

## بررسی مقایسه‌ای استحکام میکروبرشی S.E Bond در نواحی مختلف عاج

### دندان شیری

دکتر بهشته ملک‌افضلی\*، دکتر امیر قاسمی\*\*، دکتر شیوا رضوی\*\*\*

#### چکیده

زمینه و هدف: برای انتخاب یک ماده ترمیمی دندانپزشک باید معیارهای متعددی را برای هر موقعیت در نظر داشته باشد. یکی از این معیارها و ویژگی‌ها، استحکام باند میان ماده ترمیمی و دندان می‌باشد. برقراری باند مستحکم و دائمی به مینا و عاج، ویژگی مطلوب یک ماده ترمیمس است که از ریزش و عواقب مضر آن جلوگیری می‌کند. بنابراین این مطالعه با هدف مقایسه استحکام میکروبرشی ناحیه‌ای S.E Bond به عاج دندانهای شیری انجام شد.

مواد و روشها: در این تحقیق تجربی که از نوع **controlled trial** می‌باشد تعداد ۲۰ عدد دندان کائین شیری که فاقد هر گونه پوسیدگی، شکستگی و آنومالی ساختاری بودند، کشیده شده، پس از ضدعفونی کردن، در داخل سالین در دمای اتاق نگهداری شدند. هر دندان از طریق **ground section** به صورت باکولینگوالی به دو نیمه تقسیم شد. از بین دو نیمه مزایلی و دیستالی حاصل، یکی از آنها به صورت تصادفی برای بررسی انتخاب شد. کامپوزیت رزین ( $A_2 - x: A_p$ ) در داخل **micro bore tygon tubing** با ارتفاع ۱ mm و قطر داخلی ۰/۷ mm قرار گرفته، یک شد. پس از اینکه **self - etch primer** (طبق دستور کارخانه مصرفی) بر روی عاج ناحیه انسیزال و سرویکال (سمت باکال) بکار رفت، **tygon tube** های محتوی کامپوزیت بر روی این نواحی قرار داده شده، به مدت ۴۰ ثانیه کیور شدند. **microshear bond strength** از طریق دستگاه **microshear** تعیین و **mode of failure** نیز توسط استریومیکروسکوپ بررسی شد. همچنین از نواحی انسیزال و سرویکال کائین های شیری دو نمونه به صورت تصادفی به منظور بررسی جهت توبولهای عاجی در این نواحی توسط **SEM** انتخاب شد. در نهایت از آنجا که آزمون **Kolmogorov-smirnov** توزیع داده‌ها را نرمال نشان داد از آزمون **student t test** جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها و جهت بررسی متغیر **mode of failure** از آزمون **chi - square** استفاده شد.

یافته‌ها: مشاهدات **SEM** آشکار ساخت که توبولهای عاجی در هر دو ناحیه انسیزال و سرویکال به صورت مایل می‌باشند، بنابراین هیچ اختلافی در جهت توبولهای عاجی میان این دو ناحیه وجود نداشت. میانگین **microshear bond strength** در ناحیه انسیزال برابر با  $33/88 \pm 10/67$  MPa و در ناحیه سرویکال برابر با  $28/79 \pm 11/72$  MPa بود. **adhesive failure** نیز فراوانترین **mode of failure** مشاهده شده در هر دو گروه بود.

نتیجه‌گیری: **microshear bond strength** با استفاده از **S.E Bond** هیچ اختلاف آماری معنی‌داری میان عاج دو ناحیه انسیزال و سرویکال دندان شیری نشان نداد.

کلید واژگان: استحکام باند میکروبرشی، عوامل باندینگ عاج، دندانهای شیری، **SEM**

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۴/۳/۱

تاریخ اصلاح نهایی: ۱۳۸۴/۳/۱

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۴/۱/۱۸

#### مقدمه

برای انتخاب یک ماده ترمیمی دندانپزشک باید معیارهای متعددی را برای هر موقعیت در نظر داشته باشد. یکی از این معیارها و ویژگی‌ها، استحکام باند میان ماده ترمیمی و دندان می‌باشد(۱). برقراری باند مستحکم و دائمی به مینا و عاج،

\* نویسنده مسئول: استادیار گروه دندانپزشکی کودکان، دانشکده و مرکز تحقیقات دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی. E-mail: beheshtehm@yahoo.com

\*\* دانشیار گروه دندانپزشکی ترمیمی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی.

\*\*\* استادیار گروه دندانپزشکی کودکان، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی قزوین.

میزان قابل توجهی سخت‌تر از دندان شیری است و بر همین اساس عاج دندان دائمی درجه مینرالیزاسیون بالاتری نسبت به عاج دندان شیری دارا می‌باشد (۸). از لحاظ محتوای کلسیم و فسفر عاج پری‌توبولار و اینترتوبولار، هیچ اختلافی میان دندان دائمی و شیری وجود ندارد اما عاج پری‌توبولار که میزان مینرالیزاسیون بیشتری نسبت به عاج اینترتوبولار دارد ولی کریستالین آن کمتر است، در دندان شیری دو تا چهار برابر ضخیم‌تر از عاج پری‌توبولار در دندان دائمی است (۹). از طرفی قطر توبولهای عاجی نیز در دندان شیری بیشتر از دندان دائمی می‌باشد، از این رو میزان عاج solid که برای باندینگ مورد استفاده می‌گیرد، در دندانهای شیری به میزان قابل توجهی در مقایسه با دندانهای دائمی کاهش می‌یابد (۱۰).

مطالعات اولیه مقایسه استحکام باند مواد رزینی به دندانهای دائمی و شیری در ناحیه عاج، همگی در این نکته مشترک هستند که در شرایط یکسان میزان استحکام باند مواد رزینی (S.E Bond و Single Bond) به عاج دندان شیری به طرز معنی‌داری کمتر از دندان دائمی می‌باشد (۱۱-۱۳). با توجه به مقدمه ذکر شده و اهمیت استحکام باند به عاج دندان، این مطالعه با هدف بررسی مقایسه‌ای استحکام باند میکروبرشی S.E Bond به دو ناحیه مختلف عاج دندانهای شیری (ناحیه انسیزال و ناحیه سرویکال) انجام شد.

### مواد و روشها

این مطالعه یک مطالعه تجربی (experimental) و از نوع controlled trial می‌باشد. جهت تعیین حجم نمونه و مرور مراحل و موانع انجام کار یک مطالعه pilot ابتدایی (بر روی چهار نمونه) انجام و تمامی مراحل کار بر روی نمونه‌های اولیه پیاده شد. با توجه به نتایج حاصل، حجم نمونه ۲۰ عدد در هر گروه تعیین شد. انتخاب دندانها به صورت غیرتصادفی (non random)، و اینکه کدامیک از دو نیمه دندان برای تست

ویژگی مطلوب یک ماده ترمیم است که از ریزش و عواقب مضر آن جلوگیری می‌کند. همچنین دیگر نیازی به برداشت اضافی عاج سالم به منظور ایجاد اندرکات و گیر نمی‌باشد (۲). از طرفی با محافظه کارانه‌تر شدن ترمیم‌ها و نیز در دسترس قرار گرفتن روش‌های micro در ارزیابی باند، تمایل به اندازه‌گیری استحکام باند در نواحی مختلف دندان (regional) روزافزون شده است. روشهای متداول اندازه‌گیری adhesion به ناحیه سطحی (surface area) نسبتاً وسیعی نیاز دارند که ارزیابی تفاوت استحکام باند ناحیه‌ای (regional) را با مشکل مواجه می‌سازد (۳). این مشکل توسط معرفی روش جدید (microshear) تا حدی حل شده است (۳،۴). در این روش از نواحی بسیار کوچکی ( $0.5\text{mm}^2$  یا  $1\text{mm}^2$ ) برای باند استفاده می‌شود و تصور بر این است که تحت این شرایط، نقایص (defect) کمتری در سطح حفاصل رزین - دندان به وقوع می‌پیوندد (۳،۵). علاوه بر این، این روش سبب می‌شود که بتوان نمونه‌های متعددی از یک دندان بدست آورد و در نتیجه امکان مقایسه و بررسی استحکام باند ناحیه‌ای (regional) در یک دندان وجود دارد (۳،۵).

در سیستم‌های چسبنده (self-etch) (نسل ششم) که Clearfil S.E Bond یکی از انواع آن می‌باشد. مراحل etching و priming با هم ادغام شده‌اند. این مواد مینا و عاج را اچ نموده، و به طور همزمان به درون آنها نفوذ می‌نمایند (۶). ترکیب این دو مرحله باعث سادگی عمل، کاهش زمان کار، حذف نیاز به شستن ژل اسیدی و از بین رفتن خطر اچ کردن بیش از حد و خشک کردن بیش از حد می‌گردد (۷). همچنین این مواد در مقایسه با سیستم‌های total-etch، کمتر به آلودگی رطوبتی حساس هستند.

دندانهای شیری تفاوت‌های زیادی با دندانهای دائمی در مورفولوژی، ابعاد، ساختمان، اجزاء سازنده و ترکیبات مینا و عاج دارند. از آن جمله ناحیه مرکزی عاج در تاج دندان دائمی به

سمت باکال) طبق دستور کارخانه سازنده به کار برده شد. پس از این مراحل، سیلندرهای tygon tube حاوی کامپوزیت توسط پنس در دو ناحیه مذکور قرار گرفتند و به مدت ۴۰ ثانیه کیور شدند. به این صورت سیلندرهای بسیار کوچکی از رزین با ارتفاع ۱mm و قطر ۰/۷mm به سطح دندان باند شدند. نمونه‌ها به مدت ۱ ساعت قبل از برداشتن tygon tube در دمای اتاق (۲۳ °C) نگهداری شدند. پس از آن توسط تیغ بیستوری، tygon tube بریده و برداشته شد. سپس نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در آب °C ۳۷ قرار داده شدند. هر نمونه توسط یک ادهزیو سیانوآکریلات (Zapit) بر روی دستگاه microshear با سرعت ۰/۵mm/min crosshead قرار گرفت و مقدار نیروی لازم برای دبانند شدن تعیین شد. سپس از طریق فرمول زیر مقدار استحکام باند برحسب واحد مگاپاسکال محاسبه شد.

tygon tube قطر داخلی = ۰/۷mm

Microtensile bond strength (MPa) =

$$\frac{\text{مقدار نیروی لازم برای debonding (N)}}{\text{سطح مقطع کامپوزیت (mm}^2\text{)}}$$

از آنجا که آزمون Kolmogorov – smirnov توزیع داده‌ها را نرمال نشان داد از آزمون student t test جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها و جهت بررسی متغیر mode of failure از آزمون chi – square استفاده شد. جهت بررسی mode of failure دندانها پس از دبانند شدن کامپوزیت، با استریومیکروسکوپ مشاهده و به صورت زیر طبقه‌بندی شدند (۱۵):

Adhesive: اگر دبانند شدن میان رزین و عاج روی دهد.

Cohesive در رزین: اگر دبانند شدن در درون رزین کامپوزیت روی دهد.

Mix: اگر ترکیبی از adhesive و cohesive باشد.

همچنین از نواحی انسیزال و سرویکال کاین‌های شیری، دو

انتخاب شوند به صورت تصادفی بود. دندانهای کاین شیری کشیده شده به دلیل ملاحظات ارتودنتیک، از بافت نرم باقیمانده بر روی ریشه به طور مکانیکی تمیز شدند (۱). سپس برای ضدعفونی کردن به مدت ۱۰ دقیقه در هیپوکلریت سدیم ۰/۵٪ قرار گرفتند. پس از این مرحله دندانها در محلول نرمال سالین نگهداری شدند (۱). همچنین تاریخ کشیدن دندان، سن کودک و میزان ریشه باقیمانده دندان پس از تحلیل فیزیولوژیک، بر روی ظرف نگهداری نوشته شد. معیار انتخاب دندان برای دو گروه نمونه، سلامت آنها بود که عبارت بود از عدم وجود پوسیدگی، شکستگی، ترک، هرگونه تغییر رنگ یا اختلالات ساختاری. سپس هر دندان با یک برش اگزالی در جهت باکولینگوالی به دو نیمه تقریباً مساوی تقسیم شد. به این ترتیب از هر دندان دو قسمت بدست آمد که به طور تصادفی یکی از این دو قسمت برای مطالعه برگزیده شد.

همچنین تمامی نمونه‌ها از لحاظ متوسط مدت زمان نگهداری تا قبل از انجام اعمال آزمایشگاهی و همچنین متوسط سن کودکان و میزان ریشه باقیمانده پس از تحلیل با یکدیگر یکسان سازی شدند.

تمامی دندانها توسط دستگاه ground section با دیسک به دو نیمه تقریباً مساوی تقسیم شدند. از هر دندان به طور تصادفی یکی از دو نیمه مزایالی یا دیستالی آن جهت انجام آزمایش انتخاب شد. سپس ریشه تمامی نمونه‌های انتخاب شده توسط دیسک از ناحیه CEJ قطع شد (۱۴). قبل از کاربرد باندینگ، سیلندرهایی از microbore tygon tubing با قطر داخلی ۰/۷mm و ارتفاع ۱mm بریده شده، با استفاده از چسب مخصوص آن بر روی بلوک شیشه‌ای ثابت شدند. یک کامپوزیت رزین microhybrid (Clearfil AP – X A2) در داخل سیلندرها قرار داده شده پک شد. سپس در هر مقطع تهیه شده، باندینگ (Clearfil SE Bond) در دو ناحیه مختلف از عاج دندان یعنی ناحیه انسیزال و عاج ناحیه سرویکال (در

failure نیز تفاوت آماری معنی‌داری بین دو گروه مشاهده نشد و adhesive failure دارای بیشترین فراوانی در هر دو گروه بود (جدول ۲).

جدول ۱- استحکام باند میکروبرشی در دو ناحیه انسیزال و سرویکال

ناحیه	تعداد	میانگین	انحراف معیار	ماکزیمم	مینیمم
سرویکال	۲۰	۲۸/۷۹	۱۱/۷۲	۵۸/۱۵	۱۴/۲۸
انسیزال	۲۰	۳۳/۸۸	۱۰/۶۷	۵۱/۷۷	۱۴/۲۸

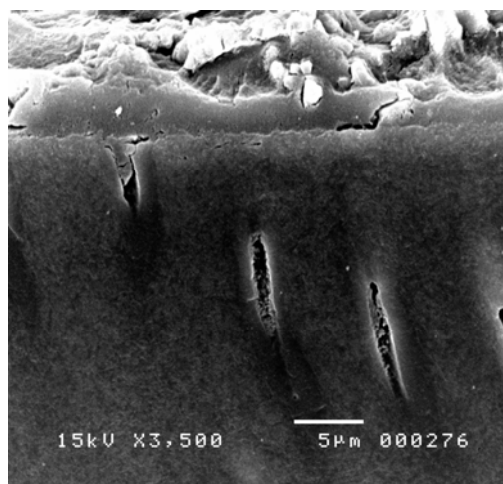
جدول ۲- mode of failure در نمونه‌های دو گروه

گروه	Mode of failure	
	Adhesive + Cohesive	adhesive
سرویکال	(%۱۷/۵)	(%۳۲/۵)
	۷	۱۳
انسیزال	(%۱۲/۵)	۱۵(%۳۷/۵)
	۵	
کل	(%۳۰)	۲۸ (%۷۰)
	۱۲	۴۰

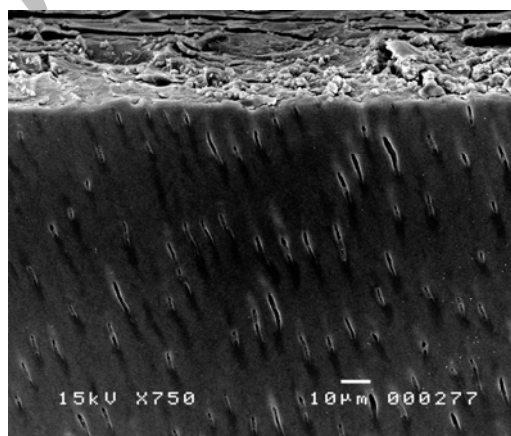
### بحث

عواملی نظیر سن دندان و نوع دندان بر مورفولوژی عاج و تبعاً استحکام باند به آن تأثیرگذار می‌باشند. روند بیولوژیک aging در دندانها از طریق تکرار سیکل‌های دیمینرالیزه شدن و رمینرالیزه شده، سبب اسکروزه شدن توبولهای عاجی و کاهش حساسیت آنها به دیمینرالیزه شده توسط اسید می‌گردد. در این مطالعه سعی بر این بود که تمامی دندانهای مورد بررسی از نظر سن و نوع دندان با یکدیگر یکسان سازی شوند. بدین معنا که همگی دندانهای کانین شیری سالم و فاقد پوسیدگی بودند که به دلیل ملاحظات ارتودنتیک کشیده شده بودند. همچنین در همگی آنها به دنبال وقوع تحلیل فیزیولوژیک ریشه، تقریباً

نمونه به صورت تصادفی به منظور بررسی جهت توبولهای عاجی توسط SEM انتخاب شدند. (شکل ۱ و ۲)



شکل ۱- توبولها در ناحیه انسیزال به صورت مایل نسبت به محور طولی دندان قرار گرفته اند (SEM X3500)



شکل ۲- توبولها در ناحیه سرویکال به صورت مایل نسبت به محور طولی دندان قرار گرفته‌اند (SEM X3500)

### یافته‌ها

تجزیه و تحلیل آماری نشان داد که میزان استحکام باند میکروبرشی در ناحیه انسیزال دندانها  $33/88 \pm 10/67$  Mpa و در ناحیه سرویکال دندانها  $28/79 \pm 11/72$  Mpa می‌باشد. هرچند که تفاوت اندکی میان دو ناحیه وجود دارد اما این اختلاف، معنی‌دار نمی‌باشد (جدول ۱). در بررسی mode of

در مطالعه Cehrelli و Akca (۲۰۰۳)، تأثیر جهت توبولهای عاجی بر استحکام باند میکروبرشی به عاج دندان شیری بررسی شد. نتایج نشان داد در نمونه‌هایی که در آنها باند کردن به موازات توبولهای عاجی صورت گرفته است بالاترین میزان استحکام باند وجود دارد. استحکام باند در حالتی که جهت توبولها به صورت مایل قرار داشت کمتر از حالت موازی بودن توبولها بود اما اختلاف این دو از لحاظ آماری معنی‌دار نبود (۱۷). در مطالعه حاضر سعی بر این بود که تا حد امکان دندانهای مورد بررسی دقیقاً از وسط لبه انسیزال به دو نیمه مساوی تقسیم شوند اما این امکان وجود دارد که حداقل در تعدادی از نمونه‌ها، این برش از وسط صورت نگرفته و کمی مزیالی‌تر یا دیستالی‌تر بوده باشد. بنابراین برای بررسی جهت توبولهای عاجی در دو ناحیه انسیزال و سرویکال دندانهای مورد مطالعه، باید هر دو حالت ممکن را در نظر بگیریم.

در حالت اول که برش دقیقاً از وسط لبه انسیزال صورت گرفته و دندانها به دو نیمه مساوی مزیالی و دیستالی تقسیم شده باشند، جهت توبولهای عاجی در لبه انسیزال به موازات محور طولی دندان بوده و در ناحیه سرویکال نسبت به محور طولی دندان حالت مایل دارد که در این صورت طبق مطالعه Cehrelli و Akca (۲۰۰۳) علیرغم اینکه استحکام باند میان دو گروه با یکدیگر متفاوت بود این اختلاف از لحاظ آماری معنی‌دار نبود.

در حالت دوم به فرض اینکه برش کمی به سمت مزیال یا دیستال انحراف داشته و در نتیجه دو نیمه دقیقاً با هم مساوی نباشند، توبولهای عاجی هم در ناحیه انسیزال و هم در ناحیه سرویکال نسبت به محور طولی دندان به حالت مایل قرار دارند. مشاهدات SEM نیز نشان داد که جهت توبولهای عاجی در هر دو ناحیه انسیزال و سرویکال به صورت مایل بوده، با یکدیگر مشابه می‌باشند که احتمالاً بیانگر این مطلب است که در نمونه‌های مورد بررسی، برش کمی به سمت مزیال و

مقدار یکسان و مشابهی از ریشه (یک سوم ریشه) باقیمانده بود.

در این تحقیق میانگین استحکام باند میکروبرشی در عاج انسیزال  $33/81 \pm 10/67 \text{Mpa}$  و در عاج ناحیه سرویکال  $28/79 \pm 11/72 \text{Mpa}$  بدست آمد که گرچه در ناحیه انسیزال استحکام باند بیشتری نشان داده شد اما مقایسه این دو، اختلاف آماری معنی‌دار نداشت. در بررسی mode of failure مشخص شد که adhesive failure دارای بیشترین فراوانی در هر دو گروه یعنی ناحیه انسیزال و ناحیه سرویکال می‌باشد.

در مطالعه Matsuo و Yoshiyama نیز استحکام باند میکروبرشی ناحیه‌ای سیستمهای self-etch بر روی نواحی مختلف عاج دندان کانین دائمی شامل عاج کروئال، سرویکال، وسط ریشه و اپیکال ریشه بررسی شد. نتایج نشان داد که گرچه استحکام باند میکروبرشی در عاج ناحیه کروئال بالاترین مقدار را دارا بود اما هیچ اختلاف آماری معنی‌داری در استحکام باند میان عاج ناحیه کروئال، سرویکال و وسط ریشه وجود نداشت، که این نتیجه با یافته مطالعه حاضر هماهنگ می‌باشد که در آن استحکام باند عاج در ناحیه انسیزال و سرویکال تاج دندان اختلاف آماری معنی‌داری نشان نداد (۱۶).

یکی از عوامل مهم دیگر که استحکام باند مواد رزینی را تحت تأثیر قرار می‌دهد، جهت توبولهای عاجی است (۱۷). اگر جهت توبولهای عاجی را به صورت طیفی در نظر بگیریم، در یک سر طیف توبولها به موازات سطح قرار دارند و در سر دیگر آن، توبولها به صورت عمودی قطع شده‌اند. در حالت اول که توبولها موازی سطح هستند، اسید اچ کردن سبب عریض شدن کل توبول اکسپوز شده در اثر تراش می‌گردد در حالیکه در حالت عمود بودن توبولهای عاجی، تنها بخش خارجی توبول توسط اسید، عریض شده به یک دهانه مخروطی شکل منجر می‌گردد (۱۷).

از ۵/۸٪ به ۷۴/۸٪ افزایش نشان داد (۲۱). بنابراین فقط در حالت عمود بودن توبولها، اچ کردن سبب افزایش عمده‌ای در surface area شد. در مطالعه حاضر نیز که تنها توبولهای عاجی به صورت موازی یا مایل بودند، افزایش surface area و در نتیجه افزایش استحکام باند به دنبال اچ کردن، در دو ناحیه انسيزال و سرویکال اختلاف آماری معنی‌داری ایجاد نکرد.

### نتیجه‌گیری

در مجموع به نظر می‌رسد استحکام باند میکروبرشی سیستم S.E Bond در عاج ناحیه انسيزال و عاج ناحیه سرویکال دندان شیری اختلاف آماری معنی‌داری را نشان نمی‌دهد.

### پیشنهادات

با توجه به اینکه این مطالعه، اولین و تنها مطالعه‌ای است که استحکام باند میکروبرشی را در دو ناحیه مختلف عاج دندان قدامی شیری بررسی کرده است و سایر مطالعات تنها بر روی دندانهای دائمی و یا به صورت مقایسه‌ای میان دندانهای دائمی و شیری صورت گرفته‌اند، تنها با انجام یک مطالعه، دستیابی به نتایج کلینیکی امکان‌پذیر نمی‌باشد و مطالعات متعدد دیگری در *in vitro* لازم می‌باشد تا حصول یک رهیافت کلینیکی ممکن باشد.

دیستال انحراف داشته است. همچنین در هر دو حالت فرض شده، چه در ناحیه انسيزال و چه در ناحیه سرویکال، جهت باند در مطالعه حاضر به موازات توبولهای عاجی صورت گرفته است. بدین معنا که کل توبولهای عاجی اکسپوز شده در معرض اچ شدن قرار گرفته‌اند. بنابراین در هر دو حالت فرض شده فوق می‌توان انتظار داشت استحکام باند میان دو ناحیه اختلاف آماری معنی‌داری نداشته باشد. به این ترتیب با وجودی که استحکام باند میکروبرشی در ناحیه انسيزال  $33/88 \pm 10/67 \text{Mpa}$  بیشتر از ناحیه سرویکال  $28/79 \pm 11/72 \text{Mpa}$  بود، اختلاف استحکام این دو ناحیه از لحاظ آماری معنی‌دار نبود.

عامل دیگری که می‌تواند بدون گسترش حفره سبب افزایش ناحیه سطحی (surface area) و در نتیجه استحکام باند گردد، اچ کردن می‌باشد (۲۰-۱۸). Ferrari و Cagidiaco (۱۹۹۷) در مطالعه خود به بررسی این موضوع پرداختند که آیا جهت توبولهای عاجی در نواحی مختلف یک حفره CI V سبب می‌شود که پس از اچ شدن با اسید مقادیر متفاوتی از افزایش surface area در این نواحی داشته باشیم. نتایج نشان داد که پس از اچ کردن حفره CI V در دیواره‌هایی که توبولهای عاجی به موازات محور طولی خود قطع شده بودند، میزان ناحیه سطحی از ۲۰/۹٪ به ۵۰/۳٪ افزایش یافت، در حالیکه در جایی که توبولها عمود بر محور طولی خود قطع شده بودند میزان آن

### References

1. Fruits TJ, Duncanson MG: Bond strength of fluoride releasing restorative materials. *Am J Dent* 1996;2:219-222.
2. Peutzfeldt A, Roulet JF: Restorative materials for the direct technique in: Adhesion the silent revolution in dentistry. 1st Ed. Chicago; Quintessence Publishing Co. Inc 2000;Chap5:61-80.
3. Ogata M, Nakajima M: Effect of dentin primer application on regional bond strength to cervical wedge – shaped cavity walls. *Oper Dent* 1999;24:81-88.
4. Yoshiyama M, James W: Bond strength of dentinal adhesive in primary teeth. *Quintessence Int* 1993;24:271-273.
5. Burrow MF, Nopnakepong U: A comparison of microtensile bond strength of several dentin bonding systems to primary and permanent dentin. *Dental Mater* 2002;18:239-245.

6. Nishida K, Yamauci J: Development of a new bonding system. *J Dent Res* 1993;72:137 (Abs).
7. Van Meerbeek B, Yoshida Y: A TEM study of two water – based adhesive systems bonded to dry and wet dentin. *J Dent Res* 1998;77:50-59.
8. Johnsen DC: Comparison of primary and permanent teeth in oral development and histology. Philadelphia: B.C Deceer: 180-190.
9. Hirayama A, Yamada M: An electron microscopic study on dentinal tubules of human deciduous teeth. *Shikwa Gakuho* 1986;86:1021-1031.
10. Sumikawa DA: Microstructure of primary tooth dentin. *Pediatr Dent* 1999; 21:439-444.
11. Senawongse P, Harnirattisai C, Shimada, Tagami: Effective bond strength of current adhesive systems on deciduous and permanent dentin. *Oper Dent* 2004;29(2):196-202.
12. Sefton J, Bordin A: In vitro bond strength of three current dentin adhesive to primary and permanent teeth. *Dent Mater* 1992;8:74-8.
13. Salama FS, Tao L: Comparison of Gluma bond strength to primary vs. permanent teeth. *Pediatr Dent* 1991;13:163-66.
14. Robert G, Craig T, John M, Powers: Restorative dental material. 11th Ed. St. Louis: The C.V. Mosby Co. 2004; Chap2,4,10.
15. Yoshiyama M, Sano H: Regional strengths of bonding agents to cervical sclerotic root dentin. *J Dent* 1996;24:435-442.
16. Fogel HM, Marshall FJ: Effect of distance from the pulp and thickness on hydraulic conductance of human radicular dentin. *J Dent Res* 1987;67:1381-1385.
17. Zafer C, Cehreli, Akca T: Effect of dentinal tubule orientation on the microtensile bond strength to primary dentin. *J Dent Child* 2003;139-144.
18. Nakabayashi N, Ashizawa M: Identification of a resin hybrid layer in vital human dentine created in vivo: durable bonding to vital dentine. *Quintessence Int.* 1992;23:135-141.
19. Erickson RL: Surface interactions of dentine adhesive materials. *Oper Dent* 1992; 5(Supple):81-94.
20. Gwinnett AJ, Kanca J: Micromorphological relationship between resin and dentine in vivo and in vitro. *Am J Dent* 1992;5:73-77.
21. Cagidiaco MC, Ferrari M: Mapping of tubule and intertubule surface areas available for bonding in class V and class II preparations. *J Dent* 1997;25:379-389.