

سایلین و باند رزین - سرامیک

دکتر کاوه سیدان* - دکتر مریم کلالی پور** - دکتر مهدی جوان**

* - استادیار گروه آموزشی پروتزهای ثابت دندانپزشکی دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی.

** - دستیار گروه آموزشی پروتزهای ثابت دندانپزشکی دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی.

چکیده

زمینه و هدف: هنگامی که اتصال چسبندگی دو ماده ناسازگار باشد، برای ایجاد سازگاری بین آن دو از ماده سومی که خواص اتصال و چسبندگی بین دو ماده دیگر را دارد استفاده می‌شود. سایلین‌ها موادی هستند که به منظور ایجاد چسبندگی در دندانپزشکی کاربرد دارند. استفاده از سایلین‌ها نه تنها باعث بالا رفتن استحکام می‌شود بلکه از شکست اتصال در محل تماس دو ماده جلوگیری می‌نماید. نظر به استفاده گسترده از این مواد در دندانپزشکی و افزایش کاربرد آنها در سالهای اخیر، مطالعه حاضر با هدف مرور مطالعات منتشر شده در زمینه کاربرد سایلین‌ها و باند سرامیک-رزین صورت گرفت.

روش بررسی: برای انجام این مطالعه و به منظور دسترسی به اطلاعات مورد نیاز از موتورهای جستجوگر اینترنتی و آرشیو مقالات کتابخانه‌ها استفاده شد.

نتیجه‌گیری: مرور کلی نتایج مطالعه نشان می‌داد که علی‌رغم استفاده از روشهای مختلف تهیه نمونه و تنوع در آزمونهای استحکام باند استفاده از سایلین باند کامپوزیت به رزین را تا ۲۵٪ افزایش می‌دهد. اچ کردن توسط اسید فسفریک و کاربرد Silane coupling agent دو عامل مهم در افزایش استحکام باند سمان گزارش گردیده است. البته تحقیقاتی که در مورد نقش اچینگ و کاربرد سایلین بر استحکام باند انجام شده است نشان داده‌اند کاربرد سایلین مناسب می‌تواند استحکام قابل قبولی ایجاد نماید بدون اینکه نیازی به اچ کردن باشد. سایلین‌های هیدرولیز شده به واسطه عدم تولید متانول قادر به تبخیر کامل آب ناشی از واکنشها نبوده، در صورتی که سایلین‌های هیدرولیز نشده با تولید سه مولکول متانول آب سطحی را تبخیر و با باند سیستم‌های آدهزیو تداخل ایجاد نمی‌کنند. بنابراین استحکام باند بدست آمده در سایلین‌های هیدرولیز نشده بالاتر بوده است. نقش عواملی مثل تکنیک مناسب در کار با سایلین، نوع چسبندگی به کار رفته و نیز نوع سایلین (مثلاً هیدرولیز شده و نشده) در استحکام باند بدست آمده موثر می‌باشد.

کلید واژه‌ها: سایلین - استحکام باند - رزین - سرامیک

وصول مقاله: اصلاح نهایی:

پذیرش مقاله:

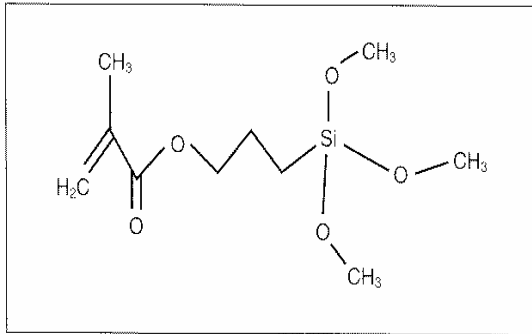
نویسنده مسئول: گروه آموزشی پروتز ثابت دندانپزشکی دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی e-mail: Kseyedan@hotmail.com

مقدمه

یک گروه عاملی آلی و R'O یک گروه استری قابل هیدرولیز می‌باشد که با آب واکنش نشان داده و ضمن تشکیل یک سایلنول ((-SiOH) یک باند اکسان (Si - O - Metal) با سطوح معدنی ایجاد می‌کند. (۲)، سایلین‌ها در یک اینترفیس میان یک سوبسترای معدنی (مثل شیشه، فلز یا ماده معدنی) و یک سوبسترای آلی (مثل پلیمر آلی) برای باند کردن دو ماده غیرمشابه به همدیگر عمل می‌کنند. گروههای

هنگامی که دو ماده با هم ناسازگار هستند ایجاد سازگاری بین آنها معمولاً با معرفی ماده سومی صورت می‌گیرد که خواص مابین دو ماده دیگر را داشته باشند. سایلین‌ها موادی هستند که بدین منظور و برای ایجاد چسبندگی در دندانپزشکی ابداع شده‌اند. (۱)، سایلین‌ها مواد شیمیایی با بیس سیلیکون، حاوی دو جزء تشکیل‌دهنده معدنی و آلی در یک مولکول و دارای ساختار عمومی $R Si (R' O)_3$ می‌باشند. R

دهند. نام دیگر آنها Primers یا Coupling agents می باشد.



شکل ۱: سایلن مونوفانکشنال، گاما متاکریلوکسی پروپیل تری متوکسی سایلن

در سال ۱۹۶۰، silane coupling agent ها در پلاستیک‌های تقویت شده با شیشه به کار گرفته شدند. (۷)، در سال ۱۹۶۲، Bowen از سایلن‌ها در ساخت مواد کامپوزیت رزینی استفاده کرد (۸) که در سال ۱۹۶۳ در حرفه دندانپزشکی وارد شد. (۹)، در سال ۱۹۶۷، Paffenbarger و همکاران دندانهای پرسلنی را با استفاده از محلولهای سایلن به رزین‌های اکریلی باند کردند. (۱۰)، در سال ۱۹۷۸، Newburg و Pameiger از سایلن برای باند کامپوزیت رزین به دندانهای دنچری پرسلنی استفاده کردند. (۱۱)، در سال ۱۹۸۴، Calamia و Simonsen استفاده از سایلن برای افزایش استحکام باند کامپوزیت رزین به سطح پرسلن اچ شده را تأیید کردند. (۱۲)، در دندانپزشکی ترمیمی، سایلن‌ها یا به عنوان عامل اصلاح کننده سطحی فیلر کامپوزیت استفاده شده یا به عنوان Coupling agent برای باند کامپوزیت‌ها به سطوح سرامیکی یا فلزات کاربرد دارند. (۱۳)

واکنشهای شیمیایی سایلن‌ها

برای این که سایلن‌ها بتوانند در اینترفیس بین مواد آلی- معدنی به عنوان Coupling agent عمل کنند باید ابتدا هیدرولیز (فعال) و متراکم (Condense) شوند. این مواد در محلولهای آبی گروههای آلکوکسی با آب واکنش داده و گروههای Silanol اسیدی هیدروفیل فعال تشکیل می‌دهند

ارگانوفانکشنال برای واکنش‌پذیری و سازگاری با پلیمر انتخاب شده‌اند در حالی که گروههای قابل هیدرولیز واسطه‌هایی برای تشکیل گروههای Silanol برای اتصال به سطوح معدنی هستند. (۳) مخربترین عامل در یک سیستم ادهزیو نفوذ آب به اینترفیس و حمله آب به باند ادهزیو می باشد. یک سایلن واقعی با ایجاد یک باند مقاوم به آب بین ماتریکس آلی و معدنی اثرات مخرب آن را از بین برده و ضمن افزایش استحکام باند از دبانینگ در ناحیه اینترفیس نیز جلوگیری می‌کند. (۲،۴) به طور کلی چسبندگی در دندانپزشکی شامل سه نوع می باشد:

- ۱- چسبندگی شیمیایی که بر اساس پیوند کووالانسی، یونی و یا پیوند فلزی می باشد.
 - ۲- چسبندگی فیزیکی که بر پایه دو قطبی های مولکولی و یا پیوند هیدروژنی می باشد.
 - ۳- چسبندگی میکرومکانیکال که بر اساس نفوذ و قفل یک ماده در ماده دیگر از طریق بی‌نظمیها و خشونت‌های میکروسکوپی سطح می باشد. اتصال سایلن‌ها از طریق چسبندگی شیمیایی صورت می‌گیرد. (۵)
- سایلن‌ها گروه بزرگی از ترکیبات آلی با یک یا چند اتم سیلیکون (Si) بوده و عملکردشان شبیه ارتواسترها می باشند. این مواد همچنین می‌توانند فعالیت دوگانه نیز داشته باشند. جزء فانکشنال آلی سایلن‌ها (مثل وینیل، آلیل، آمینو و یا ایزوسیانات) می‌تواند با یک ماتریکس آلی پلیمریزه شود. گروههای آلکوکسی (مثل متوکسی و اتوکسی) نیز توانایی واکنش با اجزای معدنی را دارند که در هر دو مورد بین ماتریکس‌ها پیوندهای کووالانسی تشکیل می‌شود. این مواد همچنین ممکن است Monofunctional (موقعی که یک اتم سیلیکون با سه گروه آلکوکسی در مولکول وجود داشته باشد)، Bisfunctional (دو اتم سیلیکون، هر کدام با سه گروه آلکوکسی)، و یا Trisfunctional (سه اتم سیلیکون، هر کدام با سه گروه آلکوکسی) باشند. (۶) (شکل ۱) سایلن‌ها (ترکیبات هیبرید آلی- معدنی) همچنین می‌توانند به صورت واسطه عمل کرده و چسبندگی را بین سطوح نامشابه (معدنی و آلی) افزایش

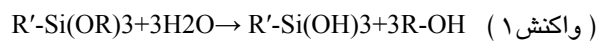
توسط اسید هیدروفلوئوریک یا فسفات فلوراید اسیدی (Acidulated Phosphate Fluoride, APF) از جمله روشهای آماده‌سازی سطح سرامیک هستند که براساس گیر مکانیکی پیشنهاد شده‌اند. Rada در ۱۹۹۱ در توصیف روشی ساده برای ترمیم سرامیک شکسته، سطح سرامیک مجاور محل شکستگی را توسط یک فرز الماسی به سطحی خشن تبدیل و لایه گلاز (Glaze) را برداشت. این روش آماده‌سازی نتایج مطلوبی در ایجاد گیر مکانیکی در سیستم‌های ترمیم پرسنل به همراه داشت. (۱۵) برخی محققان پیشنهاد کرده‌اند که ترکیبی از خشن کردن سطح توسط الماس و اچینگ با هیدروفلوئوریک اسید مؤثرترین روش برای آماده‌سازی سطحی در باند سرامیک/رزین می‌باشد. (۱۶-۱۸)

روش دیگر آماده‌سازی سطح سرامیک Air abrasion توسط اکسید آلومینوم می‌باشد. (۱۹)، اخیراً پخت سرامیک فلدسپاتیک روی دای Refractory برای ساخت رستوریشن بیشتر مرسوم شده که این تکنیک به Sandblasting سطح داخلی سرامیک پخته شده نیاز دارد تا مواد Investment باقیمانده را حذف نماید. با این وصف می‌توان گفت Sandblasting دو عمل انجام می‌دهد: تمیز کردن سطح سرامیک و آماده‌سازی سطحی برای ایجاد گیر مکانیکی. (۲۰)، متغیرهایی که نتایج سندبلاستینگ را تحت تأثیر قرار می‌دهند شامل فشار سندبلاستینگ، اندازه ذره، شکل ذره، زاویه برخورد ذره و خشکی یا مرطوب بودن ذرات. (۲۱)، اسید اچینگ سرامیک با استفاده از اسید هیدروفلوئوریک نیز توسط برخی محققان برای آماده‌سازی سطح سرامیک به کار رفته است. در هنگامی یک سطح سرامیک اچ شده با سایلن آغشته می‌شود، استحکام باند توسط سایلن از طریق دو مکانیسم تقویت می‌شود:

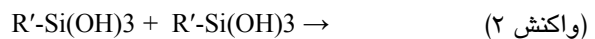
(۱) ایجاد پیوند شیمیایی بین رزین کامپوزیتی و سرامیک
 (۲) بیشتر شدن رطوبت سطح سرامیک و تسهیل جریان سمان رزینی به درون طرح پیچیده اندرکات‌های سطح سرامیک که باعث کاهش اندازه و تعداد نقصهای سطحی می‌شود. (۲۱-۲۲)،

Roulet و همکاران در ۱۹۹۵ گزارش کرده است که اچینگ در مقایسه با سندبلاستینگ یا Grinding بیشترین میزان

(Si-OH) که به عنوان محصول جانبی الکل آزاد می‌کنند (واکنش ۱):



در طی واکنش متراکم شدن، مولکول‌های سایلن با یکدیگر واکنش داده و دیمرهایی تشکیل می‌دهند. (واکنش ۲)



سپس دیمرها برای تشکیل اولیگومرهای سایلوکسان متراکم می‌شوند. علاوه بر این باند هیدروژنی در محلول بین مونومرهای سایلوکسان و اولیگومرها به وجود می‌آید. اولیگومرهای سایلن با یکدیگر واکنش داده و باندهای سایلوکسان هیدروفوبیک تشکیل می‌دهند (-Si-O-Si-) که این باندها با یک ماتریکس معدنی (مثل سیلیکا و اکسیدهای فلزی که حاوی گروه‌های هیدروکسیل OH- می‌باشند) می‌توانند باندهای -Si-O-M- تشکیل دهند (فلز=M).

محلولهای سایلن از قبل فعال شده (هیدرولیز شده) از سه جزء تشکیل می‌شوند. (۱۴)

Silane coupling agent، یک جزء اسیدی، و یک حلال (معمولاً اتانول). وظیفه اسید هیدرولیز کردن گروه استر سایلن (-Si-O-CH₃) به silanol (-Si-OH) و عمل حلال حفظ حلالیت Coupling agent تا زمان کاربرد محلول روی سطح معدنی می‌باشد.

سایلنی که غالباً در لابراتوارهای دندانپزشکی و کلینیک به کار می‌رود گاما متاکریلوکسی پروپیل تری متوکسی سایلن مونو فانکشنال می‌باشد (MPS) که معمولاً رقیق و اغلب کمتر از دو درصد وزنی در محلول آب - اتانول با PH، ۴-۵ بوده و از قبل هیدرولیز شده می‌باشد. (شکل ۱). MPS برای بهبود چسبندگی بین فلز - کامپوزیت، سرامیک - کامپوزیت و کامپوزیت - کامپوزیت استفاده می‌شود.

آماده‌سازی سطح سرامیک برای باند به رزین
 Grinding و Abrasion توسط وسایل دوار الماسی،
 Air-abrasion توسط آلومینا (Sandblasting) و اچینگ

کتابخانه های دانشکده دندانپزشکی و پزشکی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی استفاده گردید.

بحث

پراکنندگی و تنوع موجود در نتایج گزارش شده آزمونهای تجربی استحکام باند در سیستمهای آدهزیو زیاد بوده و اختلاف در روشها و نقش متغیرهایی مانند نوع تست، (shear یا Tension) و طرح دستگاه مقایسه نتایج را مشکل می سازد. قیمت، زمان، مشکلات و کاری که باید برای جایگزینی یک رستوریشن سرامیکی شکست خورده لازم است اهمیت این ترمیم را نشان می دهد. با این حال به دلیل نبودن هماهنگی میان آزمونهای استحکام باند آزمایشگاهی و روشهای تهیه نمونه استحکام باند لازم برای چنین ترمیم پرسنی هنوز تعیین نشده است. در روش معمول استحکام باند برشی (Shear bond strength) شکست مشاهده شده به صورت کوهزیو درون سرامیک می باشد تا به صورت آدهزیو در اینترفیس و براین اساس نتیجه گیری می شود قدرت باند بیشتر از قدرت کوهزیو سرامیک است که با این کار طبیعت فشارهای ایجاد شده و توزیع آنها در ناحیه چسبندگی (که می تواند اثر عمیقی روی نوع شکست داشته باشد) نادیده گرفته می شود. (۲۷)، تکنیک مناسب برای آزمون استحکام باند مهم بوده به طوری که برخی مطالعات نشان داده اند در صورتی که هدف رسیدن به یک روش آزمون استاندارد شده باشد استحکام باند Shear و Tensile به میزان زیادی وابسته به ژئومتری طرح آزمون و مواد استفاده شده می باشد. (۲۸-۳۰)

در تحقیقی که Eames و همکاران در ۱۹۷۷ در مورد باند ترمیمهای پرسن و طلا انجام دادند نتیجه گرفتند که Silane coupling agent ها باند کامپوزیت به رزین را تا ۲۵٪ افزایش می دهند. (۳۱)، همچنین Ozden و همکاران در ۱۹۹۴ نشان دادند بالاترین میزان استحکام باند زمانی بدست می آید که ترکیبی از سایلن با آماده سازی مکانیکی استفاده شود. (۳۲)، با ورود عامل چسبندگی در بررسیهای پژوهشگران در این زمینه تنوع مطالعات و در نتیجه پراکنندگی نتایج افزایش قابل توجهی یافته است. مطالعات زیادی گزارش

استحکام باند را فراهم می آورد. (۲۲)، عامل اچ کننده اسید هیدروفلوئوریک (HF)، ۱۰٪ بیشترین کاربرد را در این زمینه داشته که با ایجاد گیر میکرومکانیکی بین سمان رزینی و سرامیک اچ شده استحکام باند را بهبود می بخشد. HF جزء شیشه ای را حل و با ایجاد میکروپروزیتهای سطح سرامیک را افزایش و با ایجاد میکرواندراکات موجب بهبود استحکام باند می شود. (۲۳)، با این وجود HF ماده ای سمی و برای استفاده در محیط دهان مناسب نمی باشد، لذا عوامل مختلفی مانند محلول APF، ۱/۲۳٪ و ژل اسید فسفریک، ۳۷٪ و ... معرفی شده اند. (۲۴)

مطالعات متعددی که در زمینه کارآیی روشهای مختلف آماده سازی سطوح انجام شده اند نتایج متنوع و گاه ضد و نقیضی را دربر داشته اند. به طوری که در مطالعه ای توسط Chen و همکاران در ۱۹۹۸ افزایش زمان اچینگ افزایش خشونت سطحی را در پی داشته و یا در مطالعه ای توسط Wolf و همکاران در ۱۹۹۳ نتیجه گیری شده زمان اچینگ طولانی و سندبلاستینگ با Al_2O_3 با ذرات بزرگتر باعث افزایش خشونت سطحی سرامیک می گردد. (۲۱، ۲۵) در تحقیق دیگری مؤثرترین روش آماده سازی سندبلاستینگ سطح شکسته رستوریشن گزارش گردید. (۲۶)، در مطالعه آنها نتیجه گیری شد از آنجا که اچ با HF خطرات بیولوژیک زیادی را به همراه دارد می توان از روش سندبلاستینگ به عنوان روش جایگزین استفاده کرد. به هر حال مشخص است که روشهای اچینگ قادرند درجات متفاوتی از میکروپروزیتهای را بسته به نوع عامل اچ کننده، غلظت و زمان اچینگ ایجاد کنند.

نظر به استفاده گسترده از سایلن ها در دندانپزشکی و افزایش کاربرد آنها در سالهای اخیر، مطالعه حاضر با هدف مرور مطالعات منتشر شده در زمینه کاربرد سایلن ها و باند سرامیک-رزین صورت گرفت.

روش بررسی

برای انجام این مطالعه و به منظور دسترسی به اطلاعات مورد نیاز جهت بررسی پیشینه پژوهش و روشهای انجام شده از موتورهای جستجوگر اینترنتی و آرشیو مقالات

در سرامیک‌های با بیس سیلیکا و به منظور حذف فرآیند مضر اچ کردن توسط HF انجام دادند به این نتیجه رسیدند که با کاربرد سایلن مناسب می‌توان به باند کششی رزین، سرامیک بادوامی دست یافت بدون اینکه نیازی به اچ کردن سرامیک توسط HF باشد. (۴۲)

همچنین در تحقیقی که به صورت مروری توسط Blatz و همکاران در ۲۰۰۳ در مورد باند رزین-سرامیک انجام شد گزارش گردید که سایلن‌ها یک عامل عمده برای باند مناسب رزین به سرامیک‌های با بیس سیلیکا می‌باشند. اچ کردن معمول توسط اسید اثر مثبتی روی باند رزین به سرامیک‌های اکسید زیرکونیوم نداشته و فقط سمان رزینی Phosphate-modified بعد از Airborne particle abrasion یک باند رزین بادوام در سرامیک‌های اکسید زیرکونیوم ایجاد کرد. فرآیند اچ کردن که به طور معمول برای سرامیک‌های با بیس سیلیکا به کار می‌رود سطح سرامیک‌های اکسید آلومینیم را به اندازه کافی مضرس نکرده و به این منظور از Airborne particle abrasion توسط Al_2O_3 استفاده می‌شود. (۴۳)

Atsuta و همکاران در ۲۰۰۵ در مطالعه‌ای با هدف بررسی استحکام باند برشی دو سمان رزینی (Luting Linkmax) و HV Ceramics (Panavia Fluoro) در سرامیک‌های گلاس و تأثیر سه عامل سایلن (Clearfil Porcelain Activator، Primer و Porcelain Liner M) بر استحکام باند نتیجه‌گیری کردند که بدون توجه به نوع سمان رزینی Luting استفاده شده، نمونه‌های درمان شده با Clearfil Porcelain Activator بیشترین میزان استحکام باند را نشان داد. (۴۴)

نتایج مشابه در هنگام استفاده از پرایمر سایلن و عامل باندینگ رزینی توسط Hisamatus و همکاران در ۲۰۰۲ و Silane coupling agent توسط Yoshida و همکاران در ۲۰۰۱ گزارش گردیده است. (۴۵-۴۶)

Nogami و همکاران در ۲۰۰۴ مطالعه‌ای با هدف ارزیابی اثر سرامیک پرایمرهای دوجزئی روی استحکام باند کامپوزیت به پرسن انجام و نتیجه‌گیری کردند که سرامیک پرایمرهای دوامی Acid-catalysed باند بهتری نسبت به Silane agent های تک‌مایعی Unhydrolysed ایجاد می‌کنند. (۴۷)

کرده‌اند که استحکام باند مناسب با استفاده از ترکیبی از یک سطح اچ شده و Silane coupling agent بدست آمده است. (۲۳، ۳۳-۳۷) همچنین Sorensen و همکاران در ۱۹۹۱ گزارش کردند یک اچ سه دقیقه‌ای با HF استحکام باند سرامیک‌های فلدسپاتیک را به طور قابل ملاحظه‌ای بالا می‌برد. (۳۸)، در مطالعه‌ای توسط Hayakawa و همکاران در سال ۱۹۹۲ که با هدف بررسی اثر Surface condition ها و Silane agent های مختلف روی باند رزین به پرسن انجام شد، بدون کاربرد عامل سایلن، نمونه‌های اچ شده توسط HF استحکام باند بیشتری نسبت به نمونه‌های پالیش شده یا اچ شده توسط اسید فسفریک داشته و با کاربرد Silane بدون در نظر گرفتن عامل Surface condition استحکام باند بالایی به دست آمد. (۳۹)، با این حال در مطالعه Aida و همکاران در ۱۹۹۵ در بررسی چسبندگی کامپوزیت به پرسن با Surface condition های مختلف این نتیجه بالینی گرفته شد که می‌توان از اچ کردن سطح پرسن توسط اسید صرفنظر کرده و هم زمان کار را کاهش و هم خطرات احتمالی HF را از بین برد. (۴۰)

Kamada و همکاران در سال ۱۹۹۸ در تحقیقی با هدف اثر درمانهای سطحی مختلف سرامیک روی استحکام باند برشی چهار سمان رزینی به ماده سرامیکی Cerec 2 نتیجه‌گیری کردند که اچ کردن سطح توسط اسید فسفریک و کاربرد Silane coupling agent بیشترین استحکام باند سمان رزینی به ماده سرامیکی Cerec 2 بعد از ترموسایکلینگ را ایجاد می‌کند. (۲۴)، Chen و همکاران در ۱۹۹۸ مطالعه‌ای با هدف ارزیابی اثر عوامل Etching مختلف، زمانهای Etching مختلف، و استفاده توأم از اچ کردن و سایلن روی استحکام باند رزین کامپوزیتی به یک پرسن فلدسپاتیک انجام و گزارش کردند که کاربرد ترکیبی اچ کردن توسط HF، ۲/۵٪ برای سی‌ثانیه یا بیشتر و استفاده از Silane bonding agent بهترین سیستم از نظر استحکام باند بوده و استحکام باند تحت تأثیر نوع عامل اچ قرار نداشته است (به جزء زمانهای شصت و صد و پنجاه ثانیه). (۴۱)

Hooshmand و همکاران در ۲۰۰۲ در مطالعه‌ای که با هدف بررسی روشهای بهبود استحکام باند سرامیک، سایلن، رزین

Airborne particle abrasion ایجاد می‌کنند. هرچند برای رسیدن به نتایج قطعی مطالعات بیشتری باید انجام شود.

نتیجه‌گیری

در این مطالعه مروری نقش استفاده از سایلن و نیز استفاده از اسید اچینگ در میزان استحکام باند رزین - سرامیک و جنبه‌های مختلف آن بررسی گردید. نتایج گزارش شده توسط محققان به واسطه تنوع در آزمونهای تجربی استحکام باند و اختلاف در روش و نقش متغیرهایی مانند نوع آزمون، (Shear یا Tension) و طرح دستگاه پراکنده و متنوع بود. با این حال مطالعات نشان دادند که استفاده از سایلن باند کامپوزیت به رزین را تا ۲۵٪ افزایش می‌دهد. اچ کردن توسط اسید فسفریک و کاربرد Silane coupling کردن agent دو عامل مهم در افزایش استحکام باند سمان گزارش گردید. تحقیقاتی که در مورد نقش اچینگ و کاربرد سایلن بر استحکام باند انجام شده است نشان دادند کاربرد سایلن مناسب می‌تواند استحکام قابل قبولی ایجاد نماید بدون اینکه نیازی به اچ کردن باشد. هرچند برخی از مطالعات گزارش کرده بودند که استحکام باند مناسب با استفاده از ترکیبی از یک سطح اچ شده و Silane coupling agent بدست می‌آید. سایلن‌های هیدرولیز شده به واسطه عدم تولید متانول قادر به تبخیر کامل آب ناشی از واکنشها نبوده در صورتی که سایلن‌های هیدرولیز نشده با تولید سه مولکول متانول آب سطحی را تبخیر و با باند سیستم‌های ادهزیو تداخل ایجاد نمی‌کنند، بنابراین استحکام باند بدست آمده در سایلن‌های هیدرولیز نشده بالاتر بوده است. به طور کلی این مطالعه مروری نشان داد نقش عواملی مثل تکنیک مناسب در کار با سایلن، نوع ادهزیو به کار رفته و نیز نوع سایلن (مثلاً هیدرولیز شده و نشده) در استحکام باند بدست آمده موثر می‌باشد.

در بررسی نوع سایلن مصرفی، طبری و یاسینی (۴۸) در مطالعه‌ای با هدف بررسی تاثیر استفاده از سیستم‌های باندینگ بر روی پرسنل پس از استفاده از HF و سایلن بر روی قدرت باند نشان دادند که نوع سایلن در میزان قدرت باند موثر می‌باشد، بدین ترتیب که سایلن‌هایی که از قبل هیدرولیز شده‌اند قادر به تبخیر کامل آب ناشی از واکنش پرسنل و سایلن فعال نبوده و در صورتی که سایلن‌های هیدرولیز نشده، آب سطحی را تبخیر و با باند سیستم‌های ادهزیو تداخل ایجاد نمی‌کنند. نوع ادهزیوی که به کار برده می‌شود نیز در قدرت باند تاثیر داشته است بدین صورت که سیستم‌های ادهزیو حاوی HEMA که با سایلن از قبل هیدرولیز شده به کار رفته بودند قدرت باند بیشتری (به دلیل حذف آب) ایجاد کرده بودند.

در مطالعه‌ای که با هدف بررسی فرآیند هیدرولیز و ثبات شیمیایی یک محلول سایلن از قبل فعال شده که به مدت زمانهای مختلفی نگهداری شده بود توسط Hooshmand و همکاران در سال ۲۰۰۴ انجام شد مشخص گردید که با استفاده از یک تکنیک مناسب در کار با سایلن، اثر محلول سایلن از قبل فعال شده که بر اساس گاما MPTS، اسید استیک و اتانول می‌باشد تا یک سال نگهداری در دمای اتاق از بین نمی‌رود. (۱۴)

علی رغم نتایج مثبت گزارش شده در مورد نقش سایلن در افزایش استحکام باند کارایی سایلن در سیستم‌های سرامیکی تقویت شده با آلومینا از آنجا که چسبندگی با ثبات کمتری بین سایلن و آلومینا مورد تردید است و از آنجا که باند شیمیایی سایلن وابسته به وجود سیلیکا در سطح سرامیک می‌باشد که در ترکیب سرامیک‌های آلومینیم کمیاب است، (۴۹) روش جایگزین در این زمینه استفاده از سمان‌های کامپوزیتی حاوی مونومرفسفاته می‌باشد که به نظر می‌رسد باند رزین بادوام و طولانی‌مدتی را در سرامیک‌های اکسید زیرکونیم و اکسید آلومینیم توسط

REFERENCES

1. Plueddemann EP. Silane coupling agents. New York: Plenum Press; 1991.
2. Pape PG. Silane coupling agents: Enhancement of physical properties of plastics. Engin Plast. 1996 Mar-Apr ;9(2):109-115.

3. Plueddemann EP. Reminiscing on silane coupling agents. *J Adhesion Sci Technol.* 1991;5(4):261-277.
4. Plueddemann EP. Adhesion through silane coupling agents. *J Adhesion.* 1970 Jan-Feb;2(1):84-201.
۵. صمیمی، پوران. چسبندگی در دندانپزشکی. تهران: انتشارات مانی، ۱۳۸۱.
6. Matinlinna JP, Lassila LVJ. An introduction to silanes and their clinical applications in dentistry. *Int J Prosthodont.* 2004 Mar-Apr;17(2):155-164.
7. Vanderbilt BM, Simko JP. Silane coupling agents in glass-reinforced plastics. *Modern Plast.* 1960 Jan-Feb; 38(1):135-141.
8. Bowen RL. Dental filling material comprising vinyl silane-treated fused silica and a binder consisting of a reaction product of bisphenol and glycidyl acrylate. US Patent no.3,066.112 Nov 1962.
9. Bowen RL. Properties of a silica- reinforced polymer for dental restorations. *J Am Dent Assoc.* 1963 Jan;66(1): 57-64.
10. Paffenbarger GL, Sweeney WT, Bowen RL. Bonding porcelain teeth to acrylic denture bases. *J Am Dent Assoc.* 1967 Apr;74(5):1019.
11. Newburg R, Pameiger CH. Composite resins bonded to porcelain with silane solution. *J Am Dent Assoc.* 1978 Feb;96(2):288-291.
12. Calamia JR, Simonsen RJ. Effect of coupling agents on bond strength of etched porcelain. *J Dent Rest.* 1984 Feb;63(2);179.
13. Matinlinna JP, Laajalehto K, Laiho T. Surface analysis of Co-Cr-Mo alloy and Ti substrates silanized with trialkoxysilanes and silane mixtures. *Surf Interface Anal.* 2004 Mar;36(3):246-253.
14. Hooshmand T, Vannoort R, Keshvad A. Storage effect of a pre-activated silane on the resin to ceramic bond. *Dent Mater.* 2004 Sep;20(7):635-642.
15. Rada ER. Intra – oral repair of metal ceramic restorations. *J Prosthet Dent.* 1991 Mar;65(3):348-350.
16. Bailey JH. Porcelain – to – composite bond strengths using four organosilane materials. *J Prosthet Dent.* 1989 Feb; 61(2):174-177.
17. Pratt RC, Burgess JO, Schwartz RS, Smith JH. Evaluation of bond strength of six porcelain repair systems. *J Prosthet Dent.* 1989 Jul ;62(1):11-13.
18. Suliman AA, Swift EJ, Perdigao J. Effects of surface treatment and bonding agents on bond strength of composite resin to porcelain. *J Prosthet Dent.* 1993 Aug;70(2):118-120.
19. Bertolotti RL, Lacy AM, Watanable LG. Adhesive monomers for porcelain repair. *Int J Prosthodont.* 1989 Sep-Oct; 2(5):483-489.
20. Kato H, Matsumara H, Tanaka T, Atsuta M. Bond strength and durability of porcelain bonding systems. *J Prosthet Dent.* 1996 Feb;75(2):163-168.
21. Wolf DM, Powers JM, O'keefe KL. Bond strength of composite to etched and sandblasted porcelain. *Am J Dent.* 1993 Jan;6(3):155-158.
22. Roulet JF, Soderholm KJM, Longmate J: Effects of treatment and storage conditions on ceramic/composite bond strength. *J Dent Res.* 1995 Jan;74(1):381-387.

23. Stangel I, Nathanson D, Hsu CS. Shear strength of the composite bond to etched porcelain. *J Dent Res.* 1987 Sep; 66(9):1460-1465.
24. Kamada K, Yoshida K, Atsuta M. Effect of ceramic surface treatments on the bond of four resin luting agents to a ceramic material. *J Prosthet Dent.* 1998 May;79(5):508-513.
25. Chen JH, Matsumura H, Atsuta M. Effect of different etching periods on the bond strength of a composite resin to a machinable porcelain. *J Dent.* 1998 Jan;26(1):53-58.
26. Chung K, Hwang Y. Bonding strengths of porcelain repair systems with various surface treatments. *J Prosthet Dent.* 1997 Sep;78(3):267-274.
27. Della Bona A, van Noort R. Shear vs. tensile bond strength of resin composite to ceramic. *J Dent Res.* 1995 Sep; 74(9): 1591-1596.
28. Tam LE, Pillar RM. Fracture toughness of dentin/resin – composite adhesive interfaces. *J Dent Res.* 1993 May ; 72(5):953-959.
29. Versluis A, Tantbirojn D, Douglas WH. Why do shear bond tests pull out dentin? *J Dent Res.* 1997 Jun; 76(6): 1298-1307.
30. van Noort R, Noroozi S, Howard IC, Cardew G. A critique of bond strength measurements. *J Dent.* 1989 Apr ; 17(2):61-67.
31. Eames WB, Rogers LB, Feller PR, Price WR. Bonding agents for repairing porcelain and gold: An evaluation. *Oper Dent.* 1977 Summer ;2(3):118-123.
32. Ozden AN, Akaltan F, Can G. Effect of surface treatments of porcelain on the shear bond strength of applied dual – cured cement. *J Prosthet Dent.* 1994 Jul ;72(1):85-88.
33. Calamia JR, Simonsen RJ. Effect of coupling agents on bond strength on bond strength of etched porcelain (abstract). *J Dent Res.* 1984 Feb ;63(2):179.
34. Shahverdi S, Canay S, Sahin E, Bilge A. Effect of different surface treatment methods on the bond strength of composite resin to porcelain. *J Oral Rehab.* 1998 Sep;25(9):699-705.
35. Stacey GD. A shear stress analysis of the bonding of porcelain veneers to enamel. *J Prosthet Dent.* 1993 Nov ; 70(5):395-402.
36. Lacy Am, Laluz J, Watanabe LG, Dellinges M. Effect of porcelain surface treatment on the bond to composite. *J Prosthet Dent.* 1988 Sep;60(3):288-291.
37. Sheth J, Jensen M, Tolliver D. Effect of surface treatment on etched porcelain bond strength to enamel. *Dent Mater.* 1988 Dec;4(6):328-337.
38. Sorensen JA, Engelman MJ, Torres TJ, Avera SP. Shear bond strength of composite resin to porcelain. *Int J Prosthodont.* 1991 Jan-Feb;4(1):17-23.
39. Hayakawa T, Horie K, Aida M. The influence of surface conditions and silane agents on the bond of resin to dental porcelain. *Dent Mater.* 1992 Jul;8(4):238-240.
40. Aida M, Hayakawa T, Mizukawa K. Adhesion of composite to porcelain with various surface conditions. *J Prosthet Dent.* 1995 May;73(5):464-470.
41. Chen JH, Matsumura H, Atsuta M. Effect of etchant, etching period, and silane priming on bond strength to porcelain of composite resin. *Oper Dent.* 1998 Sep-Oct;23(5):250-257.

42. Hooshmand T, Vannoort R, Keshvad A. Bond durability of the resin-bonded and silane treated ceramic surface. *Dent Mater.* 2002 Mar;18(2):179-188.
43. Blatz MB, Sadan A, Kern M. Resin-ceramic bonding: A review of the literature. *J Prosthet Dent.* 2003 Mar ; 89(3):268-74.
44. Yoshida K, Yamashita M, Atsuta M. Bond strength between machinable glass-ceramic and dual-cured resin luting cements using silane coupling agents. *Am J Dent.* 2005 Oct;18(5):327-30.
45. Hisamatsu N, Atsuta M, Matsumura H. Effect of silane primers and unfilled resin bonding agents on repair bond strength of a prosthodontic microfilled composite. *J Oral Rehabil.* 2002 Jul;29(7):644-8.
46. Yoshida K, Kamada K, Atsuta M. Effects of two silane coupling agents, a bonding agent, and thermal cycling on the bond strength of a CAD/CAM composite material cemented with two resin luting agents. *J Prosthet Dent.* 2001 Feb;85(2):184-9.
47. Nogami T, Tanoue N, Atsuta M, Matsumura H. Effectiveness of two-liquid silane primers on bonding sintered feldspathic porcelain with a dual-cured composite luting agent. *J Oral Rehabil.* 2004 Aug ;31(8):770-774.
۴۸. طبری، کسری؛ یاسینی، اسماعیل. مقایسه استحکام باند برشی کامپوزیت به پرسلن در Repair پرسلن با استفاده یا عدم استفاده از باندینگ‌ها. [پایان‌نامه دوره تخصصی]. تهران: دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی تهران؛ ۸۱-۱۳۸۲.
49. Soares CJ, Soares PV, Pereira JC. Surface treatment protocols in the cementation process of ceramic and laboratory-processed composite restorations: A literature review. *J Esthet Restor Dent.* 2005;17(4):224-235.