

مقایسه سه سیستم self-etch adhesive در استحکام برشی باند کامپوزیت به مینا در شرایط خشک و مرطوب

دکتر فرشته شفیعی[†] - دکتر مهران معتمدی* - دکتر ساغر زرغام**

* استادیار گروه آموزشی ترمیمی و زیبایی دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شیراز

** دستیار تخصصی گروه آموزشی ترمیمی و زیبایی دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شیراز

Title: Composite shear bond strength to dry and wet enamel with three self-etch adhesives

Authors: Shafiee F. Assistant Professor*, Motamedi M. Assistant Professor*, Zargham S. Restorative Dentist

Address: Department of Operative Dentistry, Faculty of Dentistry, Shiraz University of Medical Sciences

Background and Aim: The bonding mechanisms of self etching primers, based upon the simultaneous etching and priming of dentin, simplifies the bonding technique, but the efficiency of these systems is still controversial. This study compared the shear bond strength of three self etch adhesive systems in dry and wet conditions.

Materials and Method: In this experimental study, 77 intact bovine lower incisors with flat 600 grit sanded enamel surface were fixed in acrylic molds and divided into 7 groups, of 11 teeth. The enamel surfaces were treated according to a special procedure as follows: Group 1: Prompt L-Pop (PLP) in dry condition, Group 2: Prompt L-Pop in wet condition, Group 3: Clearfield SE Bond (CSEB) in dry condition, Group 4: Clearfield SE Bond in wet condition, Group 5: iBond (iB) in dry condition, Group 6: iBond in wet condition, Group 7: Margin Bond (Control) in dry condition. Surfaces were air dried for ten seconds, or blot dried in wet condition. Composite resin was bonded on the enamel and built up by applying a cylindric teflon split mold (4 mm height 2mm diameter). After 24 hours storage in dionized water at room temperature, all specimens were thermocycled and shear bond test was employed by a universal testing machine (Instron) with a cross-head speed of 1mm/min. The shear bond strength was recorded in MPa and data were analyzed with ANOVA and Scheffé statistical tests. $P < 0.05$ was considered as statistically significant. The mode of failure was examined under a stereomicroscope.

Results: 1- Shear bond strength of CSEB in dry condition (21.5 ± 4.8 MPa) was significantly higher than PLP and iB groups ($p < 0.000$). 2- Shear bond strength of iB and PLP groups in dry condition (9.60 ± 2.2 , 9.49 ± 3 MPa) were significantly lower than CSEB and control (2.99 ± 5.1 MPa) ($P < 0.000$). 3- There was no significant difference between PLP and iB groups in dry condition ($P = 1$). 4- Shear bond strength of CSEB in wet condition (21.8 ± 3 MPa) was significantly higher than PLP and iB groups ($P = 0.0$). 5- Shear bond strength of CSEB (10.8 ± 3 MPa) and PLP (10.6 ± 4 MPa) in wet condition were significantly lower than CSEB and Control groups ($P = 0.0$). 6- There was no significant difference between PLP and iB groups in wet condition ($P = 0.99$). 7- Shear bond strength of the three adhesives had no significant difference in dry and wet conditions (PLP: $P = 0.53$, CSEB: $P = 0.84$, iB: $P = 0.53$). The mode of failure in two groups of PLP and two groups of iB was predominantly in the adhesive bond and in the two groups of CSEB, mixed failure (adhesive with cohesive in composite) was predominantly observed.

Conclusion: CSEB had higher while iB and PLP showed lower bond strength to ground enamel. The three self-etch adhesives in this study did not show technique sensitivity to wet and dry enamel.

Key Words: Wet enamel; Dry enamel; Shear bond strength; Self-etch adhesive system

Journal of Dentistry. Tehran University of Medical Sciences (Vol. 18; No. 4; 2006)

[†] مؤلف مسؤول: نشانی: شیراز - دانشگاه علوم پزشکی شیراز - دانشکده دندانپزشکی - گروه آموزشی ترمیمی
تلفن: ۰۷۱۱ - ۶۲۶۶۴۷۱ - پست الکترونیکی shafieif@sums.ac.ir

چکیده

زمینه و هدف: با وجود ارائه ادهزیوهای self-etch و ساده شدن مراحل باندینگ و کاربرد همزمان آنها بر روی مینا و عاج در یک حفره، باند به مینای این ادهزیوها در مقایسه با روش معمول اچینگ مینا هنوز مورد سؤال است. تحقیق حاضر با هدف مقایسه استحکام برشی باند سه سیستم self-etch adhesive با سه pH مختلف بر روی مینای دندان گاو در شرایط خشک و مرطوب انجام شد.

روش بررسی: در این مطالعه تجربی، تعداد ۷۷ دندان قدامی سالم فک پائین گاو انتخاب شد و در قالبهای آکریلی ثابت گردید؛ سپس توسط صفحه پالیش ۶۰۰ grit یک سطح صاف مینایی آماده شد. دندانها به ۷ گروه ۱۱ تایی به ترتیب زیر تقسیم شدند: در گروه ۱ و ۲ از سیستم Prompt L-Pop (PLP) به ترتیب در شرایط خشک و مرطوب، در گروه ۳ و ۴ از سیستم Clearfil SE Bond (CSEB) در شرایط خشک و مرطوب، در گروه ۵ و ۶ از سیستم iBond (iB) در شرایط خشک و مرطوب، در گروه ۷ نیز به عنوان کنترل از Margin Bond استفاده شد. شرایط خشک با کمک پوار هوا به مدت ۱۰ ثانیه فراهم گشته و در شرایط مرطوب آب اضافی بر سطح دندانها فقط توسط پنبه برداشته شد. با استفاده از قالب تفلونی به ارتفاع ۴ و قطر ۲ میلیمتر استوانه‌ای کامپوزیتی بر سطح باند تهیه شد؛ پس از ۲۴ ساعت نگهداری در آب با دمای اطاق، نمونه‌ها تحت سیکل حرارتی قرار گرفتند؛ سپس نمونه‌ها در دستگاه Instron تحت نیروی برشی با سرعت ۱ mm/min قرار گرفته و مقادیر استحکام برشی باند بر حسب MPa محاسبه شد. اطلاعات جمع‌آوری شده با استفاده از آزمون آماری ANOVA و Scheffe مورد تحلیل قرار گرفته و نحوه شکست با استفاده از استریومیکروسکوپ بررسی گردید. $P < 0.05$ به عنوان سطح معنی‌دار آماری در نظر گرفته شد.

یافته‌ها: استحکام باند گروه CSEB در شرایط خشک ($21/5 \pm 4/8$ MPa) به طور معنی داری از دو گروه PLP و iB بیشتر بود ($P < 0.001$). استحکام باند دو گروه iB ($9/49 \pm 3$ MPa) و PLP ($9/60 \pm 2/2$ MPa) در شرایط خشک به طور معنی داری از گروه CSEB و کنترل ($20/99 \pm 5/1$ MPa) کمتر بود ($P < 0.001$). تفاوت آماری معنی داری از لحاظ استحکام باند بین دو گروه PLP و iB در شرایط خشک مشاهده نشد ($P = 1/0$). استحکام باند گروه CSEB در شرایط مرطوب ($21/8 \pm 3$ MPa) به طور معنی داری از PLP و iB بیشتر بود ($P < 0.001$). استحکام باند دو گروه iB ($10/83 \pm 3$ MPa) و PLP ($10/6 \pm 4$ MPa) در شرایط مرطوب به طور معنی داری از گروه CSEB و کنترل کمتر بود ($P = 0/0$). تفاوت آماری معنی داری از لحاظ استحکام باند بین دو گروه PLP و iB در شرایط مرطوب مشاهده نشد ($P = 0/99$). در هیچ یک از ۳ سیستم self-etch مورد بررسی میانگین استحکام باند در شرایط خشک و مرطوب تفاوت آماری معنی داری نشان نداد (P به ترتیب PLP: $0/53$ ، CSEB: $0/84$ ، iB: $0/34$). شکست در دو گروه PLP و دو گروه iB اغلب به صورت adhesive و در دو گروه CSEB بیشتر به صورت mixed (شکست adhesive به همراه cohesive در کامپوزیت) مشاهده شد.

نتیجه گیری: بر اساس نتایج این تحقیق باندینگ CSEB بر روی مینا استحکام باند مناسبی داشت؛ در حالی که دو سیستم PLP و iB بر روی مینای تراش خورده، باند کمتری داشتند. ۳ سیستم چسبنده self-etch حساسیت تکنیکی به رطوبت اولیه مینا نشان ندادند.

کلید واژه‌ها: شرایط مرطوب مینا؛ شرایط خشک مینا؛ استحکام برشی باند؛ سیستم چسبنده self-etch

وصول: ۸۳/۰۹/۰۹ اصلاح نهایی: ۸۴/۰۳/۱۸ ۸۴/۰۹/۲۷

مجله دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی تهران (دوره ۱۸، شماره ۴، سال ۱۳۸۴)

مقدمه

رزین به مینا به طور گسترده‌ای در دندانپزشکی ترمیمی مورد

از زمان معرفی تکنیک اسید اچ توسط Bounocore، باند استفاده قرار گرفته است (۱).

پرایمر بر روی مینا و عاج به کمک منومرهای اسیدی غیر قابل شستشو، ساخته شدند (۵) و برای اولین بار در اوایل دهه ۹۰ با ساخت Scotch Bond 2 به بازار معرفی گردیدند. برخی از این باندینگ‌ها دو مرحله‌ای بوده، که در مرحله اول محلولی حاوی کاندیشنر و پرایمر استفاده شده و در مرحله دوم رزین بر سطح مورد نظر به کار می‌رود؛ اما سیستم self-etch تک مرحله‌ای نیز وجود دارد که تحت عنوان all-in-one نامیده می‌شود که در آن ۳ مرحله کاربرد اسید، پرایمر و رزین در هم ادغام گشته و به صورت سیستم ۲ جزئی یا تک جزئی ارائه می‌گردد.

این سیستم بر اساس درجه اسیدی و pH نیز به ۳ گروه تقسیم می‌شود:

۱- پر قدرت با pH معادل ۱ یا کمتر مانند Prompt L- Pop

۲- ملایم با pH حدود ۲ مانند Clearfil SE Bond

۳- با قدرت متوسط با pH حدود ۱/۵ مانند iBond.

به طور کلی ۲ عیب مطرح شده در این سیستم‌ها، تحقیقات کم در مورد دوام بالینی آنها و تردید در توانایی اتصال آنها به مینا از لحاظ کلینیکی می‌باشد (۶).

به دلیل نزدیکی مینا و عاج در یک حفره، انجام مراحل باندینگ جداگانه به منظور باند مطلوب به هریک از این دو نسج کاری دشوار بوده و مستلزم صرف زمان بیشتر است؛ بنابراین به دنبال استفاده گسترده از پرایمرهای اسیدی بر روی عاج، کاربرد آنها بر روی مینا نیز مطرح می‌باشد.

علی‌رغم باند مناسب این سیستم‌های self-etch به عاج، استحکام باند آنها به مینا هنوز مورد بحث است (۷، ۸).

این نگرانی وجود دارد که ساده کردن مراحل کار در این سیستم‌ها باعث کاهش استحکام باند به مینا و اشکال درگیر ترمیم گردد و این سیستم نتواند جایگزین مناسبی برای روش معمول باند به مینا (اچینگ مینا با اسید فسفریک و کاربرد

با عمل اچینگ، در سطح صاف مینا تخلخل‌های ریزی ایجاد شده و انرژی آزاد سطحی آن ۲ برابر می‌شود. اگر در این زمان مایع رزین اکریلیک بدون فیلر با ویسکوزیتی پایین (عامل باندینگ مینایی) بر سطح مینا به کار برده شود، رزین به داخل تخلخل‌های میکرونی حاصل از اچ وارد شده و تگ‌های رزینی فرم می‌گیرند (۲).

طی بررسی‌های Gwinnett و Bounocore این تگ‌های رزینی با ایجاد باند میکرومکانیکال عامل اصلی اتصال به مینا هستند (۳).

بعد از موفقیت کلینیکی باند به مینا، سیستم‌های مختلفی از باندینگ‌ها به منظور اتصال مطلوب به عاج عرضه شدند. پیشرفت اساسی در چسبندگی این باندینگ‌ها به ساختمان دندان، در جهت بهبود کیفیت باند همراه با ساده نمودن روش‌های کلینیکی مراحل آنها بوده است. جدیدترین تقسیم بندی سیستم‌های چسبنده بر اساس نوع واکنش آنها با ساختمان دندانی و مکانیسم چسبندگی به صورت زیر است:

۱- Etch & rinse adhesives

۲- Self-etch adhesives

۳- Glass ionomer adhesives

باندینگ‌های etch & rinse بر اساس تعداد مراحل کاری به انواع سه مرحله‌ای و دو مرحله‌ای تقسیم می‌شوند. این باندینگ‌ها علی‌رغم باند مطلوب به مینا و عاج، به تکنیک کار حساس هستند؛ زیرا پس از شستشوی ماده اچ کننده، تعیین میزان رطوبت باقیمانده بر روی عاج پس از شستشو به طوری که باند نیز ضعیف نگردد، به لحاظ کلینیکی دشوار است. بر همین اساس و به منظور ساده کردن مراحل باندینگ و کاهش حساسیت تکنیکی، Watanabe و همکاران سیستم اتصال دهنده جدیدی ابداع کردند که اساس ساخت باندینگ‌های نسل جدید یعنی self-etching adhesives شد (۴).

این باندینگ‌ها بر اساس کاربرد همزمان کاندیشنر و

مشاهده است. رزین باندینگ) باشد؛ در ضمن با وجود آنکه ادعا شده به دنبال حذف مرحله شستشو در این باندینگ‌ها مشکل حساسیت به رطوبت سوپسترا برطرف شده، ممکن است میزان رطوبت اولیه سوپسترا در ایجاد باند آنها مؤثر بوده و باعث تشدید مشکل باقی ماندن آب موجود در حلال و تداخل با پلیمریزاسیون رزین گردد.

در این تحقیق استحکام برشی باند کامپوزیت به مینای خشک و مرطوب با استفاده از ۳ نوع محصول از سیستم‌های self-etch با سه pH اسیدی متفاوت بعد از تحمل سیکل‌های حرارتی متعدد بررسی گردید.

روش بررسی

مطالعه حاضر به صورت تجربی، بر روی ۷۷ دندان قدامی فک پائین گاو انجام گرفت. دندان‌ها فاقد هر گونه پوسیدگی، سایش و نواقص دیگر بودند.

سطح ریشه دندانها توسط وسایل دستی، کاملاً از بقایای بافتهای نگهدارنده تمیز گردیده و در تمام مراحل تحقیق در آب مقطر در دمای اطاق نگهداری شد؛ سپس توسط فرز الماسی، به وسیله توربین و با کمک اسپری آب و هوا، ریشه دندانها از زیر ناحیه CEJ قطع گشته و بقایای پالپ تاجی توسط اکسکویتور خارج گردید. نمونه‌ها در مولد حاوی آکریل به ارتفاع و قطر ۳ سانتیمتر ثابت شد و توسط دستگاه* Abramatic Polisher با استفاده از صفحه پالیش ۶۰۰ grit همراه با جریان خنک کننده آب، پالیش گردید.

نمونه‌ها در ۷ گروه ۱۱ تایی قرار گرفتند. در ۶ گروه از ۳ نوع باندینگ self-etch در شرایط خشک و مرطوب استفاده شد و در گروه هفتم (گروه کنترل) سیستم etch & rinse دو مرحله‌ای شامل اسید فسفریک ۳۷٪ و باندینگ Margin Bond (Coltene, Swiss) به کار رفت. مواد مورد استفاده در این تحقیق در جدول ۱ قابل

جدول ۱- مواد مورد استفاده در تحقیق

نام ماده	کارخانه سازنده	کشور سازنده	نوع ماده
Prompt L.Pop (+Z100)	3M	آمریکا	Strong, Self-etch 1-step adhesive
Clearfil SE Bond (+clearfil AP-X)	Kuraray	ژاپن	Mild, Self-etch 2 step adhesive
iBond (+Venus)	Kulzer	آلمان	Intermediary strong, Self-etch 1 step adhesive
Margin-Bond (+Brilliant dentin)	Coltene	سوئیس	Etch & rinse adhesive

در تمام گروه‌ها قبل از کاربرد باندینگ، به منظور محدود نمودن سطح باند از برچسب‌هایی با قطر ۶ میلیمتر استفاده شد. در شرایط خشک، بعد از خروج نمونه‌ها از آب مقطر، سطح دندانها توسط پوار هوا کاملاً خشک گردید (۱۰ ثانیه). در شرایط مرطوب، بعد از خروج نمونه‌ها از آب مقطر، آب اضافی موجود بر سطح دندانها توسط تکه کوچک پنبه برداشته شد. در گروه ۱ و ۲ (Prompt L-Pop (3M, USA) طبق دستور کارخانه، به ترتیب به صورت خشک و مرطوب، با استفاده از یک برس کوچک، بر روی سطح مینا به کار برده و سپس با جریان ملایم هوا به مدت ۵ ثانیه خشک شد. لایه دوم نیز طی همین مراحل به کار رفت تا در نتیجه یک سطح براق حاصل گردد؛ پس از آن نمونه‌ها توسط دستگاه نوری Coltlox (Coltene Swiss) با شدت ۶۰۰mw/cm² به مدت ۱۰ ثانیه تحت تابش قرار گرفت. در گروه‌های ۳ و ۴ (Clearfil SE Bond (Kuraray, Japan) به ترتیب بعد از تأمین شرایط خشک و مرطوب، ابتدا پرایمر در طی ۲۰ ثانیه به صورت فعال بر روی سطح مینا به کار رفت؛ سپس با جریان ملایم هوا به مدت ۳ ثانیه خشک شد؛ پس از آن یک

* Abramatic Polisher: LOH TRONIC HLP300, Germany

بار سیکل حرارتی در آب با دمای ۵ و ۵۵ درجه سانتیگراد به مدت ۳۰ ثانیه در هر دما و زمان انتقال ۳۰ ثانیه قرار گرفت. نمونه‌ها به مدت یک هفته دپگر در آب مقطر در دمای اطاق نگهداری شدند؛ سپس به منظور بررسی استحکام برشی باند، در دستگاه Instron (مدل 4302، Germany) با سرعت ۱ میلی‌متر در دقیقه تحت تنش برشی قرار گرفتند. با ایجاد debonding، نیروی اعمال شده بر حسب kg ثبت گردید؛ سپس مقادیر استحکام برشی باند (بر حسب MPa) از تقسیم حداکثر نیروی منجر به شکست بر مساحت سطح باندینگ نمونه‌ها محاسبه شد. اطلاعات جمع‌آوری شده با استفاده از آزمون‌های آماری One-way ANOVA و آزمون تکمیلی Scheffe با $P < 0.05$ به عنوان سطح معنی داری مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت؛ در ضمن برای بررسی سطوح شکست نمونه‌ها، بعد از debonding از استریومیکروسکوپ با بزرگ‌نمایی ۱۰ برابر استفاده شد.

یافته‌ها

میانگین استحکام برشی باند بر حسب MPa، انحراف معیار و حداقل و حداکثر استحکام باند در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۲- میانگین، انحراف معیار و حد پایینی و بالایی استحکام برشی باند در گروه‌های مورد مطالعه

گروه	تعداد	میانگین استحکام برشی باند (MPa)	انحراف معیار	حداقل استحکام باند	حداکثر استحکام باند
PLP خشک	۱۱	۹/۶۰	۲/۲۶	۵/۸۱	۱۳/۵۰
PLP مرطوب	۱۱	۱۰/۶۰	۴/۶۳	۵/۲۰	۱۷/۴۱
CSEB خشک	۱۱	۲۱/۵۰	۴/۸۵	۱۲/۲۳	۲۸/۱۵
CSEB مرطوب	۱۱	۲۱/۸۱	۳/۰۷	۱۷/۲۵	۲۶/۵۲
iB خشک	۱۱	۹/۴۹	۳/۰۲	۵/۵۴	۱۳/۷۹
iB مرطوب	۱۱	۱۰/۸۳	۳/۲۶	۶/۳۸	۱۶/۲۶
کنترل	۱۱	۲۰/۹۹	۵/۱۹	۱۵/۹۶	۳۴/۱۶

لایه از رزین باندینگ به کار رفته و به مدت ۲۰ ثانیه تحت تابش نور قرار گرفت.

در گروه‌های ۵ و ۶ (iBond (Kulzer, Germany) به ترتیب بعد از تأمین شرایط خشک و مرطوب، لایه اول باندینگ به صورت فعال در طی ۱۰ ثانیه بر روی سطح مینا به کار رفته و با جریان ملایم هوا به مدت ۵ ثانیه خشک شد. لایه دوم و سوم نیز به همین ترتیب به کار رفته و به مدت ۲۰ ثانیه تحت تابش نور قرار داده شد.

در گروه ۷ (Margin Bond (Coltene, Swiss)، ابتدا به مدت ۳۰ ثانیه از اسید فسفریک ۳۷٪ (3M, USA) بر روی سطح مینا استفاده شد؛ سپس به مدت ۲۰ ثانیه با آب شسته و به مدت ۱۵ ثانیه خشک گردید؛ پس از این مرحله لایه‌ای از باندینگ بر سطح مینا گذاشته و ۲۰ ثانیه تحت تابش نور قرار داده شد. بعد از کاربرد باندینگ‌ها و تکمیل پلیمریزاسیون، به منظور یکسان‌سازی اندازه استوانه‌های کامپوزیتی در همه گروه‌ها از یک split mold آکریلی با سوراخی در وسط به ارتفاع ۴ و قطر ۲ میلی‌متر استفاده شد. کامپوزیت در دو لایه بر سطح باند قرار داده شد و هر لایه ۴۰ ثانیه کیور گردید. کل نمونه‌های آماده شده به مدت ۲۴ ساعت در آب مقطر در دمای اطاق نگهداری شد و تحت ۵۰۰

گرفت. در هیچ کدام از گروه‌ها تفاوت معنی دار آماری در شرایط خشک و مرطوب مشاهده نشد؛ چنانچه در مورد PLP $P=0/53$ ، در مورد CSEB $P=0/84$ و در مورد iB $P=0/34$ بود. سطوح شکست نمونه‌ها با مشاهده با استریومیکروسکوپ (بزرگنمایی ۱۰ برابر) بررسی گردید. در گروه ۱ و ۲ (PLP) شکست اکثراً به صورت adhesive (۸ نمونه) در حد فاصل باندینگ و سطح مینا و در گروه ۳ و ۴ (CSEB) اغلب به صورت mixed (۸ نمونه) شامل شکست adhesive به همراه شکست cohesive در کامپوزیت بود. و در گروه ۵ و ۶ (iB) شکست اکثراً به صورت cohesive (۹ نمونه) و در گروه کنترل بیشتر از نوع mixed (۶ نمونه) و بقیه cohesive در مینا یا کامپوزیت بود.

بحث و نتیجه‌گیری

به طور کلی باند به سطح مینا بر پایه ایجاد سطح متخلخل ناشی از حل شدن انتخابی کریستال‌های هیدروکسی آپاتیت توسط اسید و به دنبال آن با تشکیل تگ‌های رزینی در مینای اچ شده و ایجاد باند میکرومکانیکال استوار است. اسیدهای ارگانیک نسبتاً ضعیف ($pH=0/6-2$) در پرایمرهای اسیدی در مقایسه با اسید فسفریک از نظر کلینیکی نمای اچینگ یخ زده مینا را ایجاد نمی‌کنند؛ اما قادر هستند باعث دمیترالیزاسیون نسج مینا به درجات متفاوت بسته به pH اسیدی آنها شوند.

چنانچه در مورد PLP ($PH=1$) در بررسی SEM مشخص شد که الگوی اچینگ مشابه با کاربرد اسید فسفریک مشاهده می‌شود (۹)؛ اما Lata و Barkmeier عنوان می‌کنند که ممکن است الگوی اچینگ فاکتور تعیین کننده استحکام باند مینایی نباشد؛ بنابراین ایجاد الگوی اچینگ کاملاً مشابه با اسید فسفریک جهت حصول باند مناسب به مینا ضروری نیست (۱۰)؛ همچنین افزایش طول تگ‌های رزینی در مینا در استحکام باند آن تأثیری ندارد و

در این مطالعه به منظور مقایسه استحکام برشی باند بین گروه‌ها از آزمون‌های آماری One-way ANOVA و برای مقایسه دو به دو گروه‌ها از آزمون تکمیلی Scheffe استفاده شد.

مقایسه بین میانگین استحکام برشی باند در شرایط خشک بین گروه‌های مورد مطالعه در مقایسه با گروه کنترل نشان داد که میانگین استحکام برشی باند گروه CSEB ($21/50 \pm 4/8$ MPa) به طور معنی داری از دو گروه PLP ($9/60 \pm 2/2$ MPa) و iB ($9/49 \pm 3$ MPa) بیشتر بود ($P<0/0001$). بین استحکام برشی باند CSEB ($21/50 \pm 4/8$ MPa) و گروه کنترل ($20/99 \pm 5/1$ MPa) تفاوت معنی دار آماری وجود نداشت ($P=0/99$).

میانگین استحکام برشی باند PLP ($9/60 \pm 2/2$ MPa) و iB ($9/49 \pm 3$ MPa) به طور معنی داری از گروه کنترل ($20/99 \pm 5/1$ MPa) کمتر بود ($P<0/0001$) و بین این دو تفاوت معنی دار آماری وجود نداشت ($P=1/00$).

مقایسه میانگین استحکام برشی باند در شرایط مرطوب بین گروه‌های مورد مطالعه با گروه کنترل نشان داد که میانگین استحکام برشی باند گروه CSEB ($21/81 \pm 3$ MPa) به طور معنی داری از دو گروه PLP ($10/60 \pm 4/6$ MPa) و iB ($10/83 \pm 3/2$ MPa) بیشتر بود ($P<0/0001$).

استحکام برشی باند PLP ($10/60 \pm 4/6$ MPa) و iB ($10/83 \pm 3/2$ MPa) به طور معنی داری از گروه کنترل کمتر بود ($P<0/0001$) و بین PLP و iB نیز تفاوت معنی دار آماری مشاهده نشد ($P=0/99$)؛ در حالی که استحکام برشی باند CSEB ($21/81 \pm 3$ MPa) و گروه کنترل ($20/99 \pm 5/1$ MPa) تفاوت معنی دار آماری نداشت ($P=0/97$).

مقایسه آماری بین میانگین استحکام برشی باند در هر گروه در شرایط خشک و مرطوب با استفاده از آزمون t انجام

کافی پرایمر اسیدی در سیستم self-etch دو مرحله‌ای به خروج حلال از آن کمک کرده و استحکام باند به مینا را افزایش می‌دهد و در توجیه این مسأله عنوان می‌کنند که باقی ماندن حلال در موضع، مانع پلیمریزاسیون رزین می‌شود؛ بنابراین با خروج حلال، پلیمریزاسیون کافی عامل باندینگ و در نتیجه استحکام مکانیکی مطلوب رزین چسباننده تأمین می‌گردد (۱۳).

Lopes و همکاران در بررسی استحکام برشی باند مینایی چند پرایمر self-etch، تنها از CSEB (۱۷/۶ MPa) استحکام باندی مشابه سیستم total-etch (۱۷/۹ MPa) به دست آورده و گزارش نمودند، به نظر می‌رسد توانایی دکلسیفیکاسیون پرایمرهای self-etch، با استحکام باند مینایی متفاوت آنها نمی‌تواند ارتباطی داشته باشد و ممکن است در ترکیبات خاص این سیستم‌های self-etch عامل اصلی تفاوت استحکام باند مینایی آنها باشد (۷).

Van Meerbeek و همکاران عنوان کردند که باندینگ‌های self-etch با اسیدیته ملایم (CSEB) قادر نیستند ساختمان دندانی را به شدت دکلسیفیه کنند؛ بنابراین هیدروکسی آپاتیت‌های باقیمانده می‌توانند به عنوان جایگاهی برای پیوند شیمیایی عمل کنند. ترکیب ۱۰ MDP موجود در CSEB قابلیت برقراری پیوند شیمیایی با بلورهای هیدروکسی آپاتیت را دارا است (۶). البته این نوع پیوند توانایی مقاومت در برابر نیروهای acute debonding را ندارد، بلکه بر دوام ترمیم تأثیر گذار است (۱۵)؛ اما به دلیل آنکه در مطالعه حاضر، تأثیر ترموسایکل و aging کوتاه مدت بررسی شده، این توجیه منطقی به نظر می‌رسد.

Li و همکاران در تحقیق خود علت استحکام باند بالای Perma Quik را در وجود ترکیب کامفورکینون در پرایمر و رزین آن می‌دانند. در این تحقیق ذکر شد که کامفورکینون، ماده را بسیار واکنش پذیر نموده، تولید رادیکال‌های آزاد را

فاکتور اصلی، افزایش ناحیه سطحی کلی حاصل از ایجاد تخلخل‌های مینایی می‌باشد (۱۱، ۱۲).

بر اساس نتایج حاصل از تحقیق حاضر نیز PLP با وجود قدرت اسیدی بالا و عمق اچینگ بیشتر در مقایسه با CSEB (pH=۲) استحکام باند پایبندی را نشان داد؛ بنابراین علاوه بر قدرت اسیدی در استحکام باند مینایی سیستم‌های self-etch، عامل مهمتری نیز مطرح می‌باشد.

به طور کلی دو عامل در ایجاد باند مطلوب بین مینا و عوامل باندینگ مؤثر است:

۱- نفوذ کافی عامل باندینگ به داخل مینای دمیترالیزه شده، که این مسأله بستگی به wetting بین سیستم چسبده و مینا دارد.

۲- استحکام و خصوصیات مکانیکی رزین باندینگ (۱۳).

CSEB یک سیستم self-etch دو مرحله‌ای است که دارای رزین جداگانه (Bis-GMA) با استحکام کافی می‌باشد.

دو سیستم باندینگ دیگر موجود در تحقیق حاضر (PLP و iB) تک مرحله‌ای بوده و دارای رزین مجزا با استحکام کافی نیستند. در واقع در این دو باندینگ منومرهای اسیدی، نقش رزین را بر عهده دارند.

طی بررسی‌های Tay و Pashley، با اضافه کردن رزین All Bond2 پس از کاربرد PLP بر روی مینا، استحکام باند مینایی به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌یابد. بر همین اساس، عنوان شده است که کارایی باندینگ‌های self-etch به اسیدیته و الگوی اچینگ حاصل از آنها بستگی ندارد، بلکه استحکام رزین و خواص مکانیکی آن در استحکام باند اهمیت بیشتری دارد (۹).

Fritz و Finger در مطالعه خود، در توجیه پائین بودن استحکام باند مینایی E & P 3.0 با pH اسیدی قوی (۰/۶) به محتوای رزینی ضعیف آن که تنها از HEMA تشکیل شده است، اشاره می‌کنند (۱۴).

طبق بررسی‌های Miyazaki و همکاران، خشک کردن

ترمیمی که در مورد PLP (تک مرحله‌ای) توضیح داده شد، می‌تواند در مورد سیستم iB (تک مرحله‌ای) نیز صادق باشد. نتیجه مطالعات Inoue و همکاران نشان داد، که PLP، ویسکوزیته بسیار پایینی دارد؛ در ضمن با خشک کردن آن به منظور خروج حلال از پرایمر، لایه رزینی بسیار نازک شده که به دلیل تشکیل لایه air-inhibited بعد از تابش نور ممکن است پلیمریزاسیون رزین به طور کامل انجام نگیرد. در این حالت میزان منومرهای اسیدی پلیمریزه نشده در این لایه افزایش می‌یابد. این عوامل به سیستم آغازگر پلیمریزاسیون کامپوزیت رزین حمله کرده و با پلیمریزاسیون آن تداخل ایجاد می‌کند، که کاهش استحکام باند را به دنبال دارد (۲۲).

در توجیه مقادیر استحکام پایین حاصله از سیستم iB موارد زیر ممکن است مؤثر باشد:

این ترکیب مانند PLP دارای ویسکوزیته پایین و سیالیت بالا (به دلیل داشتن UDM) می‌باشد، که ممکن است به دلیل نازکی لایه adhesive کاهش استحکام رزین را به دنبال داشته باشد (۲۲)؛ همچنین در مطالعه حاضر iB در ۳ لایه به مدت ۳۰ ثانیه به کار رفته است.

Li و همکاران در مطالعه خود علت پائین بودن استحکام باند One-coat Bond را در کاربرد طولانی (۳۰ ثانیه) آن می‌دانند. آنها اعتقاد دارند کاربرد طولانی این باندینگ باعث احتباس حباب هوا در این منطقه، امکان باقی ماندن حلال در محل باند و تداخل با پلیمریزاسیون رزین می‌شود (۱۶). به نظر می‌رسد این مشکل در مورد iB نیز به دلیل زمان طولانی کاربرد آن صادق باشد.

مشکل دیگر این دو ترکیب (iB، PLP) این است که هر دو self-etch تک مرحله‌ای هستند (به خصوص iB که تک جزیی می‌باشد). طبق نظر Toledano و همکاران، همراه بودن منومرهای هیدروفیل، هیدروفوب و حلال در یک ترکیب واحد باعث اختلال عملکرد آنها و پائین آمدن کارایی هر یک از این اجزاء می‌شود که در نتیجه این مسأله در

بالا برده و wettability ساختمان دندان را بهبود می‌بخشد (۱۶). این مسأله در مورد CSEB نیز به دلیل دارا بودن کامپوزیت‌ها در رزین خود صادق است.

رزین این باندینگ (CSEB) به دلیل دارا بودن ۱۰٪ وزنی فیلر دارای خواص مکانیکی مطلوب بوده که این عامل در بالا بودن استحکام باند آن به مینا مؤثر است (۱۷).

در این تحقیق استحکام باند PLP به طور معنی داری پایینتر از CSEB و گروه کنترل بود.

به دلیل اینکه PLP حاوی حلال آب است، خروج حلال در این سیستم‌ها به کندی اتفاق می‌افتد؛ در ضمن بعد از تبخیر اندکی از آب حلال، نسبت HEMA به آب بالا رفته، فشار بخار آب پائین می‌آید و بقیه آب در محل حد فاصل باند باقی مانده که مانع پلیمریزاسیون کافی رزین می‌شود. این عامل در کاهش استحکام باند این باندینگ به مینا می‌تواند مؤثر باشد (۱۸).

PLP اولین بار به عنوان سیستم باندینگ در ترمیم کامپوزیت‌های poly-acid modified معرفی و ارائه شد. تحقیقات مختلف نشان دادند، در صورت کاربرد PLP همراه با کامپوزیت‌های poly-acid modified، استحکام باند بالاتری در مقایسه با کاربرد همین باندینگ با کامپوزیت رزین به دست می‌آید (۱۹).

علت این مسأله مربوط به ترکیب هیدروفیل کامپوزیت‌های poly-acid modified در مقایسه با ساختمان هیدروفوب کامپوزیت رزین‌ها می‌باشد (۲۰، ۲۱).

از آنجایی که سیستم‌های self-etch، به خصوص PLP (با حلال آبی) هیدروفیل می‌باشند، این امکان وجود دارد که سازگاری شیمیایی بیشتری بین PLP و کامپوزیت poly-acid modified در مقایسه با کامپوزیت رزین وجود داشته باشد (۱۹).

به نظر می‌رسد عدم هماهنگی در خصوصیات هیدروفیل هیدروفوب سیستم باندینگ و کامپوزیت رزین به عنوان ماده

Ibarra و همکاران نیز با تحقیق بر روی MTBS دو باندینگ self-etch (PLP و CSEB) بر روی مینای تراش خورده و تراش نخورده تفاوت آماری معنی داری بین این دو باندینگ مشاهده نکردند. استحکام باند به مینای تراش خورده در این دو باندینگ به ترتیب $39/92$ MPa و $39/96$ گزارش شد (۲۷).

نتیجه مطالعات Van Meerbeek و همکاران نشان داد که هر دو ماده CSEB و PLP، استحکام باند در حد سیستم‌های Etch & rinse دو مرحله‌ای دارند (به ترتیب ۳۰ و ۳۹ مگاپاسکال) (۶).

طی بررسیهای Kiremitci و Yalcin در دندانهای مولر، مقادیر استحکام برشی باند PLP به مینا به طور قابل ملاحظه‌ای بیشتر از CSEB بود (۲۷ مقابل ۲۰ مگاپاسکال). آنها در توجیه علل اختلافات گزارش شده در تحقیقات مختلف، در مورد کارایی سیستم self-etch بر ساختمان دندانی عوامل بسیاری را مؤثر می‌دانند، که شامل منشأ ساختمان دندانی (گاو یا انسان)، روش تراش سطح، روش تست، ضخامت لایه اسمیر، مساحت سطح باند شده، سرعت وارد آمدن نیرو و فاکتورهای مربوط به عمل کننده می‌باشد (۲۸). لازم به ذکر است که در تحقیق Kiremitci و Yalcin اثر سیکل حرارتی بر روی نمونه‌های باند شده بررسی نشد (۲۸)؛ در حالی که در تحقیق حاضر تأثیر سیکل حرارتی نیز مورد بررسی قرار گرفت.

بر اساس نتایج مطالعه حاضر تفاوت معنی دار آماری بین استحکام باند گروه‌های مورد مطالعه در شرایط خشک و مرطوب مینا وجود ندارد. علت این مسأله می‌تواند مربوط به ترکیب ساختمانی کلی سیستم‌های self-etch باشد. اساساً آب جزء اصلی این سیستم‌ها جهت ایجاد یون‌های هیدروژن است؛ در ضمن، در بعضی از محصولات این گروه علاوه بر آب، اتانول و استون نیز به عنوان حلال اضافه شده است. به طوری که CSEB حاوی اتانول و IB حاوی استون می‌باشد

استحکام باند پائین به دست آمده از این ترکیبات مؤثر است (۲۳).

طبق مطالعه Bruno و Perdigao بر روی استحکام برشی باند PLP روی مینا تراش خورده دندان گاو، استحکام باند PLP ($12/8$ MPa) به طور معنی داری از باندینگ‌های total etch (24 MPa) پایینتر است (۱۹).

در مطالعه Kaaden و همکاران نیز مقایسه‌ای بین استحکام باند باندینگ‌های CSEB و PLP بر روی مینای تراش خورده انجام گرفت که نشان داد، CSEB (29 MPa) در مقایسه با PLP (22 MPa) باند بهتری نشان می‌دهد (۲۴).

Inoue و همکاران با مقایسه $MTBS^*$ ، در ۱۱ سیستم چسبنده گزارش کردند، استحکام باند PLP (28 MPa) به طور قابل ملاحظه‌ای کمتر از سیستم‌های total etch دو مرحله‌ای نظیر Single Bond می‌باشد؛ در حالی که استحکام باند در CSEB تفاوت آماری با سیستم‌های total etch ندارد (۲۵).

طبق تحقیق De Munck و همکاران که در زمینه استحکام باند سیستم‌های self-etch adhesive و total etch صورت گرفت، مشاهده شد که استحکام باند به مینا در ماده self-etch با نام تجاری AQ Bond، کمتر از Prime & Bond Nt بود که به صورت total etch ارائه می‌شود. در رابطه با استحکام باند به عاج، برای ماده Reactmer که self-etch یک مرحله‌ای است، $15/5$ Mpa و برای مواد OptiBond FL که total etch می‌باشد $59/6$ بود. با سیستم‌های total etch باند به مینا بالاتر از سیستم‌های self-etch یک مرحله‌ای بود. در رابطه با باند به عاج، فقط OptiBond FL به طور قابل ملاحظه‌ای بهتر از سیستم‌های self-etch یک مرحله‌ای عمل نمود (۲۶).

*MTBS: Microtensile Bond Strength

باندینگ می‌باشد. در دو گروه iB و PLP شکست‌ها اغلب به صورت adhesive بود که بیانگر استحکام باند پائین این باندینگ‌ها است. Miyazaki و همکاران گزارش کردند که استحکام باند مینایی Clearfil Liner Bond II و دیگر پرایمرهای self-etch بعد از اعمال سیکل‌های حرارتی وسیع کاهش می‌یابد؛ در حالی که در سیستم‌های total etch چنین کاهش مشاهده نشده است (۷).

تحقیقات وسیع‌تر بر روی انواع سیستم‌های self-etch با ترکیبات مختلف و با اعمال سیکل‌های حرارتی وسیع به همراه وارد کردن نیروهای متناوب، برای ارزیابی دقیق‌تر پایداری و ثبات این سیستم‌ها لازم می‌باشد.

با توجه به نتایج به دست آمده از این تحقیق به نظر می‌رسد که:

۱- باندینگ CSEB توانایی اتصال مطلوب به مینای تراش خورده را دارد.

۲- کاربرد باندینگ‌های self-etch تک مرحله‌ای (PLP و iB) به دلیل استحکام باند پائینتر از حد ۱۷ MPa (حداقل استحکام باند لازم برای مقابله با انقباض ناشی از پلیمریزاسیون کامپوزیت)، بر روی مینا توصیه نمی‌شود.

۳- هیچ کدام از باندینگ‌های self-etch مورد مطالعه (CSEB، PLP و iB) حساسیتی به رطوبت اولیه مینا نشان ندادند.

که هدف از افزودن آنها، افزایش حلالیت مونومرهای رزینی موجود در پرایمر اسیدی است. به دلیل آنکه وجود اتانول و استون، تجزیه یون‌های اسیدی در پرایمرهای self-etch را محدود نموده، و باعث کاهش توانایی اچینگ آنها می‌گردد؛ بنابراین وجود آب جزء ضروری جهت عملکرد این سیستم‌ها می‌باشد (۸). در روش مرطوب باندینگ، آب سطحی توسط گلوله کوچک پنبه گرفته می‌شود. با این کار میزان کمی آب درون تخلخل‌های مینایی باقی می‌ماند؛ اما این مقدار در حدی نیست که بتواند پرایمر را بیش از حد رقیق نموده و باعث جدا شدن قسمت هیدروفیل و هیدروفوب آن شود؛ بنابراین به نظر می‌رسد این میزان آب (در شرایط مرطوب تحقیق حاضر)، تنها اندکی محتوای کلی آب سیستم‌های self-etch را افزایش دهد، و تداخلی در استحکام باند ایجاد نماید؛ به طوری که مقادیر استحکام باند در هر سه محصول این سیستم self-etch در شرایط مرطوب تفاوت معنی داری با شرایط خشک نشان نداده است.

Moli و همکاران نیز در بررسی‌های خود با کاربرد سیستم E & P 3.0 در شرایط خشک و مرطوب (مشابه با شرایط تحقیق حاضر) اختلافی در استحکام باند مینایی این سیستم self-etch گزارش نکردند (۱۸).

در بررسی سطوح شکست مشاهده شد که در گروه CSEB اکثر شکست‌ها به صورت mixed است که این مسأله تأیید کننده نتیجه استحکام باند مینایی بالاتر این

منابع:

- 1- Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surface. J Dent Res 1955; 34: 849-53.
- 2- Gilpatrick RO, Ross JA, Simonsen RJ. Resin-to-enamel bond strengths with various etching times. Quintessence Int 1991; 22: 479.
- 3- Gwinnett AJ, Buonocore MG. Adhesion and caries prevention. A preliminary report. Br Dent J 1965; 119: 77-81.
- 4- Watanabe I, Nakabayashi N, Pashley DH. Bonding to ground dentin by a phenyl-p self-etching primer. J Dent Res 1994; 73: 1212-20.
- 5- Kanca J. Wet bonding: effect of drying time and distance. Am J Dent 1996; 9: 273-76.
- 6- Van Meerbeek B, de Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vigay P, et al. Buonocore memorial lecture. Adhesion

- to enamel and dentin: current status and future challenges. *Oper Dent* 2003; 28: 215-35.
- 7- Lopes GC, Marson FC, Vieira LC, de Caldeira AM, Baratieri LN. Composite bond strength to enamel with self-etching primers. *Oper Dent* 2004; 29: 424-29.
- 8- Torii Y, Itou K, Nishitani Y, Yoshiyama M, Ishikawa K, Suzuki K. Effect of self-etching primer containing N-acryloyl aspartic acid on enamel adhesion. *Dent Mater* 2003; 19: 253-58.
- 9- Pashley DH, Tay FR. Aggressiveness of contemporary self-etching adhesives. part II: etching effects on unground enamel. *Dent Mater* 2001; 17: 430-44.
- 10- Latta MA, Barkmeier WW. Dental adhesives in contemporary restorative dentistry. *Dent Clin North Am* 1998; 4: 567-77.
- 11- Nakabayahsi N, Pashley DH. Hybridization of Dental Hard Tissues. Quintessence publishing. 1st ed. 1998; 37-39.
- 12- Sun CH. Relationship between length of resin tag and bond strength of bonding adhesive. *Fukuoka Shika Daigaku Gakkai Zasshi* 1990; 17: 383-99.
- 13- Miyazaki M, Hirohata N, Takagaki K, Onose H, Moore BK. Influence of self-etching primer drying time on enamel bond strength of resin composites. *J Dent* 1999; 27: 203-7.
- 14- Fritz VB, Finger WJ. Bonding efficiency of single-bottle enamel /dentin. *Am J Dent* 1999; 12: 277-82.
- 15- Shigemitsu T, Toba S, Veerapavati W, Shimada Y, Nikaido T. Micro shear bond strengths of adhesive resin to coronal dentin versus the floor of the pulp chamber. *Am J Dent* 2003; 16: 51A- 56A.
- 16- Li H, Burrow MF, Tys MJ. Nanoleakage patterns of four dentin bonding systems. *Dent Mater* 2000; 16: 48- 56.
- 17- Miyazaki M, Sato M, Moore BK. Influence of thermal cycling on dentin bond strength of two-step bonding system. *Am J Dent* 1998; 11: 118- 22.
- 18- Moli K, Gartner T, Haller B. Effect of moist bonding on composite/enamel bond strength. *Am J Dent* 2002; 15: 85- 90.
- 19- Bruno TR, Perdigao J. Bond strengths of nonrinsing adhesives. *Quintessence Inter* 2000; 31: 353-58.
- 20- Albers Harry F. *Tooth Colored Restoratives. Principles & Techniques*. 9th ed. BC Decker Inc. 2002; 139.
- 21- Breschi L, Gobbi P, Perdigao J. Ultra-morphology of self- etching adhesives on ground enamel: A high resolution SEM study. *Am J Dent*. 2003; 16: 57A-62A.
- 22- Inoue S, Vargas MA, Van Meerbeek B. Micro-tensile bond strength of eleven contemporary adhesives to dentin. *J Adhes Dent* 2001; 3: 237-45.
- 23- Toledano M, Osorio R, Carvalho H. Microtensile bond strength of several adhesive systems to different depths. *Am J Dent* 2003; 16: 222-98.
- 24- Kaaden C, Powers JM, Friedl KH, Schmalz G. Bond strength of self-etching adhesive to dental hard tissue. *Clin Oral Investig* 2002; 6: 155-60.
- 25- Inoue S, Vargas M, ABE Y, Yoshida Y, Lambrechts P. Microtensile bond strength of eleven contemporary adhesives to enamel. *Am J Dent* 2003; 16: 324-334.
- 26- De Munck J, Van Meerbeek B, Satoshi I, Vargas M, Yoshida Y, Armstrong S, et al. Microtensile bond strengths of one- and two-step self- etch adhesives to bur-cut enamel and dentin.. *Am J Dent* 2003; 16: 414-20.
- 27- Ibarra G, Vargas MA, Armstrong SR, Cobb DS. Microtensile bond strength of self-etching adhesives to ground and unground enamel. *J Adhes Dent* 2002; 4: 115-24.
- 28- Kiremitchi A, Yalcin F. Bonding to enamel and dentin using self-etching adhesives systems. *Quintessence Int* 2004; 35: 367-70.