

بررسی اثر برداشت کلاژن بر میزان استحکام باند برشی چهار سیستم باند عاجی یک جزئی

دکتر شاهین کسرای[†] - دکتر محمد عطایی** - مهندس خسرو مانی کاشانی*** - دکتر امیر قاسمی****

*استادیار گروه آموزشی ترمیمی دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی همدان

**عضو هیئت علمی گروه پلیمر پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران

***عضو هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی همدان

****استادیار گروه آموزشی ترمیمی دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

Title: The effect of collagen removal on shear bond strength of four single bottle adhesive systems

Authors: Kasraie Sh. Assistant Professor*, Ataie M. PhD of Polymer Engineering**, Mani Kashani Kh. MSc***, Ghasemi A. Assistant Professor****

Address: *Department of Operative Dentistry, Faculty of Dentistry, Hamedan University of Medical Sciences
**Iran Polymer Petrochemical Institute

***Faculty Member, Hamedan University of Medical Sciences.

****Department of Operative Dentistry, Faculty of Dentistry, Shahid Beheshti University of Medical Sciences

Background and Aim: Achieving adhesion between restorative materials and dentin as a wet and dynamic surface is an important topic in restorative and especially in conservative dentistry. Adhesion of new dentin bonding systems depends on the formation of hybrid layer and micromechanical retention. Nevertheless, an ideal adhesive system has not yet been introduced. Recent studies reveal an increase in bonding stability when the collagen is removed from demineralized dentin surfaces. This study investigates the effect of collagen removal on the shear bond strength of four single bottle dentin bonding systems regarding their structural differences.

Materials and Methods: This experimental study was performed on 56 intact human premolar teeth. Smooth surfaces of dentin were prepared on buccal & lingual aspects of teeth, providing 112 dentin surfaces. The dentin surfaces were etched with 37% phosphoric acid for 15 seconds and then rinsed. The specimens were divided into 8 groups. Single bottle adhesive systems [Single Bond (3M), One-Step (Bisco), Prime & Bond NT (Dentsply), and Excite (Vivadent)] were then applied on the dentin surfaces of 4 groups using the wet bonding technique. In the other 4 groups, the demineralized dentin surfaces were treated with a 5.25% solution of sodium hypochlorite for one minute in order to remove the surface organic components. The adhesive systems mentioned before were applied to these 4 groups with the same wet bonding technique. A cylinder of Z100 (3M) dental composite with a 3 mm diameter and 2 mm height was placed on the adhesive covered dentin surface of all groups and light-cured (400 mW/cm², 40 sec on each side). The specimens were kept in distilled water at room temperature for one week and then thermocycled for 3000 times (5-55 °C). Shear bond strength of specimens was measured using an Instron (1495) universal mechanical testing machine with cross-head speed of 0.5 mm/minute and chisel form shearing blade. Data were analyzed by Two Way ANOVA and Tukey HSD tests with p<0.05 as the limit of significance.

[†] مؤلف مسؤول: نشانی: همدان - میدان فلسطین - دانشگاه علوم پزشکی همدان - دانشکده دندانپزشکی - گروه آموزشی ترمیمی

تلفن: ۰۹۱۲۳۴۸۱۷۷۶ - نشانی الکترونیک: sh_kasraie@yahoo.com

Results: The mean & standard deviation of shear bond strengths (in Mpa unit) of all groups were as follows:

One-Step = 19.60 ± 1.83	One-step +H = 19.72 ± 2.01
Single Bond = 21.44 ± 3.94	Single Bond +H = 18.26 ± 2.85
Prime&Bond NT = 26.51 ± 5.02	Prime&Bond NT+H = 26.98 ± 5.70
Excite = 29.78 ± 3.85	Excite +H = 19.07 ± 9.94

Analysis of the results revealed that the use of 5.25% sodium hypochlorite for one minute on the surface of demineralized dentin significantly decreased the shear bond strength of Excite and Single Bond ($P < 0.05$). For Prime & Bond NT and One-Step, shear bond strength increased with this treatment but was not statistically significant ($P > 0.05$).

Conclusion: Based on the results of this study, collagen removal from demineralized dentin surface caused a significant decrease in shear bond strength of alcohol & water/alcohol based bonding systems, while the bonding strength of the acetone based systems was not affected. Therefore, the effect of collagen removal on shear bond strength depends on the bonding system applied and its solvent type.

Key Words: Dentin bonding agents; Shear bond strength; Collagen; Hypochlorite

چکیده

زمینه و هدف: به دست آوردن چسبندگی مواد ترمیمی با عاج دندان به عنوان یک بستر مرطوب و دینامیک یکی از موضوعات مهم دندانپزشکی ترمیمی به خصوص دندانپزشکی محافظه کارانه است. چسبندگی اغلب سیستمهای باندینگ عاجی کنونی براساس تشکیل لایه هیبرید و ایجاد گیر میکرومکانیکال است. یافته‌های جدید در ارتباط با مکانیسم چسبندگی به عاج بیانگر افزایش پایداری باند در صورت برداشت کلاژن از سطح عاج دیمینرالیزه می‌باشند. مطالعه حاضر با هدف تعیین تأثیر برداشت کلاژن بر روی استحکام باند چهار سیستم باند عاجی یک جزئی با توجه به تفاوت‌های ساختاری آنها انجام شد.

روش بررسی: این مطالعه به روش تجربی و با تکنیک مشاهده‌ای بر روی ۵۶ دندان پره‌مولر سالم انسان انجام گرفت. در سطوح باکال و لینگوال دندانها، سطح صافی از عاج ایجاد شد. نمونه‌ها به هشت گروه ۱۴ تایی تقسیم شدند به نحوی که در هر گروه، ۷ سطح باکالی از ۷ دندان و ۷ سطح لینگوالی از ۷ دندان پره‌مولر دیگر قرار گرفت. سطح عاج توسط اسید فسفریک ۳۷٪ به مدت ۱۵ ثانیه اچ و سپس شستشو داده شد. در چهار گروه به عنوان کنترل، سیستمهای باند یک جزئی Excite (Vivadent)، Prime & Bond NT (Dentsply)، Single Bond (3M) و One Step (Bisco) با تکنیک باند مرطوب به کار برده شد. سپس یک استوانه از کامپوزیت Z100 (3M) به قطر ۳ میلی‌متر و ارتفاع ۲ میلی‌متر به دندان باند گردید. در چهار گروه دیگر پس از دیمینرالیزاسیون عاج با اسید، از هیپوکلریت سدیم ۵/۲۵٪ جهت برداشت مواد آلی سطح عاج به مدت یک دقیقه استفاده شد. پس از آن سیستمهای ذکر شده با روش باند مرطوب جهت باند استوانه کامپوزیتی به کار رفت. پس از یک هفته نگهداری در آب مقطر با دمای اتاق (۲۴ درجه سانتیگراد) نمونه‌ها تحت ۳۰۰۰ سیکل حرارتی در حمام آب بین ۵-۵۵ درجه سانتیگراد قرار گرفتند. استحکام باند برشی نمونه‌ها به وسیله دستگاه تست مکانیکی اینسترون و توسط یک تیغه به فرم چیزل و با سرعت ۰/۵ میلی‌متر در دقیقه اندازه‌گیری شد. داده‌ها به وسیله آزمونهای Two Way ANOVA و Tukey HSD مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند و $p < 0.05$ به عنوان سطح معنی‌داری در نظر گرفته شد.

یافته‌ها: میانگین و انحراف معیار استحکام باند برشی به عاج (بر حسب Mpa) تمامی گروه‌ها به ترتیب زیر بود:

One Step +H = 19.72 ± 2.01	One Step = 19.60 ± 1.83
Single Bond +H = 18.26 ± 2.85	Single Bond = 21.44 ± 3.94
Prime & bond NT +H = 26.98 ± 5.70	Prime & bond NT = 26.51 ± 5.02
Excite +H = 19.07 ± 9.94	Excite = 29.78 ± 3.85

تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که استفاده از هیپوکلریت سدیم ۵/۲۵٪ به مدت ۱ دقیقه در سطح عاج دمنیرالیزه استحکام باند برشی سیستمهای Excite و Single Bond را به طور قابل ملاحظه‌ای کم نمود ($P < 0/05$). استحکام باند برشی سیستمهای One Step و Prime & Bond NT با این روش افزایش یافت؛ ولی این اختلاف از نظر آماری معنی دار نبود ($P > 0/05$).

نتیجه گیری: براساس یافته‌های مطالعه حاضر، برداشت کلاژن سطح عاج دمنیرالیزه با هیپوکلریت سدیم موجب کاهش معنی‌دار استحکام باند برشی سیستمهای با پایه آب/الکل می‌گردد؛ در حالی که استحکام باند سیستمهای استونی تغییر نمی‌نماید، بنابراین بسته به نوع سیستم باندینگ و حلال آن، این روش، استحکام باند متفاوتی را ایجاد می‌نماید.

کلیدواژه‌ها: عوامل باندینگ عاجی؛ استحکام باند برشی؛ کلاژن؛ هیپوکلریت

وصول: ۸۴/۰۷/۰۶ اصلاح نهایی: ۸۴/۱۲/۱۳ تأییدچاپ: ۸۵/۰۲/۲۶

مقدمه

شدن مواد آلی سطحی و حذف اسمیر کلاژنی باقیمانده میزان نفوذپذیری عاج افزایش می‌یابد (۱۱،۱۰). در برخی مطالعات گزارش شده است، بعد از دمنیرالیزاسیون عاج، برداشت کلاژن توسط یک ماده پروتئولیتیک نظیر هیپوکلریت سدیم می‌تواند موجب افزایش میزان استحکام باند در بعضی سیستمهای باند عاجی گردد (۱۴،۱۳،۱۲). کاربرد هیپوکلریت سدیم ۵/۲۵٪ طی یک تا چند دقیقه می‌تواند قسمتی از مواد آلی سطح عاج دمنیرالیزه را بردارد، ولی شبکه کلاژن را به طور کامل حذف ننماید (۱۶،۱۵). مطالعات اخیر نشان داده‌اند که افزایش استحکام باند پس از برداشت کلاژن سطح عاج دمنیرالیزه بستگی به نوع سیستم باندینگ به خصوص نوع حلال به کار رفته در آن دارد (۱۶،۱۵،۱۳،۹). این مطالعه نیز براساس کاهش میزان کلاژن در سطح عاج دمنیرالیزه توسط یک عامل پروتئولیتیک و ایجاد بستری مناسب با درصد مواد معدنی بیشتر و پایدارتر انجام شد. در این پژوهش بعد از دمنیرالیزه نمودن عاج با اسید، با توجه به منابع علمی موجود از هیپوکلریت سدیم به عنوان یک ماده پروتئولیتیک جهت کاهش و حذف اجزای آلی باقیمانده استفاده شد؛ سپس با انجام تست مکانیکی توسط دستگاه اینسترون اثرات برداشت کلاژن بر میزان استحکام باند برشی چند سیستم باندینگ تجاری معتبر مورد ارزیابی قرار گرفت.

روش بررسی

مطالعه حاضر به صورت تجربی بر روی دندانهای پرمولر

از لحاظ چسبندگی مواد ترمیمی به ساختمان دندان عوامل متعددی موجب اختلاف بین چسبندگی به مینا و چسبندگی به عاج دندان می‌گردند؛ اگرچه مینا با توجه به یکنواختی در فرمول ساختمانی خود بستری قابل قبول و مطمئن جهت انجام باند به مواد کامپوزیت رزین است؛ ولی عاج دندان با ساختمانی ناهمگون و ساختاری مرطوب و دینامیک باند قابل پیش‌بینی و پایداری را با مواد ترمیمی ایجاد نمی‌نماید (۱).

معتبرترین مکانیسم چسبندگی عاج توسط ناکابایاشی شرح داده شد که براساس آن چسبندگی میکرومکانیکال در اثر نفوذ رزین به درون ساختمان اچ شده عاج و تشکیل لایه هیبرید ایجاد می‌گردد (۳،۲). بیشتر سیستمهای چسبنده عاجی کنونی نیز بر همین اساس عمل می‌کنند. با این حال مشخص شد که درون لایه هیبرید ریزنشست میکروسکوپی وجود دارد (۶،۵،۴). مطالعات اخیر نشان می‌دهد، عدم نفوذ کامل ماده چسبنده به درون شبکه الیاف کلاژنی عاج دمنیرالیزه شده می‌تواند موجب نفوذ باکتریها و مایعات دهانی در این ناحیه گردیده و باعث تخریب و هیدرولیز الیاف کلاژن شود (۸،۷). این مسئله به نوبه خود سبب کاهش استحکام باند و ریزنشست بیشتر ترمیم می‌گردد (۸). پس از اچ نمودن عاج شبکه الیاف کلاژن عاج دمنیرالیزه یک بستر نرم با انرژی سطحی کم را تشکیل می‌دهد (۱). در صورت حل نمودن یا برداشت این مواد آلی از سطح عاج دمنیرالیزه، سیستم چسبنده می‌تواند باند بادوامتری را با عاج زیرین آن ایجاد نماید (۹). با کم

گروه ۱- Single Bond (SB): ژل اسید فسفریک ۳۶٪ (Kimia Iran) به مدت ۱۵ ثانیه در سطح عاج اعمال گردید و به مدت ۱۵ ثانیه با آب شستشو داده شد؛ سپس آب اضافی سطح توسط دستمال کاغذی جذب گردید به صورتی که تنها سطح عاج مرطوب بماند (blot drying). در مرحله بعد سیستم باندینگ Single Bond (3M) طبق دستور کارخانه سازنده روی سطح اعمال شد و با دستگاه لایت کیور (Degolux II) به سطح مذکور نور تابانده شد (wet bonding technique). شدت نور دستگاه توسط رادیومتر (Apoza Taiwan) جهت کنترل خروجی دستگاه اندازه گیری شد (400 mW/cm^2). پس از آن کامپوزیت (3M) Z100 توسط یک استوانه شفاف پلاستیکی به قطر ۳ میلیمتر و ارتفاع ۲ میلیمتر بر روی سطح آماده شده عاج قرار گرفت و به وسیله دستگاه به مدت ۸۰ ثانیه از دو جهت (هر جهت ۴۰ ثانیه) به آن نور داده شد.

گروه ۲- Single Bond+NaOcl (SB+H): مراحل مشابه با گروه ۱ انجام شد، سپس بعد از مرحله اچینگ، سطح عاج دیمینرالیزه توسط هیپوکلریت سدیم ۵/۲۵٪ (Golrang-Iran) به مدت یک دقیقه درمان گردید، به نحوی که هیپوکلریت سدیم توسط برس به سطح نمونه به مدت ۳۰ ثانیه مالیده شد (rubbing) و ۳۰ ثانیه بدون دست زدن قرار گرفت (no agitation).

سالم که حداکثر سه ماه قبل به علت درمانهای ارتودنسی خارج شده بودند انجام شد. نمونه‌ها قبل از شروع کار در محلول فرمالین ۱۰٪ قرار داده شدند. یک هفته قبل از شروع آزمایش از بقایای نسج نرم و جرم، تمیز گردیده و در آب مقطر با دمای اتاق نگهداری شدند. در آغاز پژوهش دندانها از قسمت ریشه در یک استوانه آکریلی به قطر ۲/۵ سانتیمتر مستقر شده و مجدداً در آب مقطر قرار گرفتند. دندانها به صورت تصادفی به ۴ دسته ۱۴ عددی تقسیم شدند. بعد از ۲۴ ساعت تاج دندانها از قسمت باکال و لینگوال توسط دیسک الماس دو طرفه (D&Z-Germany) با زاویه ۹۰ درجه نسبت به افق و در محیط مرطوب برش داده شد؛ سپس به نحوی که سطحی به قطر ۵ میلیمتر از عاج اکسپوز گردد، سائیده شدند، بدون این که هیچ نقطه‌ای از پالپ دندان باز شود. سطح به دست آمده با کاغذ سیلیکون کارباید ۳۲۰ گریت و به دنبال آن ۶۰۰ گریت (Softflex Germany 991A) در زیر جریان آب پرداخت گردید تا سطحی کاملاً صاف و لایه اسمیر یکنواخت ایجاد شود. با این روش هر دسته شامل ۲۸ سطح عاجی بر روی ۱۴ دندان بود که در سمت باکال و لینگوال هر دندان قرار داشت. هر دسته به دو گروه ۱۴ تایی، به صورتی که در هر گروه ۷ سطح باکالی از ۷ دندان پره‌مولر و ۷ سطح لینگوالی از ۷ دندان پره‌مولر دیگر باشد، تقسیم شد. در این مرحله درمانهای زیر توسط چهار سیستم چسبنده (جدول ۱) در مورد هر گروه انجام گرفت:

جدول ۱- فرمول ساختمانی سیستمهای چسبنده مورد استفاده

سیستم چسبنده	کارخانه سازنده	ترکیبات سیستم چسبنده
One Step	Bisco Inc	Bis-GMA, BPDM, HEMA, initiator, acetone
Single Bond	3M ESPE	Bis-GMA, HEMA, dimethacrylates, polyalkenoic acid copolymer, initiator, water, ethanol
Prime & BondNT	Dentsply	PENTA,UDMA+T-resin (cross linking agent) +D-resin (small hydrophilic molecule), butylated hydroxytoluene,4-ethyl dimethyl aminobenzoate, cetilamine hydrofluoride, silican anofiller, acetone
Excite	Vivadent	HEMA, dimethacrylates, phosphoric acid acrylate, silicone dioxide ,stabilizer, alcohol

سیستم چسبنده و کامپوزیت در دو سمت باکال و لینگوال دندانها در هنگام انجام آزمایش، ابتدا مراحل تراش تا انتهای مرحله قرارگیری کامپوزیت در یک سمت باکال و یا لینگوال انجام گرفت و سپس سمت دیگر تراش داده شد.

بعد از انجام این مراحل نمونه‌ها به مدت یک هفته در دمای اتاق ۲۴ درجه در آب مقطر نگهداری شدند. بس از آن تحت ۳۰۰۰ سیکل حرارتی قرار گرفتند.

هر سیکل حرارتی به مدت ۸۰ ثانیه بود که شامل قرارگیری نمونه‌ها در دمای 5 ± 1 درجه سانتیگراد به مدت ۳۰ ثانیه و ۲۰ ثانیه در دمای اتاق (۲۴ درجه سانتیگراد) و ۳۰ ثانیه در حمام آب با دمای 55 ± 1 درجه سانتیگراد بود.

در ادامه پژوهش، استحکام باند نمونه‌ها توسط دستگاه تست مکانیکی اینسترون (۱۴۹۵) با سرعت بارگذاری ۰/۵ میلی‌متر در دقیقه اندازه‌گیری شد. نمونه‌ها توسط تیغه چیزل شکل دستگاه در فصل مشترک کامپوزیت با دندان شکسته شدند و میزان نیروی وارد شده ثبت گردید.

تجزیه و تحلیل آماری به کمک نرم‌افزار SPSS و آزمون Two way ANOVA و Tukey HSD انجام گردید و $p < 0/05$ به عنوان سطح معنی‌داری در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

یافته‌های مطالعه حاضر در رابطه با تأثیر برداشت کلاژن از سطح عاج دمنرالیزه بر استحکام باند برشی به عاج، نشان داد که استفاده از هیپوکلریت سدیم موجب کاهش معنی‌دار استحکام باند برشی سیستمهای الکلی Excite و Single Bond گردید ($P < 0/05$).

همچنین این روش استحکام باند برشی دو سیستم استونی Prime & bond NT و One Step را افزایش داد؛ ولی این تغییر از نظر آماری معنی‌دار نبود ($P > 0/05$) (جدول ۲، نمودار ۱).

پس از آن به مدت ۳۰ ثانیه با آب شسته و بعد آب اضافه آن با دستمال کاغذی گرفته شد. سیستم باند Single Bond به کار رفته و کامپوزیت اعمال و نور داده شد.

گروه ۳- OS) One Step: در این گروه بعد از مراحل اچینگ و شستشو که در گروه ۱ ذکر شد، از سیستم باند One Step (Bisco) طبق دستور کارخانه استفاده و سپس کامپوزیت Z100 (3M) مشابه قبل اعمال گردید.

گروه ۴- OS+H) One Step+NaOcl: مراحل مانند گروه ۳ صورت پذیرفت به علاوه این که قبل از کاربرد سیستم One Step نمونه‌ها توسط هیپوکلریت سدیم ۵/۲۵٪ به مدت یک دقیقه درمان و سپس به مدت ۳۰ ثانیه شسته شدند.

گروه ۵- PB) Prime & Bond NT: در این گروه هم نمونه‌ها توسط اسید فسفریک ۳۶٪ اچ شده و بعد از شستشو و خشک کردن سطح عاج به روش ذکر شده در مراحل قبلی سیستم چسبنده Prime & Bond NT مطابق با دستور کارخانه سازنده استفاده شد؛ سپس کامپوزیت Z100 (3M) مشابه قبل اعمال گردید.

گروه ۶- PB+H) Prime & Bond NT+NaOcl: مراحل مانند گروه ۵ انجام شد، ضمن اینکه قبل از کاربرد سیستم چسبنده Prime & Bond NT، نمونه‌ها با هیپوکلریت سدیم ۵/۲۵٪ به مدت یک دقیقه درمان گردیده و سپس به مدت ۳۰ ثانیه شسته شدند.

گروه ۷- EX) Excite: اچینگ توسط اسید فسفریک انجام گرفته و سیستم چسبنده Excite طبق دستورالعمل سازنده به کار برده شد؛ سپس کامپوزیت Z100 توسط قالب پلاستیکی بر سطح عاج قرار گرفت و با نور پلیمریزه شد.

گروه ۸- EX+H) Excite+NaOCL: مراحل انجام شده در گروه قبلی صورت گرفت، به علاوه این که قبل از کاربرد سیستم چسبنده Excite سطح عاج دمنرالیزه توسط ۵/۲۵٪ NaOCL درمان گردید.

جهت جلوگیری از اثر مراحل اچینگ و همچنین قرارگیری

جدول ۲- مقایسه استحکام باند برشی سیستمهای باندینگ عاجی قبل و پس از برداشت کلاژن سطح عاج دمنیرالیزه

*p	اختلاف میانگین	میانگین و انحراف معیار استحکام باند برشی به همراه استفاده از NaOCL (Mpa)	میانگین و انحراف معیار استحکام باند برشی بدون استفاده از NaOCL (Mpa)	تعداد	سیستم باندینگ عاجی
P=۰/۸۳ N.S	۰/۶۵	۱۹/۷۲ ± ۲/۰۱	۱۹/۰۶ ± ۱/۸۳	۱۴	One Step
P=۰/۰۴ S	۳/۱۸	۱۸/۲۶ ± ۲/۸۵	۲۱/۴۴ ± ۳/۹۳	۱۴	Single Bond
P=۰/۹۴ N.S	۰/۴۷	۲۶/۹۸ ± ۵/۷	۲۶/۵۱ ± ۵/۰۲	۱۴	Prime & Bond NT
۰/۰۰۲ P= S	۱۰/۷۱	۱۹/۰۷ ± ۸/۹۴	۲۹/۷۸ ± ۳/۸۵	۱۴	Excite
----- -----		P=۰/۰۰۳ S	P=۰/۰۰۰ S	---	*p.value

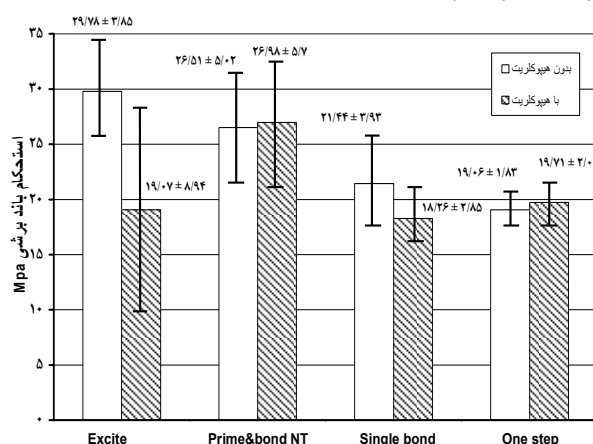
*Two way ANOVA

برای مشخص نمودن تفاوت مشاهده شده بین سیستمها، از آزمون Tukey HSD استفاده گردید.

نتایج این آزمون نشان داد که هنگام کاربرد سیستمهای باندینگ مورد نظر مطابق دستور کارخانه سازنده، اختلاف استحکام باند برشی به عاج مشاهده شده در بین زوج سیستمهای One-Step و Prime & Bond NT، One-Step و Excite، Single Bond و Prime & Bond NT، Single Bond و Excite از نظر آماری معنی دار بود ($P < 0.05$). مقایسه زوجی میانگین استحکام باند برشی چهار سیستم باندینگ عاجی همراه با استفاده از هیپوکلریت سدیم نیز صورت گرفت.

آزمون Tukey نشان داد که با برداشتن کلاژن از سطح عاج دمنیرالیزه به وسیله هیپوکلریت سدیم تفاوت بین زوج سیستمهای One-Step + H و Prime & Bond NT + H، Single Bond + H و Prime & Bond NT + H و Excite + H از نظر آماری

آزمون آماری Two way ANOVA نشان داد، اثر متقابل سیستمهای چسبنده و هیپوکلریت سدیم از نظر آماری در سطح ۵٪ معنی دار نبود ($P > 0.05$)، همچنین میانگین استحکام باند چهار سیستم قبل و بعد از کاربرد هیپوکلریت تفاوت معنی داری داشت ($P < 0.05$) (ستونهای عمودی جدول ۲).



نمودار ۱- مقایسه استحکام باند برشی چهار سیستم باند عاجی با استفاده از هیپوکلریت سدیم و بدون آن

معنی‌دار بود ($P < 0.05$).

بحث و نتیجه گیری

در مطالعه حاضر از هیپوکلریت سدیم به منظور برداشت کلاژن و مواد آلی از عاج دمینرالیزه استفاده شد و به دنبال آن سیستم‌های باند یک جزیی نسل پنجم شامل Single Bond NT، Excite، Prime & Bond NT و One-Step به کار برده شد. انتخاب سیستم‌های باند با در نظر داشتن تفاوت در نوع مونومر فعال، حلال و وجود فیلر در سیستم باند صورت گرفت. دو سیستم Prime & Bond NT و One-Step دارای حلال استونی و دو سیستم Single Bond و Excite دارای حلال الکلی هستند، ضمن آن که سیستم‌های Prime & Bond NT و Excite دارای فیلر و سیستم‌های Single Bond و One-Step فاقد فیلر می‌باشند.

تجزیه و تحلیل داده‌ها بیانگر کاهش معنی‌دار استحکام باند در سیستم الکلی Single Bond به دنبال درمان سطح عاج دمینرالیزه با هیپوکلریت سدیم بود. این موضوع به خصوص در مورد سیستم الکلی Excite تاثیر شدیدتری بر کاهش استحکام باند را نشان داد؛ در حالی که در استحکام باند دو سیستم استونی One-Step و Prime & Bond NT روش برداشت کلاژن سطح عاج دمینرالیزه تغییر قابل ملاحظه‌ای را ایجاد نکرد. به عبارت دیگر در صورت برداشت مواد آلی سطح عاج دمینرالیزه، نوع مونومرهای رزینی سیستم و حلال موجود در ساختار سیستم باندینگ بر تغییر استحکام باند برشی به عاج مؤثر بود.

Inai و همکاران گزارش کردند که در سیستم‌های حاوی استون استفاده از هیپوکلریت سدیم روی سطح عاج اچ شده موجب افزایش استحکام باند برشی و یا حداقل عدم تغییر آن می‌گردد. آنها نشان دادند، کاربرد هیپوکلریت سدیم به همراه سیستم الکلی Single Bond موجب کاهش معنی‌دار استحکام باند برشی می‌شود؛ ولی در سیستم One Step تغییر

در استحکام باند از نظر آماری معنی‌دار نبود (۱۷). طی بررسی James و Kanca استفاده از هیپوکلریت ۵/۲۵٪ به مدت دو دقیقه روی سطح عاج دمینرالیزه با اسید به هنگام کاربرد سیستم استونی One Step تغییر معنی‌داری در استحکام باند برشی به عاج ایجاد نکرد (۱۸).

Prati و همکاران گزارش نمودند، استفاده از هیپوکلریت سدیم جهت برداشت مواد آلی سطح عاج دمینرالیزه قبل از کاربرد سیستم چسبنده Single Bond موجب کاهش معنی‌دار استحکام باند برشی به عاج می‌شود؛ در حالی که استحکام باند برشی سیستم استونی Prime & Bond 2.0 را تغییر نمی‌دهد (۱۶). تحقیق Perdigao و همکاران نشان داد که پروتئینه کردن سطح عاج اچ شده با هیپوکلریت سدیم ۱۰٪ به مدت ۳۰ و ۶۰ ثانیه، موجب کاهش معنی‌دار استحکام باند برشی سیستم چسبنده Single Bond می‌شود (۱۵). Saboia و همکاران نیز گزارش کردند، برداشت کلاژن سطح عاج دمینرالیزه موجب کاهش معنی‌دار استحکام باند برشی سیستم الکلی Single Bond و افزایش معنی‌دار استحکام باند سیستم استونی Prime & Bond 2.0 می‌گردد (۱۹). نتایج این تحقیق با مطالعه قبلی منطبق می‌باشد. جهت توجیه یافته‌های مطالعه حاضر می‌توان به مجموع تأثیر موارد زیر اشاره نمود:

در صورت حضور شبکه کلاژنی حاصل از دمینرالیزاسیون عاج بین توبولی با اسید با این که سیستم‌های الکلی و استنی از نظر خارج نمودن آب و انتشار به درون بستر عاجی متفاوت هستند، ولی سرعت و نحوه نفوذ حلال و مونومرهای موجود در سیستم‌های استنی و الکلی جهت تشکیل لایه هیبرید و ایجاد باندینگ، مشابه هم می‌باشند، به عبارت دیگر هر دوی این سیستم‌ها می‌توانند به حد کافی به درون شبکه فیبریلی کلاژن نفوذ یابند و باند مناسبی را با عاج دندان برقرار نمایند (۲۰). James و Kanca نیز طی مطالعه‌ای بر روی نفوذ و استحکام باندینگ برشی سیستم‌های چسبنده به عاج، بیان نمودند که افزایش زمان نفوذ و انتشار (dwell time)

نانومتری نفوذ یابد، در نهایت فضاهای خالی (void) در فصل مشترک باندینگ ایجاد می‌گردد. این فضاهای خالی می‌توانند سبب تضعیف باندینگ شوند. شاید با افزایش زمان کاربری سیستم‌های آبی / الکی بتوان این نقیصه را جبران نموده و نفوذ مناسب مونومرهای سیستم باند را فراهم آورد. در این صورت این امکان وجود دارد که نتایج به دست آمده از استحکام باند سیستم‌های الکی نیز بهبود باندینگ و یا حداقل عدم کاهش استحکام باند برشی را با برداشت کلاژن از سطح عاج دمی‌نرالیزه نشان دهند.

از لحاظ امکان باند با مواد معدنی عاج نیز باید ذکر نمود که برداشت کلاژن از سطح عاج دمی‌نرالیزه شرایط را تا حدودی به شرایط باندینگ با مینا شبیه‌تر می‌سازد (۲۲).

Wu و همکاران و Manabe و همکاران نشان دادند، کلسیم در دیواره عاجی حفره و همچنین مونومر فانکشنال، برای به دست آوردن تطابق لبه‌ای کامپوزیت به دیواره عاجی لازم می‌باشد (۲۳، ۲۴). پس از برداشت کلاژن سطح عاج دمی‌نرالیزه، بالا رفتن نسبت مواد معدنی می‌تواند بستر پایدارتری را جهت چسبندگی ایجاد نماید که این عامل می‌تواند در استحکام باند مؤثر باشد (۱۳). مونومرهای فعال حاوی گروه‌های انتهایی با توانایی باند با کلسیم می‌توانند چسبندگی فصل مشترک ترمیم و عاج را افزایش دهند. مونومرهای فعال موجود در سیستم‌های تجاری One-Step و Single Bond حاوی گروه‌های کربوکسیلیک اسید هستند که یک اسید آلی می‌باشد؛ در حالی که دو سیستم Excite و Prime & Bond NT به ترتیب دارای مونومرهای حاوی گروه‌های فسفونیک اسید و فسفریک اسید هستند که هر دو از اسیدهای معدنی می‌باشند (جدول ۱).

وجود این مونومرهای حاوی اسید معدنی توانایی سیستم‌های Excite و Prime & Bond NT در باند به کلسیم و نفوذ به درون عاج را نسبت به سیستم‌های One Step و Single Bond که حاوی گروه‌های کربوکسیلیک اسید هستند، بیشتر نموده است. نتایج مطالعه حاضر نشان داد،

سیستم‌های چسبنده با حلال استونی و الکی میزان استحکام باند برشی را بهبود نمی‌دهد (۱۸)؛ ولی برداشت کلاژن از سطح عاج دمی‌نرالیزه موجب باز شدن ریزحفره‌های بیشتری از ساختمان عاج بین توبولی می‌گردد که موجب افزایش توانایی خیس شوندگی سطح می‌شود (۸). Inai و همکاران با روش FE-SEM نشان دادند، عمل دپروتئینه نمودن سطح عاج دمی‌نرالیزه موجب نمایان شدن میکروتوبول‌های جانبی ثانویه می‌گردد که به طور معمول در سطح عاج دیده شده است (۱۷). Toledano و همکاران نیز این تأثیر را تأیید نموده‌اند (۱۳).

به دلیل توانایی بالای استون برای نفوذ و کنار زدن آب، احتمالاً خیس‌کنندگی و نفوذ سیستم‌های چسبنده با حلال استونی به درون عاج بین توبولی دمی‌نرالیزه و درمان شده با هیپوکلریت سدیم، بهتر صورت می‌گیرد. نفوذ بهتر سیستم چسبنده می‌تواند سبب کاهش میزان الیاف کلاژن حمایت نشده توسط رزین در عمق لایه هیبرید شده و در نهایت امکان هیدرولیز و تخریب فصل مشترک رزین و عاج را کاهش دهد (۲۱). اگرچه افزایش استحکام باند سیستم‌های One-Step و Prime & Bond NT به سطح عاج دمی‌نرالیزه در این مطالعه به لحاظ آماری معنی‌دار نبود، ولی تغییر ایجاد شده می‌تواند این فرضیه را تأیید کند.

در مطالعه حاضر و مطالعات قبلی دیده شد که میزان استحکام باند سیستم الکی Single Bond با به کار رفتن هیپوکلریت سدیم به طور معنی‌داری کاهش یافت. برای توجیه این موضوع می‌توان به نفوذ کندتر سیستم‌های الکی نسبت به سیستم‌های استونی اشاره نمود. سیستم الکی Single Bond طبق دستور کارخانه سازنده طی دو مرتبه آغشته‌سازی با فاصله زمانی ۵ ثانیه در سطح عاج آماده شده به کار رفت. با توجه به افزایش ریز حفرات نانومتری که بعد از به کار بردن هیپوکلریت سدیم روی سطح عاج بین توبولی دمی‌نرالیزه حاصل می‌شود، سیستم آبی / الکی Single Bond نمی‌تواند به خوبی سیستم‌های استونی به درون این فضاهای

کارخانه‌های سازنده نیز درصد بهینه شده‌ای از فیلر را با توجه به دستورالعمل پیشنهاد شده خود جهت استفاده در سیستم چسبنده اضافه می‌نمایند. فیلرهای موجود در این سیستم‌های چسبنده تجاری با توجه به اندازه و مقدار پس از برداشت کلاژن از سطح عاج دمینرالیزه نمی‌توانند به نحو مطلوب عمل نمایند، مگر این که ساختار جدیدی را با میزان فیلر مناسب برای آنها تهیه نمود.

در مطالعه حاضر نیز مشاهده شد که میزان استحکام باند برشی سیستم Prime & Bond NT که حاوی فیلرهای نانومتری می‌باشد، تغییر نیافته است؛ در حالی که در اکثر مطالعات قبلی گزارش شده که در سیستم چسبنده Prime & Bond 2 و Prime & Bond 2.1 که هر دو فاقد فیلر بوده و تا حدود زیادی از نظر ساختاری مشابه سیستم Prime & Bond NT می‌باشند، با روش برداشت کلاژن توسط هیپوکلریت، افزایش استحکام باند و کاهش میزان ریزش دیده می‌شود (۳۰، ۲۹، ۱۹).

Toledano و همکاران نیز عدم تأثیر برداشت کلاژن سطح عاج دمینرالیزه را با هیپوکلریت بر افزایش استحکام باند سیستم Prime & Bond NT به عاج دندان گزارش نموده‌اند (۳۱). با توجه به مطالب ذکر شده در این زمینه به مطالعات بیشتری نیاز می‌باشد.

یافته‌های مطالعه حاضر نشان داد که روش برداشت کلاژن سطح عاج دمینرالیزه با هیپوکلریت سدیم بسته به نوع سیستم چسبنده می‌تواند موجب تغییر میزان استحکام باند برشی به عاج به نحو زیر گردد:

۱- برداشت کلاژن سطح عاج دمینرالیزه موجب کاهش معنی‌دار استحکام باند برشی سیستم‌های با پایه الکل و آب/الکل (Excite و Single Bond) می‌گردد.

۲- برداشت کلاژن سطح عاج دمینرالیزه در سیستم‌های با پایه استونی (One-Step و Prime & Bond NT) استحکام باند برشی به عاج را به طور قابل ملاحظه‌ای تغییر نمی‌دهد.

در حالی که استحکام باند دو سیستم الکی Excite و Single Bond کاهش می‌یابد، اثر این کاهش استحکام باند در سیستم Excite نسبت به سیستم Single Bond بیشتر می‌شود. برای توجیه این مسئله می‌توان این احتمال را در نظر داشت که گروه‌های اسید معدنی موجود در هر دو سیستم Excite و

Prime & Bond NT بیشتر از سیستم‌های Single Bond و One-Step تحت تأثیر عوامل اکسید کننده باقیمانده در شبکه کلاژنی به جا مانده از عاج پس از شستشوی سطح قرار گرفته باشند. Daumer و همکاران گزارش نمودند که هیپوکلریت سدیم غیر از داشتن تأثیر دپروتئینه نمودن، یک ماده اکسیدان بیولوژیک است. هیپوکلریت سدیم می‌تواند سبب جدا شدن اتصالات عرضی کلاژن تیپ یک عاج و تشکیل کلرآمین‌ها و رادیکال‌های اکسیدکننده مشتق از پروتئین گردد (۲۵). احتمالاً مقداری از هیپوکلریت یا رادیکال‌های اکسیدکننده در بین الیاف شبکه کلاژنی با فضای نانومتری بین آنها باقی‌ماند که می‌تواند بر گروه‌های اسیدی موجود روی مونومرها مؤثر باشد (۲۶، ۲۷). با توجه به این که اسیدهای آلی مقاومت بیشتری در برابر خاصیت اکسیدکنندگی و تخریب نسبت به اسیدهای معدنی دارند، سیستم‌های Single Bond و One-Step کمتر تحت تأثیر قرار می‌گیرند. لازم به ذکر است که باید تمامی عوامل مؤثر بر سیستم باندینگ عاجی (نوع حلال، فیلر، نوع مونومرها) را با هم و در کل مجموعه در نظر داشت، بنابراین جهت تأیید این فرضیه باید سیستم‌های تجربی تقریباً مشابه که تفاوت اصلی آنها تنها در نوع مونومر باشد را مقایسه نمود.

تفاوت سیستمها از نظر وجود فیلر یا عدم آن در سیستم باند نیز می‌تواند توجیه دیگری در به دست آمدن نتایج باشد. مشخص شده که وجود فیلر تنها با درصد معین در سیستم‌های باند به عاج با تغییر خصوصیات مکانیکی و ضریب الاستیک در ناحیه چسبندگی توانایی سیستم باندینگ را در چسبندگی به عاج بهبود می‌دهد (۲۸).

منابع:

- 1- Roberson T, Heymann HO, Swift EJ. *Sturdevant's Art & Science of Operative Dentistry*. 4th ed. St Louis: Mosby; 2002. chap 5: 240.
- 2- Nakabayashi N, Ashizawa M, Nakamura M. Identification of a resin-dentin hybrid layer in vital human dentin created in vivo: durable bonding to vital dentin. *Quint Int* 1992; 32(2): 135-41.
- 3- Pashley DH, Conalho RM. Dentin permeability and dentin adhesive. *J Dent* 1997; 25(5): 355-72.
- 4- Sano H, Takatsu T, Cicchi B, Horner JA, Matthews WG, Pashley DH. Nanoleakage within the hybrid layer. *Oper Dent* 1995; 20(1): 18-25.
- 5- Wakabayashi Y, Hondou Y, Suzuki K, Yatani H, Yamashi. Effect of dissolution of collagen on adhesion to the dentin. *Int J Prosthodont* 1994; 7: 302-6.
- 6- Sano H, Shono T, Takatsu T, Hosoda H. Microporous dentin zone beneath resin-impregnated layer. *Oper Dent* 1994; 9: 59-64.
- 7- Gwinnett AJ. Altered tissue contribution to interfacial bond strength with acid conditioned dentin. *Am J Dent* 1994; 7(5): 243-6.
- 8- Summitt JB, Robbins JW, Schwartz RS. *Fundamentals of Operative Dentistry*. 2nd ed. USA. Quintessence. 2001; chap 8: 206.
- 9- Vargas MA, Cobb DS, Armestrag SR. Resin dentin shear bond strength and interfacial ultra structures within and without hybrid layer. *Oper Dent* 1997; 22(4): 159-66.
- 10- Barbosa K, Safavi KE, Spangberg SW. Influence of sodium hypochlorite on the permeability and structure of cervical human dentin. *Int Endo J* 1994; 27(6): 309-12.
- 11- Phrukkanon S, Burrow MF, Hartley PG, Tyas MJ. The influence of the modification of etched bovine dentin on bond strengths. *Dent Mater* 2000; 16: 255-65.
- 12- Uno S, Finger WY. Function of the hybrid zone as a stress absorbing layer in resin dentin bonding. *Quint Int* 1995; 26(10): 733-38.
- 13- Toledano M, Osorio R, Perdigao J, Rosales JI, Thompson JY, Cabrerizo-Vilchez MA. Effect of acid etching and collagen removal on dentin wettability and roughness. *J Biomed Mater Res* 1999; 47(2): 198-203.
- 14- Toledano M, Perdigao J, Osorio J. Effect of dentin deproteinization on microleakage of class V composite restorations. *Oper Dent* 2000; 25: 497-504.
- 15- Perdigao J, Lopes M, Geraldini S, Lopes GC. Effect of a sodium hypochlorite gel on dentin bonding. *Dent Mater* 2000; 16: 311-23.
- 16- Prati C, Chersoni S, Pashley DH. Effect of removal of surface collagen fibrils on resin-dentin bonding. *Dent Mater* 1999; 15: 323-31.
- 17- Inai N, Kanemula N, Tagami J, Watanaba LG. Adhesion between collagen depleted dentin & dentin adhesives. *Am J Dent* 1998; 3: 123-27.
- 18- Kanca J, James S. Bonding to dentin. Clues to the mechanism of adhesion. *Am J of Dent* 1998; 4(11): 213-15.
- 19- Saboia Vde PA, Rodrigues AL, Pimenta LAF. Effect on collagen removal on shear bond strength of two single bottle adhesive system. *Oper Dent* 2000; 25: 365-400.
- 20- Frankenberger R, Kramer N, Oberschachtsiek H, Petschelt A. Dentin bond strength and marginal adaptation after NaOCl pretreatment. *Oper Dent* 2000; 25: 40-45.
- 21- Sano H, Yoshikawa T, Pereira PRN, Kanemura N, Morigami M, Tagami J, Pashley DH. Long-term durability of dentin bonds made with a self etching primer, in vivo. *J Dent Res* 1999; 78(4): 906-11.
- 22- Sakae T, Mishima H, Kozawa Y. Change in bovine dentin mineral with sodium hypochlorite treatment. *Dent Res* 1988; 67(9): 1229-34.

- 23- Wu J, Itoh K, Yamashita T, Tani C, Hisamitsu H, Wakumoto S. Effect of %10 phosphoric acid conditioning on the efficacy of a dentin bonding systems. *Dent Mater J* 1998; 17(1): 21-30
- 24- Manabe A, Itoh K, Tani C, Hisamitsu H, Wakumoto S. Effect of functional monomers in the commercial dentin bonding agents use of an experimental dentin bonding systems. *Dent Mater J* 1999; 18(1): 116-23.
- 25- Daumer KM, Khan AU, Steinbeck MJ. Chlorination of pyridinium compounds. Possible role of hypochlorite, n-chloramines and chlorine in the oxidation of pyridinoline cross-links of articular cartilage collagen type II during acute inflammation. *J Biol Chem* 2000; 275: 681-92.
- 26- Osorio R, Ceballos L, Tay F, Cabrerizo-Vilchez MA, Toledano M. Effect of sodium hypochlorite on dentin bonding with a polyalkenoic acid-containing adhesive system. *J Biomed Mater Res* 2002; 60(2): 316-24.
- 27- Yiu CK, Garcia-Godoy F, Tay FR, Pashley DH, Imazato S, King NM, Lai SC. A nanoleakage perspective on bonding to oxidized dentin. *J Dent Res* 2002; 81(9): 628-32.
- 28- Miyazaki M, Ando S, Hinoura K, Onose H, Moore BK. Influence of filler addition to bonding agents on shear bond strength to bovine dentin. *Dent Mater* 1995; 11(4): 234-8.
- 29- Pioch T, Kobaslija S, Schagen B, Gotz H. Interfacial micromorphology and tensile bond strength of dentin bonding systems after NaOCl treatment. *J Adhes Dent* 1999; 1(2): 135-42.
- 30- Saboia P, Pimenta LA, Ambrosano GM. Effect of collagen removal on microleakage of resin composite restorations. *Oper Dent* 2002; 27: 38-43.
- 31- Toledano M, Perdigao J, Osorio E, Osorio R. Influence of NaOCl deproteinization on shear bond strength in function of dentin depth. *Am J Dent*. 2002; 16(4): 252-5.