂ کمتر از لیزر Nd:YAG توسط آلیاژ جذب می‌شود؛ که این موضوع می‌تواند توجیه کم اثر بودن لیزر CO₂ در سطح نمونه‌ها باشد.

در مطالعه حاضر نوع شکست بدست آمده در گروه کنترل، لیزر CO₂ و Nd:YAG از نوع ادهزیو و در گروه Cojet از نوع کوهزیو بود. براساس مطالعه Sarafiaou و همکاران^(۳) نوع شکست کامپازیت از روی فلز (ادهزیو، کوهزیو یا مختلط) وابسته به بزرگی استحکام باند بین فلز و کامپازیت است. به این معنی که گروه‌هایی که استحکام باند بالاتری دارند بیشتر دچار شکست مختلط و بیشتر از نوع کوهزیو شدند. اما در گروه‌هایی که استحکام باند کمتری داشتند، شکست از نوع ادهزیو بود.

باید توجه داشت که سیلیکا لیزینگ یک روش جدید در تقویت باند کامپوزیت به فلز می‌باشد که عوامل متنوعی می‌تواند روی کارایی این تکنیک تاثیرگذار باشد. استفاده از سایر انواع لیزر همراه با تغییر در دوزهای تابش، تغییر میزان پودر پرسلن گذاشته شده روی سطح، تغییر در محتویات پودر حاوی ذرات SiO₂، مخلوط کردن پودر پرسلن با ذرات جاذب نور لیزر (به عنوان مثال گرافیت برای لیزر Nd:YAG)، انجام آزمایش در محیط خلاء یا در محیط گازهای بی‌اثر و تغییر در ساینز ذرات پرسلن می‌تواند به افزایش استحکام باند منجر شود.

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که بالاترین میزان استحکام باند کامپوزیت به آلیاژهای نیکل-کروم با استفاده از روش Silica coating (Cojet) به دست می‌آید. همچنین استفاده از پودر Cojet به همراه لیزرهای CO₂ و Nd:YAG به اندازه روش Cojet منجر به افزایش استحکام باند در افزایش باند کامپوزیت - فلز موثر نبود.

صورتی که در روش استفاده از پودر Cojet به همراه لیزر اثری از ذرات سیلیکا در سطح آلیاژ وجود ندارد (عدم وجود عنصر سیلیس در آنالیز WDX). همچنین باندینگ Panavia F2 حاوی مونومر MDP (10-methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate) می‌باشد که می‌تواند استحکام باند بین سمان رزینی به آلیاژ بیس متال را افزایش دهد.^(۳۳،۳۴)

در بررسی گروه Cojet-Lased-Nd:YAG توسط میکروسکوپ الکترونی، عنصر Al بسیار بیشتر از سایر عناصر مشاهده شد. در سایر مناطق به ترتیب عناصر Ni، Al و Cr غالب بودند. عدم حضور عنصر Si می‌تواند توجیه استحکام باند پایین تر باشد. وجود نماهای مختلف در این گروه می‌تواند ناشی از این باشد که تابش لیزر به صورت دستی انجام شده است. به طور کلی میزان ضخامت پودر Cojet، فاصله نوک لیزر از سطح و میزان جذب اشعه لیزر می‌تواند در ایجاد اشکال مختلف کریتر در سطح موثر باشد.

تصاویر SEM از سطح نمونه‌های سندبلاست شده توسط اکسید آلومینیوم ۵۰ میکرونی، وجود تخلخل‌های فراوان در سطح را نشان می‌دهند که منجر به گیر میکرومکانیکال می‌گردند. در مقایسه با سطح آماده سازی شده با Cojet که با ذرات ۳۰ میکرونی سندبلاست می‌شوند، اندازه این تخلخل‌ها بزرگ‌تر می‌باشند. تصاویر میکروسکوپ الکترونی به دست آمده از گروه Cojet-Lased-CO₂ شباهت بسیار زیادی با گروه کنترل داشت که این موضوع می‌تواند معنی‌دار نبودن تفاوت این دو گروه را توجیه نماید. در این گروه عناصر Cr، Ni و Al به صورت غالب مشاهده شد. در مورد پایین‌تر بودن استحکام باند گروه لیزر CO₂، باید به عدم جذب پرتوهای تابیده شده در سطح سوپسترا توجه نمود. به عنوان مثال

تشکر و قدردانی

نتایج به دست آمده از این تحقیق برگرفته از پایان نامه دوره تخصصی دندانپزشکی است که با شماره ۴۳۷ در کتابخانه دانشکده دندانپزشکی مشهد به ثبت رسیده است.

این طرح با پشتیبانی معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی مشهد (کد پژوهشی ۸۹۵۴۵) انجام گردیده است، که به این وسیله، مراتب سپاس پژوهشگران ابراز می‌گردد.

منابع

1. Latta MA, Barkmeier WW. Approaches for intra-oral repair of ceramic restorations. *Compend Contin Educ Dent*. 2000; 21(8): 635-9, 42-4.
2. Galiasatos A. An indirect repair technique for fractured metal-ceramic restorations: A clinical report. *J Prosthet Dent* 2005; 93: 321-3.
3. Haselton DR, Diaz-Arnold AM, Dunne JT Jr. Shear bond strengths of 2 intra-oral porcelain repair systems to porcelain or metal substrates. *J Prosthet Dent* 2001; 86(5): 526-31.
4. Ozcan M, van der Sleen JM, Kurunmaki H, Vallittu PK. Comparison of repair methods for ceramic-fused-to-metal crowns. *J Prosthodont* 2006; 15(5): 283-8.
5. Ozcan M. Evaluation of alternative intra-oral repair techniques for fractured ceramic-fused-to-metal restorations. *J Oral Rehabil* 2003; 30(2): 194-203.
6. Sarafianou A, Seimenis I, Papadopoulos T. Effectiveness of different adhesive primers on the bond strength between an indirect composite resin and a base metal alloy. *J Prosthet Dent* 2008; 99(5): 377-87.
7. Kern M, Thompson VP. Sandblasting and silica-coating of dental alloys: Volume loss, morphology and changes in the surface composition. *Dent Mater* 1993; 9(3): 151-61.
8. Chung KH, Hwang YC. Bonding strengths of porcelain repair systems with various surface treatments. *J Prosthet Dent* 1997; 78(3): 267-74.
9. Pameijer CH, Louw NP, Fischer D. Repairing fractured porcelain: How surface preparation affects shear force resistance. *J Am Dent Assoc* 1996; 127(2): 203-9.
10. Yanagida H, Matsumura H, Atsuta M. Bonding of prosthetic composite material to Ti-6Al-7Nb alloy with eight metal conditioners and a surface modification technique. *Am J Dent* 2001; 14(5): 291-4.
11. Matsumura H, Tanaka T, Taira Y, Atsuta M. Bonding of a cobalt-chromium alloy with acidic primers and tri-n-butylborane-initiated luting agents. *J Prosthet Dent* 1996; 76(2): 194-9.
12. Shahverdi S, Canay S, Sahin E, Bilge A. Effects of different surface treatment methods on the bond strength of composite resin to porcelain. *J Oral Rehabil* 1998; 25(9): 699-705.
13. Matinlinna JP, Vallittu PK. Bonding of resin composites to etchable ceramic surfaces - An insight review of the chemical aspects on surface conditioning. *J Oral Rehabil* 2007; 34(8): 622-30.
14. Chang JC, Koh SH, Powers JM, Duong JH. Tensile bond strengths of composites to a gold-palladium alloy after thermal cycling. *J Prosthet Dent* 2002; 87(3): 271-6.
15. Kim JY, Pfeiffer P, Niedermeier W. Effect of laboratory procedures and thermocycling on the shear bond strength of resin-metal bonding systems. *J Prosthet Dent* 2003; 90(2): 184-9.
16. Paranhos MP, Burnett LH Jr, Magne P. Effect of Nd:YAG laser and CO2 laser treatment on the resin bond strength to zirconia ceramic. *Quintessence Int* 2011; 42(1): 79-89.
17. da Silva Ferreira S, Hanashiro FS, de Souza-Zaroni WC, Turbino ML, Youssef MN. Influence of aluminum oxide sandblasting associated with Nd:YAG or Er:YAG lasers on shear bond strength of a feldspathic ceramic to resin cements. *Photomed Laser Surg* 2010; 28(4): 471-5.
18. Akin H, Ozkurt Z, Kirmali O, Kazazoglu E, Ozdemir AK. Shear bond strength of resin cement to zirconia ceramic after aluminum oxide sandblasting and various laser treatments. *Photomed Laser Surg*. 2011; 29(12): 797-802.
19. Akin H, Tugut F, Akin GE, Guney U, Mutaf B. Effect of Er:YAG laser application on the shear bond strength and microleakage between resin cements and Y-TZP ceramics. *Lasers Med Sci* 2012; 27(2): 333-8.
20. Cavalcanti AN, Foxton RM, Watson TF, Oliveira MT, Giannini M, Marchi GM. Bond strength of resin cements to a zirconia ceramic with different surface treatments. *Oper Dent* 2009; 34(3): 280-7.

21. Usumez A, Hamdemirci N, Koroglu BY, Simsek I, Parlar O, Sari T. Bond strength of resin cement to zirconia ceramic with different surface treatments. *Lasers Med Sci* 2013; 28(1): 259-66.
22. Murray AK, Attrill DC, Dickinson MR. Qualitative assessment of surface topography of XeCl laser etched Ni-Cr alloy. *Dent Mater* 2005; 21(9): 837-45.
23. Murray AK, Attrill DC, Dickinson MR. The effects of XeCl laser etching of Ni-Cr alloy on bond strengths to composite resin: A comparison with sandblasting procedures. *Dent Mater* 2005; 21(6): 538-44.
24. Kunt GE, Guler AU, Ceylan G, Duran I, Ozkan P, Kirtiloglu T. Effects of Er:YAG laser treatments on surface roughness of base metal alloys. *Lasers Med Sci* 2012; 27(1): 47-51.
25. Sadat Madani A, Astaneh PA, Shahabi S, Nakhaei MR, Bagheri HG, Chiniforush N. Influence of different power outputs of intraoral Nd:YAG laser on shear bond strength of a resin cement to nickel-chromium dental alloy. *Lasers Med Sci* 2013; 28(1): 229-34.
26. Madani AS, Astaneh PA, Nakhaei M, Bagheri HG, Moosavi H, Alavi S, et al. Effectiveness of silica-lasing method on the bond strength of composite resin repair to Ni-Cr alloy. *J Prosthodont* 2015; 24(3): 225-32.
27. Matsumura H, Yanagida H, Tanoue N, Atsuta M, Shimoe S. Shear bond strength of resin composite veneering material to gold alloy with varying metal surface preparations. *J Prosthet Dent* 2001; 86(3): 315-9.
28. Behr M, Rosentritt M, Groger G, Handel G. Adhesive bond of veneering composites on various metal surfaces using silicoating, titanium-coating or functional monomers. *J Dent* 2003; 31(1): 33-42.
29. dos Santos JG, Fonseca RG, Adabo GL, dos Santos Cruz CA. Shear bond strength of metal-ceramic repair systems. *J Prosthet Dent* 2006; 96(3): 165-73.
30. Haneda IG, Fonseca RG, de Almeida JG, Cruz CA, Adabo GL. Shear bond strength of metal-ceramic repair systems. *Gen Dent* 2009; 57(6): 644-51.
31. Watanabe T, Ino S, Okada S, Katsumata Y, Hamano N, Hojo S, et al. Influence of simplified silica coating method on the bonding strength of resin cement to dental alloy. *Dent Mater J* 2008; 27(1): 16-20.
32. Almilhatti HJ, Giampaolo ET, Vergani CE, Machado, AL, Pavarina AC, Betiol EAG. Adhesive bonding of resin composite to various Ni-Cr alloy surfaces using different metal conditioners and a surface modification system. *J Prosthodont* 2009; 18(8): 663-9.
33. Fonseca RG, de Almeida JG, Haneda IG. Effect of metal primers on bond strength of resin cements to base metals. *J Prosthet Dent* 2009; 101(4): 262-8.
34. Tsuchimoto Y, Yoshida Y, Mine A. Effect of 4-MET- and 10-MDP-based primers on resin bonding to titanium. *Dent Mater J* 2006; 25(1):120-4.