

## مقایسه اثر باندینگ‌های لایت کیور و دوال کیور بر استحکام باند پست‌های تقویت شده با فیبر در نواحی مختلف کانال ریشه

دکتر ابراهیم امین صالحی<sup>†</sup> - دکتر صفورا امامی اردستانی\*\*

\*استادیار گروه ترمیمی دانشکده دندانپزشکی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران

\*\*دندانپزشک

**Title:** Comparison of the effect of light-cure and dual-cure bondings on regional bond strength of fiber reinforced posts to root canal.

**Authors:** Aminsalehi E. Assistant professor\*, Emami Ardestani S. Dentist

**Address:** \*Department of Operative Dentistry, School of Dentistry, Tehran Islamic Azad University

**Background and Aim:** The use of fiber reinforced posts in endodontically treated teeth has become increasingly common. But their retention in root canals must be considered seriously. The aim of this study was to evaluate the effect of light-cure and dual-cure bondings on regional bond strength of a fiber composite post.

**Materials and Methods:** In this experimental in vitro study, 20 endodontically treated teeth were randomly divided into two groups. In the first group, a dual-cure bonding (Scotchbond Multi-Purpose Plus, 3M ESPE/USA) [SBMP] was used and in the other group, a light-cure bonding (Single Bond, 3M ESPE/USA) [SB] was applied according to the manufacturer's instructions. A dual-cure resin cement (Rely X ARC, 3M ESPE/USA) was used to cement the post (Glassix, Harald Nordin SA, Switzerland). Coronal 8mm of cemented posts were sectioned in equal thirds using a 0.1mm diamond disc. Each slice was polished by a soft and wet abrasive paper in order to get a 2mm thickness. Loading was performed by a testing machine (Zwick/Germany) at a speed of 1mm/min until the post was dislodged. Data were analyzed using one-sample Kolmogorov-Smirnov, T and ANOVA tests with  $P < 0.05$  as the level of significance.

**Results:** There was a significant difference between the two adhesive systems in the middle third of the canal block with higher bond strength in SBMP group ( $p=0.02$ ). In SB group the bond strength of the cervical region was higher than the middle and apical thirds ( $p < 0.05$ ). In SBMP group, there was no statistically difference between bond strength of the three regions ( $p=0.117$ ).

**Conclusion:** Based on the results of this study, dual-cure bonding could be recommended for composite post cementation into root canals, because its bond strength was more uniform in different regions of root and greater in the middle and third regions.

**Key Words:** FRC post; Push-out test; Bond strength; Bonding

### چکیده

**زمینه و هدف:** استفاده از پست‌های تقویت شده با فایبر در دندان‌های درمان ریشه شده به واسطه خواص مطلوب آنها افزایش یافته است. اما مسأله مهم گیر این پست‌ها در داخل ریشه می‌باشد که با بررسی اثر استفاده از مواد و روش‌های مختلف در کیفیت باند می‌توان بهترین راه حل را پیشنهاد نمود. هدف این تحقیق ارزیابی تأثیر باندینگ‌های light-cure و dual-cure بر میزان استحکام باند یک نوع فایبرپست کامپوزیتی در بخش‌های مختلف ریشه به روش push-out به صورت آزمایشگاهی می‌باشد.

**روش بررسی:** در این مطالعه تجربی آزمایشگاهی، ۲۰ دندان اندو شده به صورت تصادفی به ۲ گروه ۱۰ تایی تقسیم شدند. در گروه اول باندینگ dual-cure، Scotchbond Multi-Purpose Plus (SBMP) (3M ESPE/USA) و در گروه دوم باندینگ light-cure، Single Bond (SB) (3M-ESPE/USA) طبق دستور کارخانه سازنده به کار برده شد. از سیمان رزینی Rely X ARC (3M ESPE/USA) داخل کانال‌ها استفاده و پست Glassix (Harald.Nordin SA/Switzerland) جایگذاری شد. ۸ میلی‌متر کرونالی هر پست سیمان شده در کانال ریشه به وسیله دیسک الماسی به قطر ۰/۸

<sup>†</sup> مؤلف مسؤول: نشانی: تهران، خیابان پاسداران، نیستان دهم، پلاک ۴، دانشکده دندانپزشکی دانشگاه آزاد اسلامی، بخش ترمیمی  
تلفن: ۳-۲۲۵۶۴۵۷۱-۲۲۵۶۴۵۷۱ داخلی ۲۴۸ نشانی الکترونیک: e\_aminsalehi@yahoo.com

میلی‌متر به ۳ قسمت مساوی تقسیم شد و قطعات توسط کاغذ سمباده نرم خیس پرداخت شدند و به ضخامت ۲ میلی‌متر رسیدند. سپس نیرو در دستگاه Zwick از سمت ایپکال با سرعت ۱ mm/min تا زمان تغییر مکان پست وارد شد. برای آنالیز داده‌ها از آزمون‌های آماری one-sample Kolmogorov-Smirnov، ANOVA و T-test استفاده و  $P < 0/05$  به عنوان سطح معنی‌داری در نظر گرفته شد.

**یافته‌ها:** اختلاف معنی‌دار بین دو باندینگ در ناحیه میانی مشاهده شد که در گروه SBMP میزان استحکام باند بیشتر بود ( $P = 0/02$ ). در گروه SB میزان استحکام باند در ناحیه تاجی بیشتر از نواحی میانی و انتهایی بود ( $P < 0/05$ )، در حالی‌که دو ناحیه اخیر با هم اختلاف معنی‌داری نداشتند ( $P > 0/05$ ). در گروه SBMP نیز میزان استحکام باند در سه ناحیه مختلف ریشه با هم تفاوت معنی‌داری نداشتند ( $P = 0/117$ ).

**نتیجه‌گیری:** با توجه به اینکه در مطالعه حاضر میزان استحکام باند در نواحی مختلف ریشه در صورت استفاده از باندینگ dual-cure یکنواخت‌تر و در نواحی میانی و انتهایی بیشتر از باندینگ light-cure بود می‌توان استفاده از باندینگ dual-cure جهت سیمان کردن پست‌های کامپوزیتی در داخل کانال ریشه را توصیه نمود.

**کلید واژه‌ها:** پست‌های تقویت شده با فایبر؛ تست push-out؛ استحکام باند؛ باندینگ

وصول: ۸۶/۰۲/۲۹ اصلاح نهایی: ۸۶/۰۸/۰۵ تأیید چاپ: ۸۶/۰۹/۱۷

## مقدمه

یکی از مسایل مهم در دندانپزشکی، ترمیم دندان‌های درمان ریشه شده است که به دلیل از دست دادن ساختمان برای گیر ترمیم نهایی، نه تقویت دندان به پست احتیاج دارند. پست‌ها به دو گروه اصلی پیش ساخته (فلزی یا غیرفلزی) و Custom made (ریختگی) تقسیم می‌شوند (۱). پست‌های فلزی و ریختگی به دلیل تهیه فضای پست داخل کانال (۲،۳)، خوردگی (۴)، اثر Wedging (۵) و modulus of elasticity (MOE) بیشتر از دندان احتمال شکستگی ریشه را که مهم‌ترین عارضه پست و کوره‌است افزایش می‌دهند (۶).

در سال‌های اخیر انواع جدیدی از پست‌ها به نام فایبر کامپوزیت در اختیار دندانپزشکان قرار گرفته است که به دلیل خصوصیات فیزیکی مطلوبشان معایب پست‌های فلزی و ریختگی را به حداقل رسانده‌اند (۷). به طور هم‌زمان استفاده از سیستم‌های ادهزیو و سیمان‌های رزینی برای سیمان کردن این پست‌ها افزایش یافته و باند به کانال ریشه از اهمیت خاصی برخوردار شده است. برای باندینگ پست‌های کامپوزیتی به دندان از دو نوع باند به همراه سیمان‌های رزینی dual-cure استفاده می‌شود.

۱- باندینگ‌های dual-cure که برای قرارگیری کامل پست داخل کانال احتیاج به مهارت عمل کننده دارند.

۲- باندینگ‌های light-cure که کاربرد آنها راحت‌تر است ولی به واسطه نرسیدن نور به داخل ریشه احتمال پلیمریزاسیون ناکامل آنها وجود دارد (۸).

محققین روش‌های گوناگونی را برای اندازه‌گیری استحکام باند با

استفاده از باندینگ‌های مختلف به کار برده اند، ولی گاهی کاربرد این

روش‌ها با شرایط کلینیکی سازگار نمی‌باشد (۹).

Punch-shear test برای اولین بار در سال ۱۹۶۹ در دندانپزشکی مطرح شد (۱۰). در سال ۱۹۹۶، Drummond و همکاران، تأثیر آماده‌سازی سطح و نوع تست را بر روی باندینگ بررسی کردند و مشخص شد تأثیر اسید فسفریک ۱۰٪ به اندازه نوع ۳۲٪ آن است و تست push-out، استحکام باند را بهتر ارزیابی می‌نماید (۱۱). در سال ۱۹۹۶، Patierno و همکاران، برای اولین بار تست push-out را برای دندان‌های اندو شده مورد استفاده قرار دادند (۱۲). روش دیگر برای بررسی قدرت باند در نواحی مختلف ریشه تست microtensile می‌باشد. در این روش نمونه‌ها به صورت ساعت شنی یا به صورت نوارهای باریک آماده می‌شوند.

در سال ۲۰۰۴ Goracci و همکاران دوتکنیک push out و microtensile را برای تعیین دقت در اندازه‌گیری استحکام باند مقایسه نمودند و مشخص شد که با وجود دقت بیشتر تست microtensile تهیه نمونه برای آن مشکل بوده و خیلی از نمونه‌ها قبل از انجام آزمایش می‌شکنند و پراکندگی داده‌ها نیز زیاد است. به همین دلیل تست push-out به عنوان مطمئن‌ترین روش که آنالیز آماری داده‌های آن میسر بوده و تهیه نمونه‌های آن ساده‌تر است مطرح گردید (۱۳). این تحقیق با هدف ارزیابی تأثیر باندینگ‌های لایت‌کیور و دوال‌کیور بر میزان استحکام باند یک نوع فایبرپست کامپوزیتی در مناطق مختلف ریشه به روش push-out به صورت آزمایشگاهی انجام شد.

## روش بررسی

در این تحقیق تجربی آزمایشگاهی ۲۰ دندان پره مولر تک کاناله که به تازگی بنا به دلایل درمانی از دهان خارج شده بودند به صورت تصادفی انتخاب شدند. دندان‌ها فاقد هر گونه شکستگی، نقص در عاج، هیپوپلازی و یا هر مشکل دیگری در ناحیه ریشه بودند. تا قبل از شروع به کار، دندان‌ها در محلول آب مقطر و تیمول نگهداری شدند.

در اولین مرحله تاج دندان‌ها از ۱ میلی‌متر کرونالی تراز CEJ سطح پروگزیمال عمود بر محور طولی دندان به کمک دیسک الماسی به قطر ۰/۱ میلی‌متر و با استفاده از سرعت بالای air motor و خنک کننده آب قطع شدند. ۱ میلی‌متر از کل طول فایل شماره ۱۰ (Dentsply Maillefer/Switzerland) K-Flexo داخل کانال که به نوک ریشه رسیده بود کاسته شد و طول کارکرد بدست آمد. کانال‌ها با استفاده از فایل‌های K-Flexo و با روش step-back پاکسازی و شکل‌دهی شدند. از ۲ml محلول هیپوکلریت سدیم ۵/۲۵٪ برای هر دندان جهت شستشوی حین instrumentation استفاده شد.

همه دندان‌ها تا شماره ۳۰ فایل شدند و flaring تا شماره ۷۰ انجام شد. کانال‌ها توسط مخروط کاغذی خشک شدند. سپس تمام کانال‌ها با استفاده از سیلر (Dentsply Maillefer/Switzerland) AH26 و گوتاپرکا، به کمک اسپریدر به روش تراکم جانبی پر شدند. ۱۱ میلی‌متر از گوتاپرکای داخل کانال با نقطه مرجع سطح کرونال که ۱ میلی‌متر بالاتر از CEJ بود، توسط گیتس گلیدن شماره ۲ و ۳ (Dentsply Maillefer/Switzerland)، بدون گشادسازی فضای کانال برداشته شد و فضای پست به عمق ۱۱ میلی‌متر توسط دریل شماره ۴ مخصوص پست‌های Glassix (Harald Nordin SA/Switzerland) تهیه شد.

در گروه اول پست‌ها به وسیله سیستم آدهزیو (3M ESPE/USA) Scotchbond Multi Purpose Plus (SBMP) و سیمان، Rely X ARC (3M ESPE/USA)، سیمان شدند. به این ترتیب که ابتدا داخل ریشه توسط اسید فسفریک ۳۵٪ به مدت ۱۵ ثانیه اچ، ۱۵ ثانیه شستشو گردید و آب اضافی داخل کانال با مخروط کاغذی گرفته شد.

داخل کانال به وسیله میکروبراش (۱۴) به ترتیب به فعال کننده (activator)، پرایمر و کاتالیست آغشته گردید و در بین مراحل اضافات

با مخروط کاغذی حذف شد. سطح پست به سایلن آغشته و پس از ۲ دقیقه تأمل، یک لایه کاتالیست روی پست زده شد.

سپس سیمان Rely X ARC مخلوط و به وسیله Lentulo به داخل کانال برده و هم‌زمان سطح post آغشته به سیمان شد و داخل کانال قرار گرفت. اضافات سیمان با برس تمیز گردید و دور دندان به طور کامل پوشانده شد تا نور به سطح خارجی ریشه نرسد. سپس ۱۰ ثانیه با دستگاه لایت کیور ۲/۵ Coltolux با شدت ۳۸۰ میلی‌وات بر سانتی‌متر مربع تحت تابش قرار گرفت. سپس هر دندان در یک جعبه فیلم سیاه حاوی آب مقطر نگهداری شد.

در گروه دوم پست‌های Glassix با Single Bond (SB) و سیمان Rely X ARC سیمان شدند. به این ترتیب که ابتدا داخل ریشه توسط اسید فسفریک ۳۵٪ به مدت ۱۵ ثانیه اچ و سپس ۱۵ ثانیه شستشو داده شد و آب اضافی با مخروط کاغذی گرفته شد. دو لایه SB به وسیله میکروبراش داخل کانال زده و اضافات آن با مخروط کاغذی برداشته شد.

دور دندان به طور کامل پوشانده و ۴۰ ثانیه تحت تابش اشعه قرار داده شد. سطح پست به سایلن آغشته و پس از ۲ دقیقه تأمل روی آن یک لایه SB زده شد. سپس سیمان مخلوط گردید و به وسیله Lentulo به داخل کانال برده شد.

هم زمان سطح پست نیز به سیمان آغشته و پست داخل کانال قرار گرفت. اضافات سیمان با برس برداشته، دور ریشه مجدداً پوشانده و ۴۰ ثانیه تحت تابش اشعه قرار داده شد. هر دندان به یک جعبه فیلم سیاه حاوی آب مقطر منتقل گردید. سپس جعبه‌های این گروه به وسیله یک برچسب که روی هر جعبه چسبانده شده بود از جعبه‌های گروه اول متمایز شدند. در هر گروه به صورت تصادفی جعبه‌ها از ۱ تا ۱۰ شماره‌گذاری شدند.

۸ میلی‌متر ابتدای ریشه هر دندان که در آن پست سیمان شده بود به ۳ قسمت مساوی (تقریباً ۲/۷ میلی‌متر) تقسیم شد و با مائیک ضد آب روی سطح خارجی ریشه علامت زده شد (شکل ۱).

قسمت اضافی پست که خارج از ریشه قرار گرفته بود توسط دیسک الماسی قطع شد. ریشه‌ها نیز از روی علامت توسط هندپیس و تیغه الماسی به قطر ۰/۱ میلی‌متر همراه خنک کننده آب عمود بر محور طولی برش خوردند و ۳ تکه از دندان بدست آمد که به ترتیب از سمت

(شکل ۳). برای تشخیص پست از سیمان و عاج اطراف آن، سطح پست در سمت اپیکال هر قطعه با مازیک ضد آب رنگ شده بود.

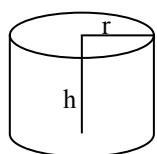


شکل ۳- تماس crosshead با سطح پست

نیرو با سرعت ۱mm/min وارد شد و تا زمان تغییر مکان پست ادامه پیدا کرد ( تغییر مکان پست که به معنای پایان کار دستگاه Zwick برای هر تست بود پس از انجام آزمایش‌های pilot به صورت ۲۵٪ حداکثر نیرو برای این دستگاه تعریف شد). استحکام باند در هر قطعه و با توجه به فرمول زیر که در تنظیمات مربوط به دستگاه Zwick نیز منظور شد، بر حسب MPA اندازه‌گیری شد.

$$\text{Debond Stress (MPa)} = \frac{\text{Debonding Force (N)}}{A (\text{mm}^2)}$$

A برابر سطح تماس پست-عاج می باشد که مطابق شکل زیر برابر  $2\pi rh$  می‌باشد.



$$r = \text{شعاع مقطع پست}$$

$$h = \text{ضخامت نمونه}$$

قطر پست استفاده شده در این تحقیق ۱/۵ میلی‌متر و ضخامت نمونه‌ها ۲ میلی‌متر بود. برای آنالیز داده‌ها از برنامه‌های آماری ANOVA, one-sample Kolmogorov-Smirnov و T-test با  $P < 0.05$  به عنوان سطح معنی‌داری استفاده شد. کلیه عملیات آماری با استفاده از نرم افزار SPSS، ویراست ۱۱/۵، تحت ویندوز XP انجام پذیرفت.



شکل ۱- ریشه علامت گذاری شده

کرونا، یک سوم تاجی، یک سوم میانی و یک سوم انتهایی نام‌گذاری شد. برای شناسایی این قطعات از هم روی سطح اپیکال هر قطعه یک علامت زده شد (شکل ۲).



شکل ۲- قسمت های تاجی، میانی و انتهایی ریشه به ترتیب از سمت چپ

ضخامت قطعات توسط کولیس دیجیتالی (Mitotuyo, Japan) اندازه‌گیری شد. قطعات با کاغذ سمباده نرم و خیس روی سطح صیقلی پرداخت شدند و به ضخامت ۲ میلی‌متر رسیدند. جهت انجام تست push-out دو قطعه crosshead و jig push-out برای دستگاه Zwick/Roell Z20 (Germany) موجود در مرکز تحقیقات دانشگاه شاهد توسط مهندسين بخش ریخته‌گری دانشگاه صنعتی امیرکبیر ساخته شد.

قطعات دندان‌ای به گونه‌ای روی صفحه متحرک قرار گرفتند که اولاً سطح کرونا در تماس با سطح Jig باشد ثانیاً پست سیمان شده در هر قطعه روی فضای خالی مرکز صفحه قرار گیرد. سپس صفحه متحرک جابجا شد تا سر قطعه crosshead کاملاً روبروی پست قرار گیرد و هنگام وارد آمدن نیرو فقط با سطح پست تماس داشته باشد

جدول ۱- میانگین، انحراف معیار و خطای معیار میانگین در سه سطح تاجی، میانی و انتهایی هر گروه برحسب مگا پاسگال

| ناحیه   | نوع باندینگ | میانگین | انحراف معیار | خطای معیار میانگین |
|---------|-------------|---------|--------------|--------------------|
| تاجی    | Dual-cure   | ۴۰/۵۶۰۰ | ۸/۰۴۹۷۵      | ۲/۶۸۳۲۵            |
|         | Light-cure  | ۴۷/۶۹۴۰ | ۱۰/۴۹۳۷۲     | ۳/۳۱۸۴۰            |
| میانی   | Dual-cure   | ۳۸/۳۵۸۹ | ۷/۷۰۱۴۳      | ۲/۵۶۷۱۴            |
|         | Light-cure  | ۲۹/۲۶۰۰ | ۷/۳۴۴۱۸      | ۲/۴۴۸۰۶            |
| انتهایی | Dual-cure   | ۳۲/۵۲۲۲ | ۱۱/۱۷۹۵۶     | ۳/۷۲۶۵۲            |
|         | Light-cure  | ۲۷/۵۸۹۰ | ۱۲/۴۰۳۵۳     | ۳/۹۲۲۳۴            |

## یافته‌ها

نتایج نشان داد که داده‌ها در تمامی گروه‌ها توزیع نرمال داشتند. میانگین، انحراف معیار و خطای معیار میانگین در سه سطح تاجی، میانی و انتهایی هر گروه در جدول ۱ قابل مشاهده است.

جهت مقایسه میزان استحکام باند در سه سطح تاجی، میانی و انتهایی بین دو گروه SB و SBMP از Independent sample T-test استفاده شد که نتایج نشانگر اختلاف معنی‌دار در ناحیه میانی بود. به طوری که استحکام باند SBMP در این ناحیه بیشتر از SB بود ( $P=0/02$ ). ولی این میزان در دو گروه در نواحی تاجی و انتهایی اختلاف معنی‌دار نداشت ( $P>0/05$ ).

برای مقایسه یک سوم تاجی، یک سوم میانی و یک سوم انتهایی در هر گروه تست ANOVA repeated measure مورد استفاده قرار گرفت. نتایج نشان داد استحکام باند در گروه SBMP در سه قسمت مختلف ریشه تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند و استحکام باند در این گروه در تمام ریشه یکنواخت بود ( $P=0/117$ ). ولی استحکام باند در گروه SB در سه قسمت مختلف ریشه با هم تفاوت معنی‌دار داشتند ( $P<0/001$ ). جهت ارزیابی اینکه کدام نقاط در گروه SB به صورت دو به دو با هم اختلاف معنی‌دار دارند با تصحیح ضریب  $\alpha$  (رویکرد Bone-ferroni) از تست paired sample T-test استفاده شد و این نتیجه حاصل شد که استحکام باند یک سوم تاجی، با یک سوم میانی و انتهایی اختلاف معنی‌دار داشت ( $P<0/05$ ) ولی یک سوم میانی و انتهایی با هم اختلاف معنی‌داری نداشتند ( $P>0/05$ ).

## بحث و نتیجه‌گیری

این تحقیق جهت مقایسه میزان استحکام باند یک نوع پست گلاس فایبر با استفاده از دو روش باندینگ مختلف (light-cure, dual-cure) در سه منطقه ریشه انجام شد.

نتایج نشان داد که استحکام باند بین دو گروه لایت کیور (SB) و دوآل کیور (SBMP) تنها در ناحیه میانی دارای اختلاف معنی‌دار بود به طوری که استحکام باند با SBMP در این ناحیه بیشتر از SB بود و این میزان در دو گروه در نواحی تاجی و انتهایی اختلاف معنی‌دار نداشت.

سه قسمت مختلف ریشه از نظر استحکام باند در گروه SBMP هیچ تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند. ولی در گروه SB استحکام باند یک سوم تاجی به صورت معنی‌داری بیشتر از یک سوم میانی و یک سوم اپیکالی بود در حالیکه این دو قسمت اخیر با هم اختلاف معنی‌داری نداشتند.

روش‌های گوناگونی برای اندازه‌گیری استحکام باند وجود دارد. تاکنون استحکام باند از طریق تست tensile معمولی بر روی عاج خارج ریشه (۱۵)، یا بر روی سطح داخلی ریشه از طریق تست pull-out، (۱۶) Push-out (۱۲، ۱۳، ۱۷-۲۲) و microtensile اندازه‌گیری شده است (۲۳-۲۸).

تست microtensile به صورت trimming و non-trimming، که دو روش مختلف برای آماده‌سازی نمونه‌ها هستند، انجام می‌شود. در روش trimming نمونه‌ها به شکل ساعت شنی و در روش non-trimming به شکل نوارهای باریک تهیه می‌شوند (۱۳).

الکترونی نشان دادند که ضخامت لایه هیبرید و تعداد resin tag در نواحی کروناالی بیش از نواحی میانی و اپیکالی می‌باشد (۳۰،۱۴). از دلایل دیگر باند بیشتر در نواحی کروناالی، دید و دسترسی بهتر به این نواحی است و به این ترتیب اچ کردن و کاربرد عوامل ادهزیو آسان تر می‌شود.

Perdigao و همکاران و Aksornmuang و همکاران نیز در تحقیقات خود به این نتیجه رسیدند که استحکام باند در نواحی کروناالی تر بیشتر است (۲۵،۱۷).

Gaston و همکاران (۲۷) و Muniz و Mathias (۲۱) به نتایج کاملاً متضادی رسیدند. آنها استحکام باند را در نواحی اپیکالی بیشتر از نواحی کروناالی گزارش کردند. توجیه آنان برای نتایجی که بدست آورده بودند نیز کاملاً متفاوت بود. آنها به جای تراکم توبول‌های عاجی استحکام باند را بیشتر وابسته به solid dentin می‌دانستند البته نوع تست مورد استفاده نیز به صورت microtensile بود.

Mallmann و همکاران نیز دو نوع باندینگ لایت‌کیور (Single Bond) و دوال‌کیور (Scotchbond Multi-Purpose Plus) را در سه منطقه ریشه به وسیله تست microtensile مقایسه کردند. اختلاف بین دو گروه تنها در ناحیه سرویکال معنی‌دار بود که در آن میزان استحکام باند SBMP بیشتر از SB بود (۲۳). در صورتیکه در تحقیق حاضر استحکام باند گروه SBMP در ناحیه میانی به صورت معنی‌داری بیشتر از گروه SB بود.

در تحقیق Mallmann و همکاران استحکام باند ناحیه کروناال در هر دو گروه بیشتر از ناحیه اپیکال بود در حالیکه در تحقیق کنونی فقط در گروه SB چنین شرایطی به وجود آمد. میزان استحکام باند سه ناحیه مختلف ریشه بر حسب مگاپاسکال در تحقیق Mallmann و همکاران بسیار کمتر از مقادیر استحکام باند بدست آمده در تحقیق کنونی است که این می‌تواند به دلیل تفاوت نوع تست مورد استفاده در هر تحقیق باشد.

Foxton و همکاران در سال ۲۰۰۳ دو نوع باندینگ لایت‌کیور (clearfil Liner Bond 2V with Bond A) و دوال‌کیور (clearfil Liner Bond 2V with Bond A+B) را همراه با یک رزین کامپوزیت دوال‌کیور (clearfil DC core) و روش‌های مختلف پلیمریزاسیون مقایسه کردند. در این تحقیق مشخص شد که استحکام

همچنین می‌توان نمونه‌های تست microtensile را از یک نیمه دندان، که برای دسترسی بهتر حین مراحل باندینگ در جهت محور طولی به دو نیم تقسیم شده، بدست آورد و استحکام باند را در شرایطی که باندینگ ایده‌آل انجام شده، با باندینگ در ریشه دست نخورده، مشابه شرایط کلینیکی مقایسه کرد (۲۶). تست‌های microtensile و push-out، اندازه‌گیری استحکام باند را در نقاط مختلف کانال ریشه و ارزیابی تفاوت‌های باندینگ در این نقاط را ممکن می‌سازد.

تهیه نمونه برای هر نوع تست microtensile بسیار مشکل است و بسیاری از نمونه‌ها قبل از انجام آزمایش می‌شکنند. پراکندگی داده‌ها نیز زیاد است که آنالیز آماری و بدست آوردن یک نتیجه قابل اعتماد در مورد استحکام باند را مشکل می‌سازد (۱۳).

تست push-out محدودیت‌های تست microtensile را ندارد و از این لحاظ قابل اعتمادتر و دقیق‌تر است. مشکل آن توزیع استرس غیریکنواخت در نمونه‌های ضخیم است (۱۲) که با تهیه نمونه‌های نازک‌تر و به عبارتی تست micro push-out برطرف شده است (۱۳). در تست push-out نیرو موازی با سطح بین باندینگ و عاج وارد می‌شود بنابراین تست shear به درستی انجام می‌پذیرد (۱۱). بنابر دلایل فوق در این تحقیق از تست push-out جهت مقایسه استحکام باند در سه نقطه مختلف ریشه استفاده شد.

صرف‌نظر از تفاوت معنی‌دار، نتایج بیانگر این بود که در هر دو گروه استحکام باند از کروناال به سمت اپیکال کاهش می‌یابد. یکی از دلایل آن کاهش تراکم و قطر توبول‌های عاجی به سمت اپیکال می‌باشد که این مسئله در تحقیق Ferrari و همکاران در سال ۲۰۰۰ بر روی ساختمان عاج ریشه به وسیله میکروسکوپ الکترونی مشخص شد (۲۹). تراکم توبول‌های عاجی در یک سوم کروناالی بیشتر از یک سوم اپیکالی و یک سوم میانی است و قطر توبول‌های عاجی به تدریج به سمت اپیکال کم می‌شود. بعد از اچینگ قطر توبول‌ها در یک سوم کروناال و یک سوم میانی بیشتر از یک سوم اپیکالی افزایش می‌یابد، ضخامت لایه هیبرید از کروناال به اپیکال کم می‌شود و شاخه‌های جانبی توبول‌های عاجی (lateral branches) تنها در یک سوم میانی و یک سوم تاجی دیده می‌شوند.

Ferrari و همکاران در دو تحقیق دیگر، با استفاده از میکروسکوپ

جبران استرس انقباضی، سیلان کمتری موجود است (۳۳). هنگام سیمان کردن پست در داخل کانال ریشه فاکتور C بیشتر از ۲۰۰ است (۲۶). چون در مساحت زیادی سیمان رزینی به ساختمان دندان و سطح پست باند شده در حالی که فضای زیادی برای جبران انقباض ناشی از پلیمریزاسیون وجود ندارد. Bouillaguet و همکاران در سال ۲۰۰۳ میزان استحکام باندهای Single Bond همراه سیمان رزینی Rely X ARC را در دندان‌های دست نخورده  $5/3 \text{ MPa}$  و در دندان‌هایی که از جهت طولی به دو نیم تقسیم شده بودند  $23/2 \text{ MPa}$  گزارش کردند (۲۶). این افزایش استحکام باند در دندان‌هایی که به دو نیم تقسیم شده بودند به دلیل کاهش تولید استرس در سیستم ادهزیو هنگام انقباض ناشی از پلیمریزاسیون سیمان رزینی می‌باشد. از طرفی هرچه کامپوزیت رزین زودتر سخت شود سیلان کمتر و جبران استرس ناشی از انقباض کمتر می‌شود (۳۳).

در مواردی که فاکتور C زیاد است استفاده از موادی که زمان سخت شدن طولانی‌تر دارند استرس را در سطح باندینگ کاهش می‌دهد چون سخت شدن آرام باعث سیلان بیشتر مواد و کاهش استرس ناشی از پلیمریزاسیون می‌شود (۲۶، ۳۳).

توصیه می‌شود که مجموعه باندینگ/سیمانهای متفاوت (۲۶، ۲۲) در نقاط مختلف ریشه با هم مقایسه شوند و با توجه به اینکه میزان استحکام باند در نواحی مختلف ریشه در صورت استفاده از باندینگ دوال کیور یکنواخت تر و در نواحی میانی و انتهایی بیشتر از باندینگ لایت کیور است به نظر می‌رسد استفاده از باندینگ دوال کیور جهت سیمان کردن پست‌های کامپوزیتی در داخل کانال ریشه مناسب‌تر باشد.

با توجه به اینکه بررسی محل جداشدگی و چگونگی شکست با استفاده از میکروسکوپ الکترونی باعث افزایش دقت تحقیق می‌گردد پیشنهاد می‌شود که این موارد در تحقیقات بعدی مورد توجه قرار گیرند.

باند در قسمت‌های کروئال و اپیکال با هم تفاوت معنی‌داری ندارند (۲۴). وقتی سیستم باندینگ لایت کیور باشد و رزین کامپوزیت دوال کیور نیز با نور پخت شود بیشترین میزان استحکام باند بدست می‌آید، به همین ترتیب اگر باندینگ‌های دوال کیور با نور پخت شوند استحکام باند بیشتری نشان می‌دهند.

اختلاف بین دو گروه SB و SBMP تنها در قسمت میانی معنی‌دار بود و در قسمت اپیکالی با هم تفاوت معنی‌داری نداشتند یعنی هیچ کدام از این دو باندینگ در ایجاد استحکام باند قوی‌تر در قسمت اپیکالی بر دیگری مزیتی ندارد. سه قسمت مختلف ریشه در گروه SBMP از نظر استحکام باند با هم تفاوت معنی‌داری نداشتند یعنی SBMP باعث ایجاد یک باندینگ یکنواخت در طول کانال ریشه شده بود. این یافته‌ها با نتایج تحقیق امین صالحی و پورمطلب که استحکام باندهای ناشی از باندینگ دوال کیور (SBMP, 3M ESPE) را بیشتر از باندینگ لایت کیور (Single Bond, 3M ESPE) گزارش کرد، همخوانی دارد (۱۶).

مطالعات پیشین مشخص نمودند که باند به کانال ریشه تحت تأثیر عوامل مختلفی از جمله تنوع عاج داخل ریشه (۲۹)، ضخامت سیمان (۳۱)، نوع باندینگ و نحوه پلیمریزاسیون آن (۲۴)، سازگاری سیمان‌های رزینی و عوامل باندینگ عاجی (۳۲)، میزان پلیمریزاسیون باندینگ‌ها و سیمان‌ها (۸)، محلول‌های شستشو دهنده، سیلرها و مراحل درمان اندو قبل از سیمان کردن پست (۲۸، ۲۱)، تکنیک استفاده از ادهزیو و سایز و نوع برس حامل ادهزیو (۱۴) قرار دارد.

انقباض ناشی از پلیمریزاسیون نیز در میزان استحکام باند تأثیرگذار است (۲۳). یکی از روش‌های جلوگیری از انقباض ناشی از پلیمریزاسیون flow یا سیلان است که به شکل حفره و فاکتور C (نسبت سطوح باند شده به سطوح باند نشده) بستگی دارد. هرچقدر نسبت سطوح باند شده رزینی به سطوح باند نشده بیشتر باشد، برای

## منابع

- Morgano SM, Hashem AF, Fotoohi K, Rose L. A nationwide survey of contemporary philosophies and techniques of restoring endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent.* 1994; 72: 259-267.
- Creugers NH, Mentink AG, Käyser AF. An analysis of durability data on post and core restorations. *J Dent.* 1993 Oct; 21(5):281-4.
- Stockton LW. Factors affecting retention of post systems: a literature review. *J Prosthet Dent.* 1999 Apr; 81(4):380-5.
- Silness J, Gustavsen F, Hunsbeth J. Distribution of corrosion products in teeth restored with metal crowns retained by stainless steel posts. *Acta Odontol Scand.* 1979; 37(6):317-21.
- Ross RS, Nicholls JI, Harrington GW. A comparison of strains generated during placement of five endodontic posts. *J Endod.* 1991; 17: 450-456.
- Torbjörner A, Karlsson S, Odman PA. Survival rate and failure characteristics for two post designs. *J Prosthet Dent.* 1995 May; 73(5):439-44.

- 7- Asmussen E, Peutzfeldt A, Heitmann T. Stiffness, elastic limit, and strength of newer types of endodontic posts. *J Dent.* 1999 May;27(4):275-8.
- 8- Schwartz RS, Robbins JW. Post placement and restoration of endodontically treated teeth: a literature review. *J Endod.* 2004 May;30(5):289-301.
- 9- Sudsangiam S, van Noort R. Do dentin bond strength tests serve a useful purpose? *J Adhes Dent.* 1999 Spring;1(1):57-67.
- 10- Roydhouse RH. Punch-Shear test for dental purposes. *J Dent Res.* 1970, 49 : 131-136.
- 11- Drummond JL, Sakaguchi RL, Racean DC, Wozny J, Steinberg AD. Testing mode and surface treatment effects on dentin bonding. *J Biomed Mater Res.* 1996 Dec;32(4):533-41.
- 12- Patierno JM, Rueggeberg FA, Anderson RW, Weller RN, Pashley DH. Push-out strength and SEM evaluation of resin composite bonded to internal cervical dentin. *Endod Dent Traumatol.* 1996 Oct;12(5):227-36.
- 13- Goracci C, Tavares AU, Fabianelli A, Monticelli F, Raffaelli O, Cardoso PC, Tay F, Ferrari M. The adhesion between fiber posts and root canal walls: comparison between microtensile and push-out bond strength measurements. *Eur J Oral Sci.* 2004 Aug;112(4):353-6.
- 14- Ferrari M, Vichi A, Grandini S. Efficacy of different adhesive techniques on bonding to root canal walls: an SEM investigation. *Dent Mater.* 2001 Sep;17(5):422-9.
- 15- Nikaido T, Takano Y, Sasafuchi Y, Burrow MF, Tagami J. Bond strengths to endodontically-treated teeth. *Am J Dent.* 1999 Aug;12(4):177-80.
- ۱۶- امین صالحی ابراهیم (استاد راهنما)، پورمطلب الهام. بررسی تأثیر باندینگ‌های light-cure و dual-cure بر میزان گیر دو نوع پست گلاس فایبر، light post و white post به صورت invitro، پایان نامه شماره ۸۰۲۲. رشته دندانپزشکی. دانشکده دندانپزشکی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران. سال تحصیلی ۸۴-۸۳.
- 17- Perdigão J, Geraldini S, Lee IK. Push-out bond strengths of tooth-colored posts bonded with different adhesive systems. *Am J Dent.* 2004 Dec;17(6):422-6.
- 18- Kurtz JS, Perdigão J, Geraldini S, Hodges JS, Bowles WR. Bond strengths of tooth-colored posts, effect of sealer, dentin adhesive, and root region. *Am J Dent.* 2003 Sep;16 Spec No:31A-36A.
- 19- Boschian Pest L, Cavalli G, Bertani P, Gagliani M. Adhesive post-endodontic restorations with fiber posts: push-out tests and SEM observations. *Dent Mater.* 2002 Dec;18(8):596-602.
- 20- Perdigão J, Gomes G, Lee IK. The effect of silane on the bond strengths of fiber posts. *Dent Mater.* 2006 Aug;22(8):752-8. Epub 2006 Jan 19.
- 21- Muniz L, Mathias P. The influence of sodium hypochlorite and root canal sealers on post retention in different dentin regions. *Oper Dent.* 2005 Jul-Aug;30(4):533-9.
- 22- Goracci C, Sadek FT, Fabianelli A, Tay FR, Ferrari M. Evaluation of the adhesion of fiber posts to intraradicular dentin. *Oper Dent.* 2005 Sep-Oct;30(5):627-35.
- 23- Mallmann A, Jacques LB, Valandro LF, Mathias P, Muench A. Microtensile bond strength of light- and self-cured adhesive systems to intraradicular dentin using a translucent fiber post. *Oper Dent.* 2005 Jul-Aug;30(4):500-6.
- 24- Foxton RM, Nakajima M, Tagami J, Miura H. Bonding of photo and dual-cure adhesives to root canal dentin. *Oper Dent.* 2003 Sep-Oct;28(5):543-51.
- 25- Aksornmuang J, Nakajima M, Foxton RM, Tagami J. Regional bond strength of four self-etching primer/adhesive systems to root canal dentin. *Dent Mater J.* 2005 Jun;24(2):261-7.
- 26- Bouillaguet S, Troesch S, Wataha JC, Krejci I, Meyer JM, Pashley DH. Microtensile bond strength between adhesive cements and root canal dentin. *Dent Mater.* 2003 May;19(3):199-205.
- 27- Gaston BA, West LA, Liewehr FR, Fernandes C, Pashley DH. Evaluation of regional bond strength of resin cement to endodontic surfaces. *J Endod.* 2001 May;27(5):321-4.
- 28- Ngoh EC, Pashley DH, Loushine RJ, Weller RN, Kimbrough WF. Effects of eugenol on resin bond strengths to root canal dentin. *J Endod.* 2001 Jun;27(6):411-4.
- 29- Ferrari M, Mannocci F, Vichi A, Cagidiaco MC, Mjör IA. Bonding to root canal: structural characteristics of the substrate. *Am J Dent.* 2000 Oct;13(5):255-60.
- 30- Ferrari M, Vichi A, Grandini S, Goracci C. Efficacy of a self-curing adhesive-resin cement system on luting glass-fiber posts into root canals: an SEM investigation. *Int J Prosthodont.* 2001 Nov-Dec;14(6):543-9.
- 31- Hagge MS, Wong RD, Lindemuth JS. Effect of dowel space preparation and composite cement thickness on retention of a prefabricated dowel. *J Prosthodont.* 2002 Mar;11(1):19-24.
- 32- Pfeifer C, Shih D, Braga RR. Compatibility of dental adhesives and dual-cure cements. *Am J Dent.* 2003 Aug;16(4):235-8.
- 33- Summitt JB, Robbins Schwartz, JW RS. *Fundamentals of Operative Dentistry: A Contemporary Approach.* 2nd ed. Germany Quintessence; 2001 ch 8, P 186-7.