

مقایسه تأثیر روش‌های مختلف پاکسازی رزین، بر ساختار مینا و استحکام باند برشی براکت‌های فلزی ارتودنسی پس از باندینگ مجدد

دکتر بهنام خسروانی فرد^۱ دکتر سعید نعمتی انارکی^۲ دکتر سحر نیلی^۳

خلاصه:

سابقه و هدف: با توجه به میزان بالای شکست باند در حین درمان ارتودنسی، که گاهی به تکنیک‌های باندینگ ضعیف نسبت داده می‌شود، دانستن اینکه پس از باندینگ مجدد چه اتفاقی می‌افتد ضرورت می‌یابد. بنابراین تحقیقی با هدف تعیین تأثیر روش‌های مختلف پاکسازی رزین، بر ساختار مینا و استحکام باند برشی براکت‌های فلزی ارتودنسی پس از باندینگ مجدد انجام شد.

مواد و روش‌ها: این مطالعه به روش experimental (in vitro) و بر روی ۷۶ دندان پرمولر تازه انسانی صورت گرفت. تعداد ۷۰ نمونه به ۳ گروه ۲۰ تایی مطالعه و یک گروه ۱۰ تایی بعنوان شاهد تقسیم شدند. (نمونه‌گیری تصادفی ساده) پس از انجام عملیات باندینگ در گروه‌های مطالعه توسط کامپوزیت No-mix و براکت‌های (Dentaurum) mesh base، debonding اولیه با استفاده از پلایر انجام شد. سطح باکال هر دندان برای مشاهده نقاط شکست باند توسط استریومیکروسکوپ (×۱۰) مورد بررسی قرار گرفت و بر حسب ARI (Adhesive Remnant Index) طبقه بندی گردید. پاکسازی رزین باقی مانده به ۳ روش صورت گرفت: ۱- TCB (Tungsten Carbide Bur) / فرز تنگستن کارباید با سرعت بالا، ۲- TCB با سرعت پایین، ۳- سندبلاست توسط microetcher. برای تکرار عملیات باندینگ هر یک از گروه‌ها به دو زیرگروه ۱۰ تایی تقسیم شد: A- استفاده از براکت جدید، B- استفاده از براکت سندبلاست. باندینگ مجدد در ۷۰ نمونه در گروه‌های مورد و شاهد انجام گرفت و میزان استحکام باند برشی و ARI در تمامی نمونه‌ها محاسبه گردید. تعداد ۶ دندان با تقسیم سطح باکال هر نمونه به ۴ گروه برای باندینگ کامپوزیت و مشاهده تأثیر مداخلات فوق بر ساختار مینا توسط SEM×۱۰۰۰ در نظر گرفته شد. در تعیین معنی داری داده‌ها از آزمون‌های آماری ANOVA (One-way & Two-way) Dunnett t و Kruskal-Wallis استفاده شد.

یافته‌ها: در نتایج حاصل از آزمون‌های آماری تفاوت معنی داری از لحاظ استحکام باند برشی و ARI به تفکیک روش پاکسازی رزین و نوع براکت (در بین گروه‌های مطالعه و در مقایسه با شاهد) مشاهده نگردید. (P<0.6) مطالعات SEM مشخص کرد: با استفاده از microetcher سطح مینا کاملاً تخریب شد و در گروه TCB با سطوح سالم مینا همخوانی بیشتری مشاهده شد.

نتیجه‌گیری: از دست رفتن مینا در پی debond اجتناب ناپذیر می‌باشد. اما به نظر می‌رسد استفاده از TCB با توجه به حداقل صدمات مینایی وارده و کسب استحکام باند برشی قابل قبول انتخاب مناسبی باشد.

کلیدواژه‌ها: استحکام باند برشی، پاکسازی رزین، سندبلاست، باندینگ مجدد، SEM

وصول مقاله: ۸۸/۱/۲۹ اصلاح نهایی: ۸۸/۳/۲۳ پذیرش مقاله: ۸۸/۵/۲۹

مقدمه:

نمایند از ۱۴ مگاپاسکال تجاوز کند^(۴). صدمات وارده به مینا در طی درمان ارتودنسی از ۷/۴ تا ۵۵/۶ میکرون گزارش شده^(۵) و از همان ابتدای درمان در ارتباط با پاکسازی سطحی توسط ساینده‌ها قبل از acid etching^(۶) و acid etching^(۷) شروع شده و در ادامه به تکنیک‌های debond^(۸) برکت^(۹) و برداشت adhesive باقی مانده به روش‌های مختلف نسبت داده می‌شود.^(۱۰) با توجه به اجتناب ناپذیر بودن

یک باندینگ کلینیکی موفق در ارتودنسی زمانی به دست می‌آید که استحکام باند حاصل بین ۶ تا ۱۰ مگاپاسکال باشد.^(۲) تا بتواند در برابر نیروهای ارتودنتیک، فانکشنال، و فشارهای ناگهانی وارده از طرف بیمار مقاومت کند.^(۳) به علاوه استحکام باند باید در حدی باشد تا در هنگام جداسازی attachmentها آسیبی به مینا وارد نشود، پس این میزان

۱- استادیار گروه آموزشی ارتودنسی دانشگاه آزاد اسلامی- واحد دندانپزشکی

۲- استادیار گروه آموزشی ترمیمی دانشگاه آزاد اسلامی- واحد دندانپزشکی

۳- دندانپزشک

فک مربوط به ۲۰ بیمار واجد شرایط extraction ۴ دندان با اهداف ارتودنسی، برای ورود در ۳ گروه ۲۰ تایی مطالعه (شامل ۲ زیر گروه مساوی) و یک گروه ۱۰ تایی شاهد، انتخاب شد. تعداد ۶ عدد از نمونه‌ها به صورت جداگانه برای مطالعات SEM در نظر گرفته شد. دندان‌ها پس از extraction در شیشه‌های حاوی آب مقطر غیر یونیزه در دمای اتاق به همراه بر چسب مشخصات بیمار (نام، نام خانوادگی، سن، جنس، شماره و سمت دندان و تاریخ extraction) نگهداری و پس از آن در شیشه‌های جداگانه در محلول (wt/vol) ۰/۱٪ تیمول برای ضدعفونی قرار گرفتند. انساج باقی مانده اطراف ریشه هر دندان بدون دستکاری سطح باکال کاملاً تمیز شد. دندان‌ها مجدداً به شیشه‌های محتوی محلول (wt/vol) ۰/۱٪ تیمول بازگردانده شدند.^(۲۹) نمونه‌ها از نظر پوسیدگی و پرکردگی، ترک مینایی، هیپوپلازی، هیپوکلسیفیکاسیون، سابقه باندینگ قبلی و سابقه آلودگی شیمیایی مورد بررسی قرار گرفتند. طبقه بندی دندان‌های بیماران به نحوی انجام گرفت که از ۴ دندان پرمولر بالا و پایین ۲۰ بیمار استفاده شود واز هر بیمار ۱ دندان در هر گروه وجود داشته باشد. برای یکسان بودن شرایط شکل گیری مینا و عوامل محیطی مداخله کننده در هر زیرگروه، ۱۰ بیمار در زیر گروه ۱ و ۱۰ بیمار در زیرگروه ۲ وارد شدند. (نمونه گیری به صورت تصادفی ساده)

براکت: ۱۰۰ عدد براکت استاندارد (Dentaurum, Edgewise Ultratrim #713-018-50, Germany) با سطح

قاعده foil mesh در ابعاد ۳/۸×۲/۸ در نظر گرفته شد.

ماده باندینگ: سیستم باندینگ (Dentaurum, No-mix Germany) برای باند براکت‌ها استفاده شد. در این مواد adhesive setting تحت فشار ملایم در مجاورت پرایمر آغاز شده و به محض قرارگیری براکت در موقعیت صحیح با اعمال نیروی مساوی ۱۵ ثانیه محکم به محل فشرده شده و عمل curing طی ۶۰-۳۰ ثانیه اتفاق می‌افتد.^(۳۰)

باندینگ اولیه: سطح باکال دندان‌ها در گروه‌های مطالعه، توسط پودر پامیس و آب و رابر کپ متصل به هندپیس با دور کند به مدت ۱۵ ثانیه تمیز، با یوار آب و هوای oil free، ۱۵ ثانیه شسته، و ۱۵ ثانیه خشک شد. سطوح مورد نظر توسط اسید ارتوفسفریک ۳۷/۴٪ به مدت ۱۵ ثانیه اچ، ۳۰ ثانیه شسته، و ۱۵ ثانیه خشک شدند.

برای باند براکت‌ها ابتدا activator روی دندان و هم چنین در سطح پشتی براکت قرار گرفت، پس از نازک کردن لایه باندینگ و قرار دادن adhesive paste در قاعده براکت،

failure باند براکت به دندان که به طور معمول و میانگین ۱۷/۸۷ درصد در کلینیک اتفاق می‌افتد^(۱۲) و گاهی به تکنیک‌های باندینگ ضعیف مربوط می‌شود، پاکسازی سطح براکت و دندان به روشی موثر و غیر تهاجمی برای باندینگ مجدد ضرورت پیدا می‌کند.^(۱۳)

روش‌های معمول شامل پاکسازی دستی با استفاده از scaler، band removing plier^(۱۴) دیسک‌های پرداخت^(۱۵) انواع روش‌های پرداخت کامپوزیت با استفاده از خمیر zirconia و slurry pumice یا حتی وسایل ultrasonic می‌باشد.^(۱۶) فناوری‌های پیشرفته تری چون لیزر Co₂^(۱۷) و Nd-YAG^(۱۸) نیز پیشنهاد شده است. با استفاده از روش انتخابی باید بتوان علاوه بر حفاظت از ساختار سطحی مینا که سرشار از فلوراید است، استحکام باند قابل قبولی به دست آورد^(۱۹،۲۰) تا از debond مجدد و به تبع آن مشکلاتی چون افزایش chairside، طولانی شدن دوره درمان و دکلسیفیه شدن برگشت ناپذیر مینا جلوگیری شود.^(۲۱،۲۲) استفاده از انواع فرزهای تنگستن کارباید با طرح‌های جدیدتر^(۲۳) با سرعت‌های بالا و پائین^(۲۴،۲۵) و microetcher^(۲۶،۲۸) می‌تواند به عنوان راهکارهای مناسبی

ارائه شوند. در تحقیقی که در سال ۲۰۰۶ توسط Heravi و Naseh انجام شد استفاده از فرزهای کارباید را برای برداشت adhesive باقی مانده از سطح دندان و براکت پیشنهاد دادند^(۲۵) در حالی که Eminkahyagil و همکاران در سال ۲۰۰۶ استفاده از فرز کارباید با سرعت بالا را علیرغم حصول استحکام باند برشی در حد مطلوب، بر روی مینا مخرب ذکر کردند^(۲۰) و Kim و همکاران در سال ۲۰۰۷ استفاده از microetcher را به عنوان روشی مناسب ارائه دادند.^(۲۷)

با توجه به تناقضات موجود تحقیقی با هدف مقایسه تأثیر روش‌های مختلف پاکسازی رزین باقی مانده سطحی، بر ساختار مینا و استحکام باند برشی براکت‌های فلزی ارتودنسی پس از باندینگ مجدد در سال ۱۳۸۸ در دانشکده دندانپزشکی دانشگاه آزاد اسلامی تهران طراحی شد و با استفاده از فرزهای کارباید با سرعت بالا و پائین و microetcher روش قابل قبولی برای به دست آوردن استحکام باند برشی مطلوب از باندینگ سریع براکت‌های debond شده در حد براکت جدید و در عین دست نخورده باقی ماندن ساختار مینا ارائه گردید.

مواد و روش‌ها:

برای انجام این تحقیق به روش experimental (in vitro) و single blind، ۷۶ دندان پرمولر چپ و راست از هر دو

مقایسه تکمیلی ۶ گروه مورد مطالعه با شاهد آن‌ها به روش Dunnett t انجام شد. اختلافات در هیچ یک از گروه‌ها در مقایسه با شاهد معنی دار نبود. ($P > 0.05$).

جدول ۱: میزان استحکام باند برشی (Mpa) در ۷ گروه مورد مطالعه و شاهد (تعداد نمونه هر گروه ۱۰ عدد)

گروه	میزان استحکام	دامنه تغییرات	نتیجه آزمون Dunnett t با گروه شاهد
۱ A	۱۹/۹۸±۳/۹۴	۱۴/۶-۲۵/۱	P=۰/۲۴۸
۱ B	۱۶/۹۵±۳/۰۰	۱۰/۳-۲۰/۹	P=۱/۰۰۰
۲ A	۱۵/۷۹±۴/۷۷	۷/۰-۲۳/۱	P=۰/۹۹۹
۲ B	۱۷/۵۲±۴/۵۳	۱۲/۰-۲۶/۸	P=۰/۹۸۰
۳ A	۱۷/۹۶±۴/۶۹	۱۱/۴-۲۶/۶	P=۰/۹۱۲
۳ B	۱۸/۰۱±۴/۸۵	۱۰/۴-۲۲/۸	P=۰/۹۰۱
Control	۱۶/۴۱±۳/۲۹	۱۰/۴-۲۱/۰	
نتیجه One-way ANOVA		P=۰/۴۱۱	

با استفاده از آزمون آماری Two-way ANOVA با حذف گروه شاهد مشخص شد، روش پاکسازی رزین ($P = 0.400$) و نوع براکت ($P = 0.713$) تأثیر معنی داری بر میزان استحکام باند برشی نداشت. همچنین بر هم کنش این دو متغیر نیز معنی دار نبود. ($P = 0.224$)

میزان ادهزیو باقی مانده (ARI) پس از هر بار debond مطابق تقسیم بندی Bishara از ۵ تا ۱ برای هر گروه محاسبه گردید. جداول ۲، ۳، نشان می‌دهد که با استفاده از آزمون آماری Kruskal-Wallis مشخص شد اختلافات ایندکس ARI اولیه ($P = 0.242$) و ثانویه ($P = 3.01$) در طی debond متوالی در بین گروه‌ها معنی دار نمی‌باشد.

جدول ۲: ادهزیو باقیمانده پس از اولین debond بر حسب گروه‌های مورد مطالعه

گروه	۱	۲	۳	۴	۵	ARI ₁
۱	۳	۰	۸	۸	۱	۲۰
۲	۳	۰	۳	۹	۵	۲۰
۳	۳	۱	۸	۴	۴	۲۰
جمع	۹	۱	۱۹	۲۱	۱۰	۶۰

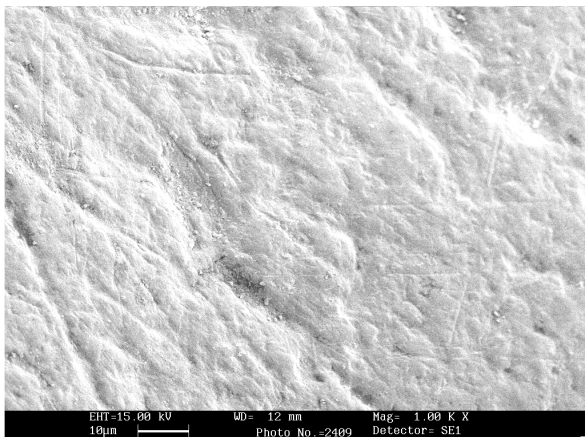
SEM: تعداد ۶ عدد از نمونه‌ها با تقسیم سطح باکال هر دندان به ۴ گروه برای بررسی تأثیر مداخلات فوق بر ساختار مینا، توسط SEM (Scanning Electron Microscope, 15kv) به روش تالیوم اسکن، در مرکز بین المللی تحقیقات مواد و تجهیزات دندانپزشکی در نظر گرفته شد. سطوح باکال توسط نوار سلولوئیدی با ۳ سوراخ بشکل مثلث در ابعاد ۱۲mm^۲ پوشانیده شد. در هر ناحیه باندینگ کامپوزیت با ضخامت ۱ mm صورت گرفت و سپس پاکسازی رزین در گروه‌های ۳، ۲، ۱ همانند مراحل قبل انجام شد، در گروه ۴ سطح سالم مینای باکال به عنوان شاهد انتخاب شد. پس از خشک کردن نمونه‌ها (Otbin) و پوشش دهی با لایه ۲۰-۱۵ نانومتری از طلا و پالادیوم تصاویر ثانویه SEM با بزرگنمایی ۱۰۰۰× به طور تصادفی از ۲۴ ناحیه مورد نظر تهیه گردید.

آنالیز آماری: توصیف داده‌های حاصل شامل محاسبه میانگین، انحراف معیار و مقادیر حداقل و حداکثر در هر گروه بود. آنالیز داده‌ها توسط نرم افزار آماری SPSS 16.0 انجام گرفت و آزمون آماری One-Sample Kolmogorov Smirnov نشان دهنده توزیع نرمال داده‌ها بود. One-way Analysis Of Variance در مقایسه ۷ گروه با یکدیگر و آزمون Dunnett t در مقایسه تکمیلی گروه‌های مطالعه با شاهد، مورد استفاده قرار گرفت. همچنین در تعیین معنی داری روش پاکسازی رزین، نوع براکت و بر هم کنش این دو متغیر Two-way Analysis Of Variance در مقایسه شاخص‌های ARI پس از هر بار شکست باند به کار گرفته شد. معنی داری آزمون‌های آماری در موارد $P \text{ value} \leq 0.05$ تعریف شد.

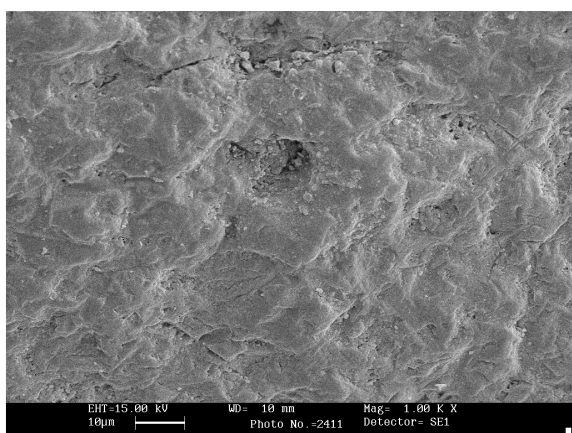
یافته‌ها:

در این تحقیق آزمایش استحکام باند برشی بر روی ۷۰ دندان پرمولر راست و چپ از هر دو فک مربوط به ۲۰ بیمار ارتودنسی واجد شرایط extraction ۴ دندان در ۳ گروه اصلی مطالعه ($N:20$) شامل دو زیر گروه ($N:10$) و گروه شاهد آن‌ها ($N:10$) انجام گرفت. بیماران شامل ۱۰ زن و ۱۰ مرد با میانگین سنی $16/3 \pm 3/2$ سال بودند.

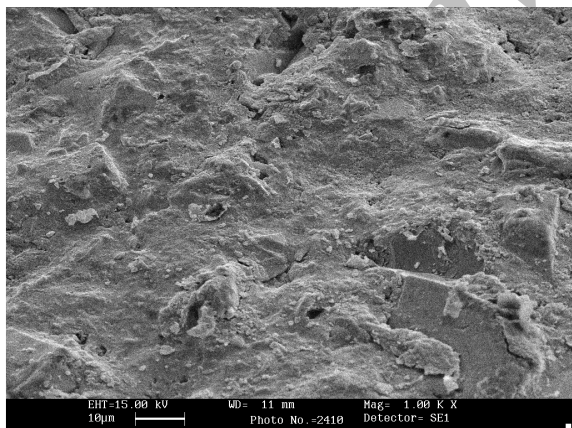
میزان استحکام باند (MPQ) بر حسب گروه‌های مورد مطالعه در جدول ۱ ارائه گردید و با استفاده از آزمون آماری One-way ANOVA در مقایسه ۷ گروه مورد و شاهد با یکدیگر اختلاف معنی داری مشاهده نشد. ($P < 0.4$).



تصویر ۲: (گروه ۲) پاکسازی رزین توسط TCB با سرعت پایین



تصویر ۳: (گروه ۳) پاکسازی رزین توسط سندبلاست



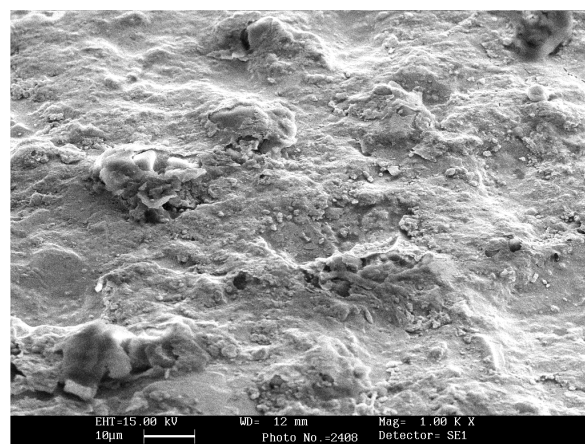
تصویر ۴: (گروه ۴) شاهد

جدول ۳: میزان ادهزیو باقیمانده پس از دومین *debond* در گروه‌های مورد مطالعه

گروه	ARI ₂					جمع
	۱	۲	۳	۴	۵	
۱A	۱	۰	۳	۵	۱	۱۰
۱B	۱	۰	۱	۳	۴	۱۰
۲A	۱	۱	۰	۷	۲	۱۰
۲B	۱	۱	۲	۳	۴	۱۰
۳A	۱	۰	۱	۶	۳	۱۰
۳B	۱	۱	۰	۱	۸	۱۰
Control	۱	۱	۱	۳	۳	۱۰
جمع	۷۰	۵	۵	۲۶	۲۹	۵
نتیجه آزمون آماری						P = ۰/۳۰۱

همچنین مجموع زمان لازم برای پاکسازی رزین در هر گروه بر حسب دقیقه و ثانیه اندازه گیری شد. این زمان در گروه ۱ (N:۲۰) ۹:۵۳ دقیقه، در گروه ۲ (N:۲۰) ۴:۳۰ دقیقه، و در گروه ۳ (N:۲۰) ۲۱:۱۶ دقیقه بود.

در تعیین تأثیر روش‌های پاکسازی رزین (۳،۲،۱) بر ساختار مینا از ۴ ناحیه سطح باکال ۶ دندان پرمولر به عنوان گروه‌های مورد و شاهد برای تهیه تصاویر ثانویه SEM با بزرگنمایی $\times 1000$ و مقایسه تغییرات حاصل با مینای سالم استفاده شد. (تصاویر ۱-۴)



تصویر ۱: (گروه ۱) پاکسازی رزین توسط TCB با سرعت بالا

بحث:

تحقیق نشان داده که تفاوت‌ها در استحکام باند و همچنین ARI / (Shaer Bond Strength) SBS و مقادیر (استحکام باند برشی) محاسبه شده در تمام گروه‌ها بیش از میزان

یکنواخت‌ترین سطح مینایی حاصل در مطالعه حاضر مربوط به استفاده از TCB با سرعت پایین بود. رسیدن به چنین ساختاری در کاهش تجمع پلاک میکربی حائز اهمیت است. اما این نما در اکثر موارد از ساختارهای میکروسکوپی مینای سالم اطراف تبعیت نمی‌کرد. این یکنواختی می‌تواند علت اصلی کاهش در میانگین استحکام باند برشی در این گروه باشد. قابل ذکر است خراش‌های ظریفی نیز در امتداد مسیر فرز در پی استفاده از TCB با سرعت پایین بر روی مینا ظاهر شد (تصویر ۲) که در تحقیقات van Waes (۱۹۹۷) و همکاران و همچنین Zachrisson و Artun (۱۹۷۹) نیز قابل مشاهده است.^(۴۸و۵)

نتایج استفاده از microetcher با فشار هوای PSI ۹۰ در تحقیق حاضر با بزرگنمایی $\times 1000$ مورد بررسی قرار گرفت و نشان دهنده تغییرات برگشت ناپذیر عمقی و ساختاری همراه با شکسته شدن گرانول‌های هیدروکسی آپاتیت بود. (تصویر ۳) Oslen و همکاران (۱۹۹۷) در نتیجه استفاده از microetcher به عنوان جایگزینی برای اسید اچینگ، از دست رفتن محتویات آلی و معدنی ماتریکس مینا را گزارش کردند.^(۴۹)

در پژوهش Eminkahayagil و همکاران (۲۰۰۶) با استفاده از ذرات 50μ اکسید آلومینیوم الگوهای متنوعی در بزرگنمایی‌های متفاوت مشاهده شد. سطح مینا در بزرگنمایی $\times 300$ کاملاً صاف و یکنواخت به نظر می‌رسید اما در بزرگنمایی $\times 1500$ فرورفتگی‌های عمیقی مشاهده گردید.^(۲۰)

این روش پرداخت در تحقیقات انجام شده با بزرگنمایی $\times 500$ نیز مورد تایید قرار گرفت.^(۵۰) در تحقیق Kim و همکاران (۲۰۰۷) از تصاویر مستقیم SEM با بزرگنمایی $\times 600$ و پروفیلومتری به عنوان یک مقیاس کمی استفاده شد. در مقایسه TCB با سرعت پایین و سندبلاست مینا با فاصله ۱۰ میلی متری توسط ذرات 50μ تفاوت‌ها معنی دار نبود. آن‌ها میزان از دست رفتن مینا توسط TCB را $6/93\mu$ ، و در سندبلاست $9/99\mu$ ذکر کردند. افزایش درجه حرارت پالپ با استفاده از TCB $4/2^\circ\text{C}$ و در سندبلاست $0/3^\circ\text{C}$ اندازه گیری شد.^(۲۷) بنابراین با توجه به احتمال ۱۵ درصدی نکرورز پالپ در افزایش دمایی معادل $5/5^\circ\text{C}$ ^(۵۱) استفاده از سندبلاست را با در نظر گرفتن راحتی بیشتر بیمار جایگزین مناسبی برای وسایل چرخشی دانستند. اما از این تکنیک به عنوان وقت گیرترین روش نام برده شد.^(۵۰و۲۷)

بررسی‌های انجام شده توسط Bonerjee و همکاران (۲۰۰۸) پس از debond از پودر اکسید آلومینیوم 27μ و فشار هوای PSI ۶۰ در مقایسه با TCB با سرعت پایین استفاده شد. در نتایج حاصل از پروفیلومتری اختلافات معنی دار نبود، اما در تصاویر

پیشنهاد شده توسط Reynold (۱۹۷۵) و مورد نیاز در کلینیک^(۲۶) بود.

ارزیابی تأثیر مداخلات فوق بر ساختار مینا در طی استفاده از SEM با بزرگنمایی $\times 1000$ و زاویه عمودی تغییر یافته برای تهیه تصاویر ثانویه صورت گرفت. در مطالعات پیشین نیز از SEM، استریو میکروسکوپ، فتوگرافی، و پروفیلومتری در توصیف سطح دندان استفاده گردید؛ اما آشکار شدن مورفولوژی و توپوگرافی مینا محدود به مطالعات SEM می‌باشد.^(۲۹تا۳۷)

تمامی روش‌های به کار رفته در پاکسازی رزین متعاقب debond کم و بیش دارای تأثیراتی بر ساختار مینا می‌باشد، از جمله خراش‌های ظریف یا خشن، شکسته شدن منشورهای مینایی، gouging، فرورفتگی‌هایی با عمق متفاوت^(۱۵) و همچنین از دست رفتن لایه سطحی سرشار از فلوراید بسته به روش کاربردی؛ که البته مورد اخیر تا حدودی با hypermineralization مینا قابل جبران می‌باشد.^(۴۰) با این حال از دیدگاه Brown و Way (۱۹۷۸) میزان از دست رفتن مینا در کلینیک کمتر از مقادیر آزمایشگاهی مشابه می‌باشد.^(۴۱)

در این مطالعه کار آمدی استفاده از TCB با صرف کمترین زمان مورد تایید قرار گرفت. گرچه در تصاویر SEM کاملاً مشخص بود که تخریب سطحی در سرعت‌های بالا و پایین TCB به دلیل سختی بیشتر آن نسبت به مینا اجتناب ناپذیر می‌باشد. (تصاویر ۲، ۱) در پی استفاده از TCB با سرعت بالا به نظر می‌رسد در اکثر موارد ساختارهای حاصل با تخلخلات طبیعی و مورفولوژی مینای سالم همخوانی دارد (تصاویر ۱، ۴) و وجود همین خلل و فرج می‌تواند موجب افزایش در ReBond RBS (Strength / استحکام باند ثانویه) همانند نتایج به دست آمده گردد. Deny و Reitef (۱۹۷۹) استفاده از TCB با سرعت بالا را همراه با خنک کننده هوا پیشنهاد دادند،^(۴۲) اما در تحقیق Campbell و همکاران (۱۹۹۵) و Ulusy (۲۰۰۹) فرزهای ۳۰ پره ای در کنار خنک کننده آبی پیشنهاد شد.^(۴۳و۴۴)

مطالعه حاضر خنک کننده هوا برای مشاهده بهتر رزین و دقت بیشتر مورد استفاده قرار گرفت،^(۲۰) همچنین باندینگ برکت نیز برای ارزیابی‌های میکروسکوپی مینا انجام نشد تا از تأثیرات احتمالی debond در تفسیر نتایج جلوگیری شود و شرایط یکسان تری با مقایسه سطوح مجاور هر دندان با یکدیگر مورد بررسی قرار گیرد.^(۴۵و۲۷) در تحقیقات Eminkahayagil و همکاران (۲۰۰۶)، Ireland و همکاران (۲۰۰۵) و همچنین Hosein و همکاران (۲۰۰۴) استفاده از TCB با سرعت‌های بالا به عنوان تهاجمی‌ترین انتخاب اعلام شد.^(۴۷و۲۰)

می‌توان به نوع و اندازه ذرات، فاصله از سطح مورد نظر، و فشار دستگاه نسبت داد. استفاده از ذرات 5.0μ با وجود polishing بهتر سطح پستی برکت در مقایسه با ذرات 9.0μ خشونت سطحی و تخریب کمتری ایجاد می‌کند، بنابراین کمتر retentive می‌باشد. (۶۷ و ۶۶)

در مطالعات حمایت کننده از سندبلاست براکت‌ها با استفاده از شاخص ARI مشخص شد که اکثر شکست‌ها در حد فاصل رزین و دندان اتفاق می‌افتد. (۲۰) همچنین در تحقیق Mui و همکاران با استفاده از کامپوزیت self cure پس از اولین و دومین debond اکثر شکست‌ها در حدفاصل رزین و دندان بود و آن را با مهار پلیمریزاسیون در کامپوزیت‌های self cure توسط اکسیژن آزاد شده و در نتیجه ایجاد باندینگ ضعیف تر در این ناحیه مرتبط دانستند. (۱۳) اما در بعضی مقالات بیان شده که به طور معمول، شکست باند در خصوص براکت‌های فلزی در محل براکت - رزین می‌باشد و در پی آن ضعیف ترین محل باند ارتودنسی را باند براکت - رزین در نظر گرفتند. (۶۹ و ۶۸ و ۲۵) در مطالعه حاضر و تحقیق انجام شده توسط Bishara و همکاران (۲۰۰۰) اختلافات ARI پس از debond متوالی معنی‌دار نبود (۲۹) همچنین O'Brein و همکاران (۱۹۸۸) اظهار کردند مقدار کامپوزیت باقی‌مانده با SBS بی‌ارتباط می‌باشد. (۷۰) بنابراین تفاوت‌ها در شاخص ARI در تحقیقات مختلف می‌تواند وابسته به طرح base براکت، خواص ادهزیو و سطوح آماده سازی شده مینا باشد.

به طور کلی در نتایج حاصل از تحقیق حاضر به نظر می‌رسد، از دست رفتن مینا متعاقب پاکسازی رزین سطحی پس از debond اجتناب ناپذیر می‌باشد اما با انتخاب صحیح می‌تواند از این میزان کاسته شود. TCB به عنوان روشی متداول و قابل قبول در محافظت از ساختار مینا برای رسیدن به استحکام باند مطلوب با استفاده از براکت‌های جدید یا سندبلاست و با صرف کمترین زمان بهترین انتخاب در نظر گرفته شد.

استفاده از microetcher به عنوان روشی جدیدتر در ارتودنسی به دلیل ایجاد تغییرات اساسی و ساختاری در مینا، وقت گیر بودن و پیچیدگی‌هایی نظیر نیاز به استفاده از تمهیدات محافظتی ویژه بیمار و کلینیسین توصیه نمی‌شود.

SEM با بزرگنمایی $25\times$ و $250\times$ استفاده از TCB به دلیل تأثیرات مخرب کمتر بر ساختار مینا ارجحیت یافت. با این حال در هر گروه پس از polishing سطوح یکنواخت تری حاصل گردید که نشانگر ساییده شدن بخشی از مینا می‌باشد. (۳۳)

میزان RBS در مطالعه Eminkahayagil و همکاران (۲۰۰۶) پس از استفاده از TCB با سرعت‌های بالا و پایین در مقایسه با مقادیر اولیه معنی دار نبود؛ اما پس از پاکسازی رزین توسط microetcher، این میزان از لحاظ آماری کاهش پیدا کرد. (۲۰) در تحقیق Mui و همکاران (۱۹۹۹) و Heravi و همکاران (۲۰۰۶) استفاده از TCB پیش از باندینگ مجدد توصیه شد. (۲۵ و ۱۳)

محققین دیگری SBS و RBS را در طی باندینگ متوالی مقایسه کرده و نتایج متفاوتی بیان نمودند. برخی گزارشات حاکی از بالاتر بودن معنی دار استحکام باند اولیه در برابر RBS می‌باشد (۵۵ تا ۵۲) و برخی دیگر از جمله Montasser و همکاران (۲۰۰۸) و همچنین Radzi و همکاران (۲۰۰۶) تغییرات معنی داری در طی باندینگ متوالی ذکر نکردند. (۵۸ تا ۵۶ و ۲۵ و ۱۳) نتایج آزمایش استحکام باند در مطالعه Egan و همکاران (۱۹۹۶) نشان داد RBS تنها یک بار معادل استحکام باند اولیه می‌باشد ولی پس از دومین debond از این میزان کاسته می‌شود گرچه به نوع نیرو shear یا tensile اشاره نگردید. (۵۹) در گزارشات Bishara و همکاران (۲۰۰۰) نیز در طی باندینگ متوالی و پاکسازی رزین توسط TCB مشخص شد پس از باندینگ مجدد RBS به لحاظ آماری پایین تر و غیرقابل قبول بود، اما این میزان پس از دومین debond می‌تواند افزایش یا کاهش یابد. (۳۱)

عده ای از پژوهشگران نیز میزان استحکام باند ثانویه را بیش از مقادیر اولیه عنوان کردند. (۶۲ تا ۶۰) این تفاوت‌ها را می‌توان در ارتباط با تغییرات مورفولوژیک دندان و adhesive باقی مانده یا در نتیجه حضور رزین تگ‌ها در داخل مینای اچ شده دانست.

از موارد ذکر شده در سایر تحقیقات به عنوان عامل موثر در افزایش استحکام باند براکت و رزین می‌توان سندبلاست براکت‌ها را نام برد؛ که گاهی کار آمدی این روش را تا ۳۰٪ گزارش کردند. (۶۳) اما در مطالعه حاضر و برخی تحقیقات پیشین در مقایسه براکت‌های جدید و سندبلاست توسط اکسید آلومینوم 5.0μ تفاوت معنی داری مشاهده نشد. (۶۵ و ۶۴ و ۲۶)

References:

1. Keizer S, Ten Cate JM, Arends J. Direct bonding of orthodontic brackets. *Am j Orthod.* 1976; 69:318-323.
2. Akin-Nergiz N, Nergiz I, Behlfelt K, Platzer U. Shear bond strength of a new polycarbonate bracket. a invitro study with 14 adhesives. *Eur J Orthod.* 1996; 18:295-301.
3. Lovius BB, Pender N, Hewage S, O'Dowling I, Tomkins A. A clinical trial of light activated bonding material over an 18 month period. *Br J Orthod.* 1987; 14:11-20.
4. Pickett KL, Sadowsky PL, Jacobson A, Lacefield W. Orthodontic in vivo bond strength: comparison with in vitro results. *Angle Orthod.* 2001; 71:141-148.
5. van Wases H, Matter T, Kreji I. Three-dimensional measurement of enamel loss caused by bonding and debonding of orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial orthop.* 1997; 112:666-669.
6. Fitzpatrik DA, Way DC. Effect of wear, acid etching, and bond removal on human enamel. [Comapative Study, Journal Article]. *Am J Orthod.* 1997; 72:761-781.
7. Thompson RE, Way DC. Enamel loss due to prophylaxis and multiple bonding/debonding of orthodontic attachments. *Am J Orthod.* 1981; 79:282-295.
8. Montasser MA, Drummond JL, Roth JR, Al-Turki L, Evans CA. Rebonding of orthodontic brackets. *Angle Orthodontist.* 2008; 78: 537-544.
9. Chn CsT, Hsu ML, Chang KD, Kuang SH, Chen PT, Gung YW. Failure analysis: Enamel fracture after debonding orthodontic brackets. *Angle Orthodontis.* 2008; 78:1071-1077.
10. Hosein I, Scherriff M, Ireland AJ. Enamel loss during bonding, debonding and cleanup with use of a self-etching primer. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2004; 126:717-724.
11. Ireland AJ, Hosein I, Sherriff M. Enamel loss at bond up, debond and clean-up following the use of conventional light-cured composite and a resin-modified glass polyalkenoate cement. *Eur J Orthod.* 2005; 27: 413-419.
12. Aneel B, Mubassar F, Iqbal A. Bond failure with a no-mix adhesive system. *Angle Orthodontist.* 2008; 78:545-548.
13. Mui B, Rossouw PE, Kulkarni GV. Optimization of a procedure for rebonding dislodged orthodontic brackets. *Angle Orthod.* 1999; 69:276-281.
14. Rouleau BD Jr, Marshall GW Jr, Cooley RO. Enamel surface evaluations after clinical treatment and removal of orthodontic brackets. *Am J Orthod.* 1982; 81:423-426.
15. Howell S, Weekes WT. An electron microscopic evaluation of the enamel surface subsequent to various debonding procedures. *Aust Dent J.* 1990; 35:245-252.

16. Burapavong V, Marshall GW, Apfel DA, Perry HT. Enamel surface characteristics on removal of bonded orthodontic brackets. *Am J Orthod.* 1978; 74:176–187.
17. Smith SC, Walsh LJ, Taverne AA. Removal of orthodontic bonding residues by CO₂ laser radiation: surface effects. *J Clin Laser Med Surg.* 1999; 17:13–18.
18. Thomas BW, Hook CR, Draughn RA. Laser-aided degradation of composite resin. *Angle Orthod.* 1996; 66:281–286.
19. Brown CR, Way DC. Enamel loss during orthodontic bonding and subsequent loss during removal of filled and unfilled adhesives. *Am J Orthod.* 1978; 74:663-671.
20. Eminkahyagil N, Arman A, Cetinsahin A, Karabulut E. Effect of resin removal methods on enamel and shear bond strength of rebonded brackets. *Angle Orthodontist.* 2006; 76:314-321.
21. Madall NA, Millet DT, Mattick CR, Hickman J, Macfariane TV, Worthington HV. Adhesives for fixed orthodontic brackets. *Cochrane Database Syst Rev.* 2003; (2):CD002282.
22. Zachrisson BJ. A post treatment evaluation of direct bonding in orthodontics. *Am J orthod.* 1977; 71:173-189.
23. Radlanski RJ. A new carbide finishing bur for bracket debonding. *J Orofac Orthop.* 2001; 62:296–304.
24. Miksic M, Slaj M, Mestrovic S. Stereomicroscope analysis of enamel surface after orthodontic bracket debonding. *Coll Antropol.* 2003; 27:83-89.
25. Heravi F, Naseh R. A comparative study between bond strength of rebonded and recycled orthodontic brackets. *Dental Research Journal.* 2006; 2(2).
26. Sonis AL. Air abrasion of failed bonded metal brackets: a study of shear bond strength and surface characteristics as determined by scanning electron microscopy. *Am J orthod Dentofacial Orthop.* 1996; 110:96-98.
27. Kim SS, Park WK, Son WS, Ahn HS, Ro JH, Kim YD. Enamel surface evaluation after removal of orthodontic composite remnants by intraoral sandblasting: a 3-dimensional surface profilometry study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007; 132:71-76.
28. Quick AN, Harris AM, JosePH VP. Office reconditioning of stainless steel orthodontic attachments. *Eur J orthod.* 2005; 27:231-236.
29. Zikind D, Gleitman J, Roststein I, Friedman M. Evaluation of cetylpyridinium chloride for infection control in storage solution. *J Oral Rehabil.* 2003; 30: 477-481.
30. Graber vanarsdall vig. *Orthodontic current principles & techniques.* Elsevier Inc [Fourth edition]. 2005; Chapter 14:591.

31. Bishara SE, Vonwald L, Laffoon JF, Warren JJ. The effect of repeated bonding on the shear bond strength of a composite resin orthodontic adhesive. *Angle orthod.* 2000; 70:471-483.
32. Canay S, kocadereli I, Ak"ca E. The effect of enamel airabrasion on the retention of bonded metallic orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2000; 117:15-19.
33. Banerjee A, Paolinelis G, Socker M, McDonald F, Watson TF. An in vitro investigation of the effectiveness of bio active glass air-abrasion in the selective removal of orthodontic resin adhesive. *Eur J Oral Sci.* 2008; 116:488-492.
34. International Standardization Organization Technical Specification Report. (ISO/ TS 11405:2003).
35. Little wood SJ, Redhead A. Use of jigs to standardize orthodontic bond testing. *Journal of Dentistry.* 1998; 26:539-545.
36. Reynolds IR. A Review of direct orthodontic bonding. *Br dent J.* 1975; 2:171-178.
37. Diedrich P. Enamel alterations from bracket bonding and debonding: a study with the scanning electron microscope. *Am J Orthod.* 1981; 79:500-522.
38. Benson PE, Pender N, Higham SM, Edgar WM. Morphometric assessment of enamel demineralization from photographs. *J Dent.* 1998; 26:669-677.
39. David VA, Staley RY, Bigelow HF, Jaksobsen JR. Remnant amount and clean up for 3 adhesives after debracketing. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2002; 121:291-296.
40. O'Reilly MM, Featherstone JDB. Demineralization and remineralization around orthodontic appliances: an invitro study. *Am J orthod dentofacial orthop.* 1987; 92:33-40.
41. Brown CR, Way DC. Enamel loss during orthodontic bonding and subsequent loss of filled and unfilled adhesives. *Am J Orthod.* 1978; 74:663-671.
42. Reitef DH, Denys FR. Finishing of enamel surfaces after debonding of orthodontic attachments. *Angle Orthod.* 1979; 49:1-10.
43. Campbell PM. Enamel surfaces after orthodontic bracket debonding. *Angle Orthod.* 1995; 65:103-110.
44. Ulusy Ç. Comparison of finishing and polishing systems for residual resin removal after debonding *J Appl Oral Sci.* 2009; 17:209-215.
45. Heravi F, Rashed R, Raziee L. The effect of bracket removal on enamel. *Aust Orthod J.* 2008; 24:110-115.
46. Ireland AJ, Hosein A, Sherriff M. Enamel loss at bond up, debond and clean up following the use of a conventional light-cured composite and a resin-modified glass polyalkenoate cement. *Eur J Orthod.* 2005; 27:413-419.

47. Hosein I, Sherriff M, Ireland AJ. Enamel loss during bonding, debonding, and cleanup with use of self-etching primer. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2004; 126:717-724.
48. Zachrisson BU, Årtun J. Enamel surface appearance after various debonding techniques. *Am J Orthod.* 1979; 75:121-127.
49. Oslen ME, Bishara SE, Damon P, Jakobson JR. Comparison of shear bond strength and surface structure between conventional acidetching and air-abrasion of human enamel. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1997; 112: 502-506.
50. Staribravota-Reister K, Jost-Brinkmann PG. Bonding and debonding characteristics of APC-Plus clarity compared to APC clarity brackets. *World J Orthod.* 2004; 5:312-316.
51. Zach I, Cohea G. pulp response to externally applied heat. *Oral Surg Oral Pathol.* 1965; 19:515-530.
52. Liu JK, Tsai MY, Huang PH. Tensile bond strength of reused orthodontic metal brackets. *Zhonghua Ya Yi Xue Hui Za Zhi.* 1991; 10:30-35.
53. Regan D, LeMasney B, van Noort R. The tensile bond strength of new and rebounded stainless steel orthodontic brackets. *Eur J Orthod.* 1993; 15:125-135.
54. Faust JB, George GN, Fan PL, Powers JM. Penetration coefficient and bond strength of thirteen direct bonding orthodontic cement. *Am J Orthod.* 1978; 73:512-525.
55. Jassem HA, Retief DH, Jamison HC. Tensile and shear bond strength of bonded and rebounded orthodontic attachments. *Am J Orthod.* 1981; 79:661-668.
56. Radzi Z, Yahya NA, Abu Kasim NH, Ismail NH, Ismail NA, Zamzam N. Shear bond strength of orthodontic adhesives on different tooth types: an invitro study. *Annal Dent Univ Mayala.* 2006; 13:18-23.
57. Montasser MA, Drummond JL, Evans CA. Rebonding of orthodontic brackets. *Angle Orthod.* 2008; 78:531-536.
58. Cau G, Marshall R, Kudlick E, Eichmiller F. A comparison of bond strength of new and used brackets. *J Dent Res.* 1995; 74:141.
59. Egan FR, Alexander SA, Cartwright GE. Bond strength of rebounded orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1996; 109:64-70.
60. Pickett KL, Sadowsky PL, Jacobson A, Lacefield W. Orthodontic in vivo bond strength; Comparison with in vitro results. *Angle Orthod.* 2001; 71:141-148.
61. Demas d, Rekow D, Thompson V, Gipe D. Bond strength of rebounded brackets following adhesive removal. *J Dent Res.* 1995; 74:74.
62. Leas TJ, Hondrum S. The effect of rebonding on the shear bond strength of orthodontic brackets- a comparison of two clinical techniques. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1993; 103:200-201.

63. Dierich P et al. Vergleichende physikalische und raster elektronenoptische. Protschkeiferotop. 1983; 44: 292-310.
64. Ozer M, Selim A. Sandblasted metal brackets bonded with resin-modified glass ionomer cement in vivo. Angle orthod. 2005; 75:406-409.
65. Sunna S, Rock WP. Effect of sandblasting on the retention of orthodontic brackets: a controlled clinical trial. J Orthod. 2008; 35:43-48.
66. Tavares SW, Consani s, Nouer DF, Magnani MB, Nour PR, Martins LM. Shear bond strength of new and recycled brackets to enamel. Braz Dent J. 2006; 17:44-48.
67. Wright LW, Power JM. In vitro bond strength of reconditioned brackets. Am j Orthod. 1985; 87:247-252.
68. Joseph VP, Rossouw E. The shear bond strengths of stainless steel and ceramic brackets used with chemically and light-activated composite resin. Am J Orthod dentofacial Orthop. 1990; 97:121-125.
69. Surmont P, Dermaut L, Marten SL, Moors M. Comparisons in shear bond strength of orthodontic brackets between five bonding systems related to different etching time. Dentofacial Orthop. 1992; 101:414-419.
70. O'Brein KD, Watts DC, Read MJF. Residuated debris and bond strength-is there a relationship? Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1998; 94:22-230.

Archive of SID