تحقیقی

مجله دندانپزشکی جامعه اسلامی دندانپزشکان/ دوره ۲۲، شماره ۳، پاییز ۱۳۸۹، ۱۹۰-۱۹۵

بررسی اثر اضافه کردن غلظتهای متفاوت از حلال اتانول به عامل باند بدون حلال روی استحکام باند ریزبرشی به عاج

دکتر منصوره میرزایی[۱]- دکتر محمد عطایی[۲] - دکتر اسماعیل یاسینی[۳] – دکتر فریبا متوسلیان[۴]- دکتر المیرا اسدی[۵]

۱- عضو مرکز تحقیقات دندانپزشکی و استادیار گروه آموزشی ترمیمی و مواد دندانی دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی تهران

۲- دانشیار پژوهشگاه پلی‌مر و پتروشیمی ایران

۳- استاد گروه آموزشی ترمیمی و مواد دندانی دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی تهران

۴- متخصص دندانپزشکی ترمیمی و زیبایی

۵- دستیار تخصصی گروه آموزشی ارتودنسی دانشکده دندانپزشکی دانشگاه آزاد اسلامی تهران

چکیده

زمینه و هدف: *مطالعات مختلف نشان داده است که حلال در باندینگ به نفوذ رزین به عاج دمینرالیزه کمک می‌کند، اما می‌بایست قبل از کیور حذف گردد تا رزین به خوبی پلی‌مریزه شود و باند قابل قبولی ایجاد گردد. هدف از انجام این مطالعه بررسی اثر اضافه کردن حلال آلی اتانول به عامل باندینگ بدون حلال James-2 روی استحکام باند ریز برشی به عاج است.*

روش بررسی: *در این مطالعه تجربی آزمایشگاهی عوامل باندینگ با نسبتهای مختلف از حلال اتانول تهیه شدند، بدین صورت که مقدار مناسب از حلال اتانول به عامل باندینگ بدون حلال James-2 اضافه گردید تا نسبتهای ۵٪، ۱۰٪ و ۲۰٪ از آن به دست آید.*

در این مطالعه بیست دندان مولر سوم خارج شده مورد استفاده قرار گرفتند. بعد از برداشت سطح اکلوزالی دندان، $\frac{1}{2}$ میانی تاج (از بعد اکلوزوجنجیوالی) با اره الماسی با خنک کننده آب قطع شد. پس از پالیش با کاغذ سیلیکونی و حاصل شدن لایه اسمیر، نمونه‌ها اچ شده و با آب شسته و با کاغذ جاذب رطوبت خشک شدند. آنگاه نمونه‌ها به چهار گروه تقسیم شدند و عامل باندینگ James-2 و عوامل باندینگ فوق الذکر در دو لایه روی عاج نمونه‌ها اِعمال و کیور شدند. استوانه‌های کامپوزیتی به قطر حدود ۰/۸ میلی متر توسط لوله‌های سیلیکونی روی سطح عاج قرار داده شد و کیور شدند. سپس استحکام باند ریز برشی آنها توسط دستگاه Universal testing machine (SMT-20, Santam, Iran) اندازه‌گیری گردید. آنالیز آماری با استفاده از one-way ANOVA و Tukey انجام گرفت.

یافته‌ها: *آنالیز آماری بین گروههای مورد مطالعه نشان داد که با اضافه کردن ۵٪ اتانول به عامل باندینگ بدون حلال James-2 استحکام باند ریز برشی آن به طور معنی‌داری افزایش یافت. (۶/۶۹±۳۲/۱ مگاپاسکال). لیکن هیچ تفاوت معنی‌دار آماری بین گروههای ۰ ٪ و ۱۰٪ و ۲۰٪ مشاهده نشد. به ترتیب (۵/۸±۲۵ مگاپاسکال – ۴/۹۳±۲۴/۸ مگاپاسکال – ۴/۵۱±۲۱/۸ مگاپاسکال)*

نتیجه‌گیری: *افزودن ۵٪ اتانول به باندینگ بدون حلال James-2 سبب افزایش استحکام باند آن شد. اما مقدار بیشتر حلال نتوانست استحکام باند را افزایش دهد. می‌توان علت این امر را حلال باقیمانده که به طور کامل حذف نشده دانست که احتمالاً منجر به پلی‌مریزاسیون ناقص و ایجاد خلل و فرج در لایه چسب می‌شود.*

کلید واژه‌ها: *سیستم ادهزیو – حلال – استحکام باند ریزبرشی – عامل باندینگ.*

وصول مقاله: ۱۳۸۸/۱۲/۸ اصلاح نهایی: ۱۳۸۹/۵/۱۲ پذیرش مقاله: ۱۳۸۹/۶/۱۶

نویسنده مسئول: دکتر فریبا متوسلیان، متخصص دندانپزشکی ترمیمی و زیبایی

e.mail:faribamotevasselian@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

مکانیسم اولیه باندینگ سیستم‌های ادهزیو، تشکیل لایه هیبرید داخل عاج اچ شده است. در سیستم‌های باندینگ ادهزیو One-bottle که عاج اچ می‌شود، رزین نفوذ می‌کند و فیبریل‌های کلاژن در عاج دمینرالیزه مرطوب را جهت تشکیل لایه هیبرید در بر می‌گیرد. به طور ایده آل، این لایه از لحاظ ساختاری یک هیبرید بیوپلی‌مر از کلاژن – رزین است که ارتباط پیوسته و با دوامی را بین ادهزیو و عاج فراهم می‌کند. (۱)، تحت این شرایط، کیفیت لایه کلاژن – رزین به میزان زیادی به ویژگیهای مرطوب کنندگی یا ترکیب سیستم ادهزیو بستگی دارد. (۲)، اجزای اصلی اکثر عوامل باندینگ One-bottle مخلوطی از مونومرهای هیدروفیل و هیدروفوب و حلال هستند. متداولترین حلالهایی که امروزه استفاده می‌شوند استون، اتانول و آب می‌باشند. (۲– ۳)، حضور این حلالها برای دستیابی به یک باندینگ مؤثر به عاج دمینرالیزه شده لازم است چرا که آنها به مانند یک محیط انتقال دهنده (Transport medium) عمل می‌کنند که عوامل واکنشی را به دندان منتقل می‌نمایند. (۴)، همچنین حلال ویسکوزیتی، رزین را کاهش و اجازه نفوذ آن در خلل و فرج تهیه شده در عاج را می‌دهد. این حلالها قابلیت آن را دارند که جایگزین آب شوند و به ترشوندگی و نفوذ مونومرهای رزینی کمک می‌کنند. (۵– ۶)، گرچه وجود حلال در عامل باندینگ ضروری است باید خاطر نشان ساخت که تمام حلال و آب قبل از سخت شدن با نور باید به طور کامل از ادهزیو حذف شود، چرا که حضور آنها می‌تواند اثر نامطلوب در پلی مریزاسیون مونومرهای رزینی داشته باشد.(۷– ۸)، نشان داده شده است که اگر غلظت حلال زیاد باشد میزان تبدیل مونومر به پلی‌مر کاهش می‌یابد. (۸– ۹)، آب و حلال باقیمانده درون رزین ادهزیو، هنگام سخت شدن به دام می‌افتند و سبب ایجاد تخلخلهایی در لایه هیبرید می‌شود که خواص مکانیکی رزین را کاهش می‌دهد. (۹– ۱۰)، بنابراین پس از اعمال ادهزیو حلال با کمک دمنده هوا از رزین خارج می‌گردد. تبخیر حلال همچنین سبب می‌شود که لایه باندینگ اعمال شده نازک گردد و احتمال شکست Cohesive در این لایه کاهش یابد. (۱۱)، از سوی دیگر، به علت محدودیت زمان کار کلینیکی خشک کردن ادهزیو بعد از اعمال آن با پوآر هوا بیشتر از چند ثانیه طول نمی‌کشد و همیشه مقداری حلال در عامل باندینگ به هنگام سخت شدن باقی می‌ماند که سبب ایجاد تخلخل در لایه هیبرید می‌شود و سیل باند را کاهش می‌دهد و احتمال نانولیکیج را فراهم می‌کند. (۲)، حلال اتانول به علت سرعت تبخیر کمتر از استون بیشتر احتمال باقی ماندن در ادهزیو را دارد. (۱۲– ۱۳)، تغییرات گوناگونی در شیمی و فرمولاسیون ادهزیوها ایجاد شده است از جمله آنها حذف جزء حلال است.

James-2 به عنوان یک سیستم باندینگ One-bottle بدون حلال همراه با اچ جداگانه معرفی شده است که باید به عاج در طی بیست ثانیه با فشار Brush شود. بر طبق بروشور کارخانه سازنده، هیدروکسی اتیل متاکریلات (HEMA) کوچکترین جزء مولکولی آن است که احتمالاً به صورت حلال برای دیگر رزین‌ها با وزن مولکولی بالاتر عمل می‌کند.

با توجه به اثر قابل ملاحظه حلال و عدم حضور آن در عامل باندینگ ذکر شده، مطالعه حاضر جهت بررسی اثر حلال روی استحکام باند عامل باندینگ James-2 به عاج انجام می‌گیرد. بدین صورت که استحکام باند ریز برشی آن به تنهایی و با اضافه کردن مقادیر مختلفی از حلال اتانول بررسی می‌شود.

روش بررسی

در این مطالعه تجربی آزمایشگاهی بیست دندان مولر سوم انسانی بدون پوسیدگی انتخاب شدند. دندانها پس از خارج شدن و آگاه شدن بیماران از مورد استفاده آنها شسته و در تیمول ۰/۰۲٪ به مدت یک هفته جهت ضدعفونی نگهداری شدند. پس از آن تا زمان استفاده در سرم فیزیولوژی قرار گرفتند.

نسبتهای مختلف از حلال اتانول به عامل باندینگ بدون حلال James-2 اضافه شد تا عوامل باندینگی با نسبتهای ۵٪، ۱۰٪، و ۲۰٪ وزنی از حلال اتانول به دست آید. البته تهیه باندینگ در محیط بدون نور انجام گردید و تا زمان

Archive of SID
www.SID.ir

استفاده نیز در محیط تاریک نگهداری شد.

۱/۲ میانی تاج دندان به حدود ضخامت دو میلی‌متر به موازات CEJ با اره الماسی (D & Z Germany) با سرعت پایین و با خنک کننده آب تهیه شدند. سطح برشهای عاجی با کاغذ سیلیکونی ششصد گریت حدود سی ثانیه به همراه آب پالیش گردید تا لایه اسمیر حاصل شود. نمونه‌های عاجی برای اعمال باندینگ آماده شدند، بدین ترتیب که سطوح عاجی به مدت ۱۵ ثانیه با اسید فسفریک ۳۷٪ اچ شدند و به مدت ۱۵ ثانیه با آب شسته شده و با کاغذ جاذب رطوبت آب سطح عاج گرفته شد. بیست برش عاجی به طور تصادفی به چهار گروه تقسیم و در سه گروه از سه عامل باندینگ که با حلال اتانول با درصدهای ۵٪، ۱۰٪ و ۲۰٪ تهیه شده بود استفاده گردید و در گروه چهارم James-2 بدون حلال روی نمونه‌ها اعمال شد و هر کدام به مدت بیست ثانیه با اپلیکاتور Rub شدند و به مدت سی ثانیه با پوآر هوا عاری از آب و روغن خشک شده تا لایه هموژنی حاصل شود و حلال آنها تبخیر گردد. عوامل باندینگ به مدت بیست ثانیه با دستگاه Optilux 501 (Kerr, USA) با شدت ششصد میلی وات بر سانتی‌متر مربع کیور گردید.

جهت تهیه استوانه‌های کامپوزیتی سیلندرهای شفافی به ارتفاع یک میلی‌متر از تیوب سیلیکونی با قطر داخلی ۰/۸ میلی‌متر روی سطح شیشه قرار داده شدند و کامپوزیت میکروهیبرید با رنگ A1(Saremco, Swiss) از سطح فوقانی به کمک کندانسور داخل تیوب قرار داده شد. استوانه‌های کامپوزیتی روی سطوح عاجی قرار گرفتند و با دستگاه تابشی به مدت چهل ثانیه کیور شدند. (به طوری که روی هر برش عاجی دو نمونه قرار گرفت. به این ترتیب در هر گروه ده نمونه مورد آزمایش قرار داده شد).

لوله‌های سیلیکونی با تیغ صاف بریده و نمونه‌ها به مدت یک هفته در انکوباتور با دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد در محیط مرطوب نگهداری شدند.

برشهای عاجی به گیره‌های دستگاه Universal testing machine (SMT-20, Santam, Iran) چسبانده شدند، یک سیم استیل نازک (۰/۲ میلی‌متر=D) بین Loadcell و سیلندر کامپوزیتی (در تماس با نیمه تحتانی سیلندر کامپوزیتی و سطح دندان) حلقه شد و نیرو با سرعت ۰/۵ میلی‌متر بر دقیقه تا نقطه شکست اِعمال گردید. آنالیز آماری داده‌ها با استفاده از آزمون آنالیز واریانس یک طرفه (One-way ANOVA) و تست تکمیلی Tukey انجام گرفت.

یافته‌ها

تجزیه و تحلیل آماری گروهها نتایج زیر را نشان داد.

در گروه اول : James-2 (بدون حلال) مقدار استحکام باند ریز برشی به دست آمده (۵/۸ ± ۲۵ مگاپاسکال)

در گروه دوم : James-2 (با ۵٪ حلال) مقدار استحکام باند ریز برشی به دست آمده (۶/۶۹ ± ۳۲/۱ مگاپاسکال)

در گروه سوم : James-2 (با ۱۰٪ حلال) مقدار استحکام باند ریز برشی به دست آمده (۴/۹۳ ± ۲۴/۸ مگاپاسکال)

در گروه چهارم : James-2 (با ۲۰٪ حلال) مقدار استحکام باند ریز برشی به دست آمده (۴/۵۱ ± ۲۱/۸ مگاپاسکال)

با توجه به نتایج به دست آمده بین گروههای اول و سوم و چهارم هیچ اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده نشد. ($P > ۰/۰۵$)، ولیکن در گروه دوم با افزودن ۵٪ حلال اتانول استحکام باند به طرز معنی‌داری افزایش یافت. ($P < ۰/۰۵$)

بحث

سیستم‌های ادهزیو به سرعت پیشرفت کرده‌اند تا باند قوی مکانیکی و شیمیایی بین دندان و رزین برقرار کنند. با این حال، حدفاصل بین دندان و ماده ترمیمی هنوز دارای ضعف بالقوه‌ای است.

اندازه‌گیری استحکام باند به ساختار دندان از جمله روشهای ارزیابی قابلیت کلینیکی سیستم‌های ادهزیو است. (۱۴)، در این مطالعه اثر حلال روی استحکام باند به عاج مورد بررسی قرار گرفت.

علت استفاده از اتانول به عنوان حلال در این مطالعه این بود که اتانول در بین حلالهای آلی و غیر آلی دارای مزایایی است.

نقطه جوش اتانول از نقطه جوش استون بیشتر است.

www.SID.ir

اتانول به دلیل نقطه جوش بالاتر و برقراری پیوند هیدروژنی با آب باقی مانده در عاج (۱۵)، فراریت کمتری نسبت به استون دارد، ولی در عین حال نسبت به آب قدرت تبخیر بیشتر و سریعتری دارد.

در مطالعه Abate نشان داده شد که باندینگ‌های حاوی استون به سرعت حلال خود را از دست می‌دهند و باندینگ‌های حاوی آب تقریباً پایدار باقی می‌مانند. عاج باید هنگام استفاده از چسب حاوی استون حتماً رطوبت کافی داشته باشد. در حالی که در استفاده از مواد باندینگ حاوی اتانول حساسیت به رطوبت کمتری وجود دارد و بنابراین کاربرد آن ساده‌تر است. باندینگ‌های حاوی آب نیز به دلیل تأخیر در تبخیر آب معمولاً هنگام پخت هنوز حاوی آب هستند که منجر به لایه هیبرید غیر یکنواخت می‌شود. همچنین آب باقی مانده از پلی‌مریزه شدن مونومرهای ادهزیو جلوگیری می‌کند و در نتیجه از قابلیتهای باندینگ می‌کاهد. (۱۳)، در مطالعه حاضر با اضافه کردن ۵٪ اتانول به باندینگ James-2 که یک باندینگ بدون حلال است استحکام باند به طرز معنی‌داری از بقیه گروهها بالاتر بود. ($P < ۰/۰۵$) اما با اضافه کردن ۱۰٪ و ۲۰٪ اتانول به باندینگ، استحکام باند تفاوت معنی‌داری نسبت به James-2 بدون حلال نداشت. ($P > ۰/۰۵$)

Wang و همکارانش در سال ۲۰۰۶ تأثیر غلظتهای متفاوت حلال اتانول را روی کیفیت لایه هیبرید بررسی کردند و از بین سه غلظت ۱۰٪، ۳۰٪ و ۵۰٪ غلظت ۳۰٪ حلال را به عنوان درصد حلال بهینه عنوان کردند زیرا که حلال به نفوذ رزین در شبکه ماتریکس کلاژن کمک می‌کند و حضور آن تا مقداری معین جهت کاهش ویسکوزیتی باندینگ و مرطوب شوندگی عاج لازم است. (۲)

Holmes و همکارانش در مطالعه‌ای نشان دادند که اگر غلظت حلال از مقدار بهینه بیشتر باشد از پلی‌مریزه شدن مونومرهای ادهزیو جلوگیری می‌شود و درصد منومرهای واکنش نکرده افزایش می‌یابد که این سبب کاهش خصوصیات مکانیکی چسب می‌شود. (۸)

در این مطالعه نیز هنگامی که غلظت ۱۰٪ یا ۲۰٪ اتانول به باندینگ بدون حلال James-2 اضافه شد، گرچه استحکام باند به طرز معنی‌داری کاهش پیدا نکرد اما افزایش هم نشان نداد که این می‌تواند به علت ممانعت از پلی‌مریزه شدن مونومرهای آن باشد، اما در غلظت ۵٪ مقدار حلال به اندازه‌ای نیست که ممانعت قابل توجهی در پلی‌مر شدن ایجاد کند. این مقدار حلال می‌تواند به ترشوندگی عاج و نفوذ مونومرها به لایه هیبرید و توبول‌های عاجی و در نتیجه استحکام این لایه و ایجاد زایده‌های رزینی کمک کند.

در مطالعه Alessandra Ries و همکارانش نشان داده شد که زمانی که عوامل باندینگ One step حاوی حلال استن و Single bond حلال اتانول و آب به مدت زمان طولانیتری روی سطح عاج قبل از کیورینگ باقی بمانند استحکام باند بالاتری حاصل می‌شود که این امر را به تبخیر بیشتر حلال و احتمال ایجاد پلی‌مری یکنواخت‌تر نسبت دادند. (۱۲)

ضخامت لایه ادهزیو یکی دیگر از عواملی است که روی استحکام باند آن تأثیر می‌گذارد. Zheng و همکارانش در سال ۲۰۰۱ مطالعه‌ای در این باره انجام دادند. نتایج مطالعه آنها از این قرار بود که Liner Bond ZV که یک چسب بدون حلال است با افزایش ضخامت لایه ادهزیو، استحکام باند بالاتری را موجب شد، درحالی که Single Bond با حلال اتانول و آب رابطه معکوسی را بین ضخامت لایه ادهزیو و استحکام باند نشان داد. آنها با مشاهده میکروسکوپی به این نتیجه رسیدند که نوع شکست در باندینگ بدون حلال حتی با افزایش ضخامت لایه ادهزیو از نوع Cohesive نبود و عمدتاً در سطح مشترک اتفاق می‌افتاد.

هنگامی که ضخامت باندینگ‌های حاوی حلال مانند Single Bond افزا یش یافت استحکام باند کاهش پیدا کرد که آن را ناشی از حلال باقیمانده در لایه ادهزیو که ممکن است از پلی‌مریزه شدن آن جلوگیری کند دانستند. (۱۶)

در مطالعه حاضر چسب James-2 با حلال ۱۰٪ و به خصوص ۲۰٪ گرچه ویسکوزیتی پایینتری نسبت به قبل پیدا می‌کند و احتمال ترشوندگی و نفوذ مونومر افزایش می‌یابد اما از سوی دیگراحتمال باقی ماندن حلال در لایه چسب و جلوگیری از پلی‌مرشدن کامل وجود دارد که افت خواص فیزیکی و مکانیکی لایه چسب را به دنبال دارد.

Archive of SID
www.SID.ir

در حالی که در James-2 و یا در James-2 با ۵٪ حلال احتمال باقی ماندن حلال و تأثیر روی پلی‌مرشدن کمتر است.

در مطالعه‌ای که TARC AW و همکارانش انجام دادند، سه باندینگ متفاوت با حلال آب و اتانول و بدون حلال در شرایط کلینیکی در حالی که سایر متغیرها یکسان بود روی دندانها استفاده شدند و پس از یک سال پیگیری، از نظر گیر و یکنواختی حاشیه‌ای و تغییر رنگ حاشیه‌ای و حساسیت پس از درمان مانند هم عمل کردند. آنها معتقد بودند که ادهزیو بدون حلال می‌تواند منجر به لایه چسب ضخیمتر شود که ممکن است حفاظت حرارتی ایجاد کند و استرس‌های برشی را کاهش دهد. اما اگر این لایه بیش از حدّ ضخیم باشد ممکن است باند ضعیفتری ایجاد کند. (۱۷)

باندینگی که در این مطالعه استفاده شد با اینکه بدون حلال است در دستورالعمل آن پیشنهاد شده است که باندینگ قبل از پلی‌مر شدن به مدت بیست ثانیه Rub شود. این پیشنهاد احتمالاً به این علت است که ویسکوزیتی بالای باندینگ و تر کنندگی کم آن به وسیله Rub مکانیکی جبران شود.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج این مطالعه مشاهده می‌شود کاربرد ۱۰٪ و ۲۰٪ وزنی حلال اتانول در باندینگ بدون حلال James-2 در استحکام باند به عاج اثر منفی ندارد اما استحکام باند به عاج را نیز بهبود نمی‌بخشد اما اضافه کردن ۵٪ وزنی اتانول به این باندینگ سبب افزایش استحکام باند به عاج می‌شود.

قدردانی و تشکر

بدین وسیله از زحمات جناب آقای دکتر خرازی فرد مشاور آماری کمال تشکر را داریم. در ضمن از زحمات مسئولان و داوران محترم تشکر می‌نماییم.

REFERENCES

1. Nakabayashi N, Nakamura M, Yasada N. Hyrbrid Layer as a dentin-bonding mechanism, J Esth Dent. 1991 Jul-Aug; 3(4): 133-8.
2. Wang Y, Spencer P, Xao. Yao X, Brenda B. Effect of solvent contet on resin hybridization in wet dentin bonding. J Biomed Mater Res. 2007 Sep; 82(4): 975-983.
3. Swift EJ, Bayne SC. Shear bond strength of a new one-bottle dentin adhesive, Am J Dent. 1997 Aug;10(4):184-188.
4. Burke F, Mc Caughey A. The four generations of dentin bonding. Am J Dent. 1995 Apr; 8(2):88-92.
5. Reis AF, Oliveira MT, Giannini, De Goea MF, Rueggeberg FA. The effect of organic solvents on one bottle adhesive bond strength to enamel and dentin. Oper Dent. 2003 Nov-Dec; 28(6):700-706.
6. Kanaca J, Resin bonding to wet substrate I bonding to dentin. Quintess Inter. 1992 Jan; 23(1): 39-41.
7. Jacobsen T, Soderholm KJ. Some effects of water on dentin bonding. Dent Mater. 1995; 11(2): 132-136.
8. Holmes RG, Rueggeberg FA, Callan RS. Effect of solvent type and content on monomer conversion of a model resin system as a thin film. Dent Mater. 2007 Dec; 23(12): 1506-1512.
9. Sabine HD, Byeong HC. Interpretation of bond failure through conversion and residual solvent measurements and Weibull analyses of flexural and microtensile bond strengths of bondng agents. Dent Mater. 2005 Apr; 21 (4): 354-364.
10. Paul Sj, Leach M, Rueggeberg FA, Pashly DH. Effect of water content on the physical properties of model dentin primer and bonding resins. J Dent. 1999 March; 27(3): 209-214.

Archive of SID
www.SID.ir

11. Ikeda T, De Munck J, Shirai K, Hikitia S. Effect of evaporation of primer components on ultimate tensile strengths of primer-adhesive mixture. Dent Mater. 2005 Nov;21(11): 1051-1058.
12. Ries A, Cardoso PC, Loguercio AO, Vieira LC. Effect of prolonged application times on resin-dentin bond strengths. Dent Mater. 2008 May; 24(5): 639-644.
13. Abate PF, Rodriguez VL, Macchi RL. Evaporation of solvent in one bottle adhesives. J Dent. 2000 Aug; 28(6): 437-440.
14. Yoshiyama M, Matsuo T, Ebisu Sh, Pashly D. Regional bond strengths of self-etching/self priming adhesive systems. J Dent. 1998 Sep; 26(7): 609-616.
15. Pashly DH, Agee KA, Carvalho RM, Lee KW, Tay FR, Callison TR.Effects of water-free polar solvents on the tensile properties of demineralized dentin. Dent Mater. 2003 Jul; 19(5): 347-352.
16. Zheng L, Pereira PNR, Nakajima M. Relationship between adhesive thickness and microtensile bond strength. Oper Dent J. 2001 Jan-Feb; 26(1): 97-104.
17. Tarc. Aw, Xavier Lepe, Glen H. Johnson, Lloyd Mancl. One year clinical evaluation of an ethanol-based and a solvent free dentin adhesive. Am J Dent. 2004 Dec; 17(4): 451-456.

Archive of SID

www.SID.ir