بررسی تاثیر ضخامت سمان رزینی بر قدرت باند پست FRC

غلامرضا اصفهانی‌زاده [*]، محمد حسن سالاری [**]، سارا زاهدی‌راد [***]

[*] استادیار گروه پروتز ثابت، دانشکده‌ی دندانپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران، تهران، ایران
[**] استادیار گروه پروتز ثابت، دانشکده‌ی دندانپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران، تهران، ایران
[***] دندانپزشک

چکیده

بیان مساله: روند بازسازی دندان‌های اندوشده به دلیل استفاده‌ی گسترده از پست‌های کامپوزیتی تقویت شده با فیبر (FRC) در حال تغییر است. این پست‌ها برتری‌هایی همچون ضریب الاستیسیته‌ی همانند با عاج را دارا هستند که از میزان شکسته‌شدن ریشه می‌کاهد. عوامل گوناگونی همچون ضخامت سمان می‌تواند بر قدرت باند پست‌های FRC با دندان اثر گذار باشد.

هدف: هدف از این بررسی، ارزیابی تاثیر ضخامت سمان رزینی بر قدرت باند یک نوع پست FRC بود.

مواد و روش: در این پژوهش تجربی- آزمایشگاهی، تاج ۱۸ دندان تک ریشه‌ی انسانی با کانال مستقیم قطع شد (طول ۱۶ میلی‌متر). کانال آنها آماده شده و نمونه‌ها به گونه‌ی تصادفی به دو گروه ۹ عددی تقسیم گردیدند. در گروه ۱ (ضخامت کم سمان)، پست‌های FRC اندازه‌ی ۳ و در گروه ۲ (ضخامت زیاد سمان)، پست‌های FRC اندازه‌ی ۱، سمان شدند. پس از برش دادن نمونه‌ها، از هر نمونه دو قطعه به ضخامت ۴/۵ میلی‌متر به دست آمد. برای ارزیابی ضخامت سمان از میکروسکوپ نوری استفاده شد. نمونه‌ها توسط نیروی فشاری (Push-out) ارزیابی و داده‌ها توسط آزمون تی (T) از لحاظ آماری واکاوی گردیدند.

یافته‌ها: قدرت باند دو گروه ۱ (ضخامت کم سمان) و ۲ (ضخامت زیاد سمان) با هم اختلاف معنادار نداشتند (p =۰/۱۴۵). میزان میانگین و انحراف معیار میزان قدرت باند در گروه ضخامت کم سمان، ۳/۸۳ ± ۱۲/۱۶ و در گروه ضخامت زیاد سمان، ۶/۱۵ ± ۱۴/۱۷ مگاپاسکال بود.

نتیجه‌گیری: با افزایش ضخامت سمان پیرامون پست‌های FRC ، از میزان قدرت باند آنها کاسته نخواهد شد.

واژگان کلیدی: ضخامت سمان، قدرت باند، پست‌های FRC

تاریخ دریافت مقاله: ۹۰/۱/۲۵ ، **تاریخ پذیرش مقاله:** ۹۰/۸/۲ ، *Shiraz Univ Dent J 2011; 12(4): 321-326* **مقاله‌ی پژوهشی اصیل**

نویسنده‌ی مسوول مکاتبات: غلامرضا اصفهانی‌زاده. تهران، دانشکده‌ی دندانپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی تلفن: ۱- ۰۲۱-۲۲۵۶۴۵۷۰ پست الکترونیک: r.Esfahanizadeh@yahoo.com

درآمد

از مشکلات بازسازی دندان‌ها توسط پست‌های FRC ، جدا شدن این پست‌ها از عاج دندان و از عوامل موثر آن میزان ضخامت سمان است [۱]. برای جلوگیری از ایجاد این مشکل، تغییراتی در طراحی [۲-۶]، مواد سازنده [۷-۹] و سیستم‌های اتصال‌دهنده‌ی پست‌های FRC به بافت دندان انجام شده است [۹-۱۱]. برای قراردادن این پست‌ها در درون کانال دندان، از سیستم‌های باندینگ استفاده می‌شود [۱۱ و ۱۲]. عوامل گوناگونی در قدرت باند پست‌های FRC با دندان تاثیرگذار است. همان‌گونه که گفته شد، ضخامت سمان یکی از عوامل بالینی مهم، به ویژه در درمان دندان‌هایی که وسعت تخریب در آنها زیاد است، به شمار می‌رود. پست‌های FRC برتری‌هایی همچون، ضریب الاستیسیته‌ی همانند با عاج [۶-۱۱] و قابلیت باند شدن به دندان را دارا هستند که این امر سبب توزیع یکنواخت نیروها شده [۹-۱۳] و از میزان شکسته شدن ریشه می‌کاهد [۶-۹]. با توجه به برتری‌های یاد شده، امروزه استفاده از این پست‌ها در میان دندانپزشکان گسترش یافته است [۱۱].

بر پایه‌ی بررسی گراندینی (Grandini) و همکاران، با افزایش همخوانی پست FRC ضخامت سمان کم خواهد شد و در نتیجه ایجاد حباب در لایه‌ی سمان و دی باندینگ (Debonding) کمتر خواهد بود [۶]. در بررسی پرز (Perez) و همکاران، این نتیجه به دست آمد که افزایش ضخامت سمان تاثیری در قدرت باند با دندان ندارد [۱]. همچنین در پژوهش هاگ (Hagge) و همکاران اینگونه بیان شده که برای دستیابی به حداکثر گیر سمان رزینی برای پست‌های FRC ، باید فضای کافی برای این سمان وجود داشته باشد که این امر با استفاده از دریل‌های با اندازه بزرگ‌تر امکان‌پذیر خواهد شد [۱۴]. از انواع پست‌های FRC می‌توان به Bisco و RTD اشاره کرد. Bisco (Bringing Science to the Art of Dentistry,USA) دارای پست‌های متنوع تیپر دو گانه (Double-taper) ورنگی در اندازه‌های گوناگون و در انواع رادیواپک و ترانسلوسنت است. این برای هر پست دریل رنگی مخصوص وجود دارد [۱۷]. RTD (Recherches Techniques Dentaires) نیز، دارای پست‌های تیپر در اندازه‌های گوناگون و انواع رادیواپک، ترانسلوسنت و رنگی است، برای این پست‌ها نیز دریل رنگی مخصوص وجود دارد و سبب همخوانی بهتر پست با کانال دندان می‌شود. با وجود دریل مخصوص، امکان استفاده از دیگر دریل‌ها وجود نخواهد داشت [۱۸]. پست‌های تیپر در مقایسه با انواع موازی دارای تفاوت‌هایی هستند. پست‌های پیش ساخته‌ی موازی برای دندان‌ها با ریشه‌های با مقطع عرضی گرد پیشنهاد می‌شوند در حالی‌که همخوانی خوبی با کانال‌های فلار (Flare) ندارند، اما پست‌های تیپر برای همخوانی با چنین کانال‌هایی نیاز به برداشت عاج کمتری دارند. پست‌های موازی در مقایسه با پست‌های تیپر، گیر بیشتری فراهم کرده و توزیع فشار در آنها بهتر خواهد بود [۱۶]. در میان پژوهشگران در مورد تاثیر ضخامت سمان بر قدرت باند با عاج دندان اختلاف نظر وجود دارد [۱، ۶ و ۱۴] بنابراین، هدف از انجام این بررسی، ارزیابی تاثیر ضخامت سمان رزینی بر قدرت باند پست‌های FRC در شرایط In vitro در آزمایشگاه مواد دانشکده‌ی فنی دانشگاه تربیت مدرس در سال ۱۳۸۷ تا ۱۳۸۸ بود.

مواد و روش

در این پژوهش تجربی- آزمایشگاهی، شمار ۱۸ دندان تک ریشه‌ی بیرون آورده شده‌ی سالم انسانی با کانال مستقیم و ریشه‌ای به طول ۱۶ میلی‌متر گردآوری و توسط کورت پریودنتال پاک گردیدند. در این پژوهش کانال‌های غیر یکسان، ترک دار، دارای پوسیدگی و قطر ناهماهنگ در طول ریشه از بررسی کنار گذاشته شدند. برای انجام این بررسی نمونه‌ها در سرم فیزیولوژی نگهداری گردیدند. تاج آنها از ناحیه‌ی سرویکالی قطع شده و دندان‌ها تحت درمان اندو قرار گرفتند (Profile Orifice Sharpers System, Dentsply / Maillefer). برای شست و شوی کانال‌ها از هیپوکلریت سدیم ۰/۵ درصد استفاده شد. سپس به منظور قرارگیری پست، ۱۲ میلی‌متر از طول کانال ریشه‌ی هر دندان توسط پیزوی شماره‌ی ۴ (قطر ۱/۳ میلی‌متر) خالی گردید.

پس از آماده‌سازی کانال ریشه، برای جلوگیری از حرکت ریشه در طول سمان کردن پست‌ها، ۳ میلی‌متر از انتهای هر نمونه در استوانه‌های آکریلی به ارتفاع ۵ و قطر ۷ میلی‌متر مانت شد. سپس، نمونه‌ها به گونه‌ی تصادفی به دو گروه ۹ عددی تقسیم گردیدند [۱]. در گروه نخست، از پست‌های FRC (Angelus, ivoclar vivadent) اندازه‌ی ۳ (قطر ۱/۳ میلی‌متر) و سمان دوال کیور (Variolink II, Brazil) استفاده شد. در گروه دوم نیز، پس از انتخاب پست‌های FRC (Angelus, ivoclar vivaden) اندازه‌ی ۱ (قطر ۰/۹ میلی‌متر)، به همان روش گروه نخست و بر پایه‌ی دستور کارخانه‌ی سازنده، با استفاده از سمان

دوال کیور (Variolink II, Brazil) در درون کانال دندان با روش زیر سمان گردیدند:

۱- شست و شوی درون کانال ریشه‌ی هر نمونه توسط افشانه‌ی آب و خشک کردن آن توسط افشانه‌ی هوا و کن غذای.

۲- استفاده از اسید فسفریک ۳۷ درصد به منظور اچ کردن عاج ریشه به مدت ۱۵ثانیه.

۳- شست و شوی اسید به مدت ۵ ثانیه و سپس گرفتن آب اضافی توسط افشانه‌ی هوا.

۴- آغشته کردن میکروبراش به ماده‌ی باندینگ و مالیدن آن به تمام سطح‌های دیواره‌ی کانال.

۵- کیورینگ به مدت ۴۰ ثانیه.

۶- مخلوط کردن بیس و کاتالیست سمان روی اسلب شیشه‌ای حداکثر به مدت ۱۰ ثانیه.

۷- آغشته کردن فایل به سمان، قرار دادن آن در درون کانال ریشه و چرخاندن آن بر خلاف جهت عقربه‌های ساعت.

۸- آغشته کردن پست به سمان و قرار دادن آن در درون کانال به گونه‌ای که با فشار کم در جای خود قرار گرفته و اضافه‌های سمان بیرون آورده شود.

۹- پاک کردن اضافه‌های سمان توسط میکروبراش.

۱۰- کیورینگ به مدت ۴۰ ثانیه.

پس از انجام مراحل یاد شده، نمونه‌ها در اکریل شفاف فوری مانت شدند. پس از برش دادن نمونه‌ها توسط دیسک الماسی، از هر نمونه دو قطعه به ضخامت ۴/۵ میلی‌متر از بخش میانی ریشه در دسترس قرار گرفت (نگاره‌ی ۱ الف).

برای ارزیابی کیفی ضخامت سمان در نمونه‌ها از میکروسکوپ نوری (Olympus BH.2) استفاده گردید. در این پژوهش پس از برش دادن، چنانچه ارتفاع قطعه از ۴/۵ میلی‌متر کمتر بود از بررسی کنار گذاشته می‌شد. در گروه نخست (ضخامت کمتر) چنانچه پست در درون کانال لق بود و همچنین در هر دو گروه چنانچه آماده سازی کانال بیشتر از ۱۰میلی‌متر بود از بررسی کنار گذاشته می‌شد. پس از آن، هر نمونه توسط نیروی فشاری در دستگاه اینسترون (۵۵۰۰R با سرعت یک میلی‌متر در دقیقه) ارزیابی گردید. روش کار با این دستگاه این گونه بود که نیرو توسط میله‌ای که قطر نوک آن ۰/۸ میلی‌متر بود، در جهت اپیکال به کرونال به پست قرار گرفته، به هر قطعه وارد می‌شد. سپس، با مشاهده‌ی افت منحنی ترسیم شده توسط رایانه‌ی متصل به دستگاه که نشانه‌ی دی باندینگ پست هم بود، اعمال نیرو متوقف و مقدار نیرو ثبت می‌شد. با قرار دادن مقدار نیرو در فرمول زیر، قدرت باند هر نمونه به دست آمد (نگاره‌ی ۱ ب و پ).

r = شعاع پست h = ضخامت نمونه

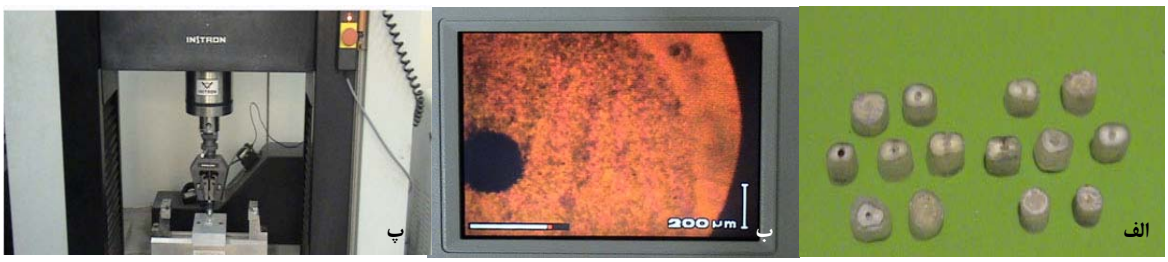
$$\sigma = C / A = \frac{\text{مقدارنیرو}}{۲\pi rh} \quad \text{MPa (مگاپاسکال)}$$

سپس، داده‌ها در برگه‌ی اطلاعاتی ثبت و میانگین و انحراف معیار داده‌ها ارزیابی گردید. با توجه به طبیعی بودن آنها، برای واکاوی آماری از آزمون تی استفاده شد. به این دلیل از آزمون تی استفاده گردید که در دو گروه مورد آزمایش نمایه‌های اندازه‌گیری شده به صورت کمی و داده‌ها دارای توزیع طبیعی بودند.

یافته‌ها

در این پژوهش تجربی که به بررسی تاثیر ضخامت سمان بر قدرت باند پست FRC با عاج ریشه پرداخته شد، نمونه‌ها شامل ۱۸ دندان واجد شرایط بودند، که به گونه‌ی تصادفی به دو گروه ۹ تایی تقسیم گردیدند. در گروه نخست، از پست‌های FRC اندازه‌ی ۳ و در گروه دوم از پست‌های اندازه‌ی ۱ استفاده شد.

نمونه‌ها تحت نیروی فشاری در دستگاه اینسترون (۵۵۰۰R) با سرعت ۱ میلی‌متر بر دقیقه قرار گرفتند. میزان میانگین و انحراف معیار میزان قدرت باند در گروه ضخامت کم سمان ۳/۸۳ ± ۱۲/۱۶ و در گروه ضخامت زیاد سمان ۶/۱۵ ± ۱۴/۷۱



نگاره‌ی ۱الف *قطعه قطعه کردن نمونه‌های مانت شده* ***ب*** *نمای میکروسکوپی نمونه جهت ارزیابی ضخامت سمان* ***پ*** *نمونه‌ی قرار داده شده در دستگاه اینسترون*

مگاپاسکال بود (جدول ۱). داده‌ها توسط آزمون کلوموگروف اسمیرنف (One-Sample Kolmogorov- Simirnov) جهت مشخص شدن توزیع طبیعی بررسی گردیدند.

جدول ۱ *میانگین بیشترین و کمترین و انحراف معیار قدرت باند به تفکیک گروه‌ها*

قدرت باند / ضخامت سمان	میانگین	حداکثر	حداقل	انحراف معیار	P.Value
ضخامت کم سمان	۱۲/۱۶	۲۵/۰۸	۴/۳۴	۳/۸۳	۰/۱۴۵
ضخامت زیاد سمان	۱۴/۷۱	۱۷/۲۶	۴/۲۰	۶/۱۵	

با توجه به اینکه تنها دو گروه مستقل با توزیع طبیعی داده‌ها وجود داشت، بنابراین مناسب‌ترین آزمون، تی داده‌های مستقل با فرض یکسانی واریانس‌ها می‌باشد. سطح معناداری در این پژوهش، $p < ۰/۰۵$ در نظر گرفته شد و نظر به اینکه در این آزمون $p = ۰/۱۴۵$ می‌باشد، بنابراین نتیجه‌ی آزمون معنادار نیست.

بحث

بیشتر اوقات در دندان‌های اندو شده از پست‌های کستینگ به منظور تامین گیر روکش استفاده می‌شود، اما پست و کورهای پیش ساخته، هماهنگی مارجینال آسان‌تری فراهم می‌کنند. همچنین، مسیر نشست و برخاست این پست‌ها با کور خود می‌تواند متفاوت باشد که این موضوع به ویژه زمانی که دندان به عنوان پایه‌ی پروتز ثابت در نظر گرفته می‌شود کمک کننده است. پست‌های پیش‌ساخته نسبت به کستینگ‌ها هنگام کاربرد از روش ساده‌تری برخوردار هستند و هنگام قرار دادن در درون کانال به حداقل تنظیمات لازم نیاز دارند. از جمله این پست‌ها می‌توان به کربن فایبر پست‌ها اشاره کرد. در این نوع، رشته‌های کربن به صورت دسته‌هایی در ماتریکس اپوکسی ردیف شده‌اند. کربن فایبر پست‌ها به دلیل ساختار خاص خود از خصوصیات فیزیکی مناسبی در مقایسه با کستینگ‌ها برخوردار هستند [۱۶]. پست‌های FRC برتری‌هایی همچون، ضریب الاستیسیته‌ی همانند با عاج [۶-۱۱] و قابلیت باندشدن به دندان را دارا هستند که این امر سبب توزیع یکنواخت نیروها شده [۹-۱۳] و از میزان شکسته‌شدن ریشه می‌کاهد [۶-۹].

امروزه استفاده از فایبر پست‌ها در میان دندانپزشکان گسترش یافته [۱۱]، بنابراین شناخت عوامل تاثیرگذاری همچون ضخامت سمان در قدرت باند این پست‌ها با عاج دندان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در این پژوهش، تاثیر ضخامت سمان بر قدرت باندینگ پست‌های FRC مورد بررسی قرار گرفت. نمونه‌ها شامل ۱۸ دندان واجد شرایط بودند که به گونه‌ی تصادفی به دو گروه ۹ تایی تقسیم شدند. در گروه نخست، از پست‌های FRC اندازه‌ی ۳ و در گروه دوم از پست‌های اندازه‌ی ۱ استفاده گردید. پس از برش دادن نمونه‌ها، آنها تحت نیروی فشاری در دستگاه اینسترون (۵۵۰۰R) با سرعت ۱ میلی‌متر بر دقیقه قرار گرفتند. بر پایه‌ی پژوهشی که انجام شد، این نتیجه به دست آمد که قدرت باند دو گروه ضخامت زیاد سمان (پست اندازه‌ی ۱) و ضخامت کم سمان (پست اندازه‌ی ۳)، با هم اختلاف معنادار ندارند. به این معنا که با افزایش ضخامت سمان، از میزان قدرت باند پست‌های FRC کاسته نمی‌شود.

پژوهشی توسط هاگ و همکاران، با عنوان "تاثیر آماده‌سازی فضای پست و ضخامت سمان کامپوزیت درگیر پست‌های پیش ساخته" انجام شده است. در این پژوهش، ۶۴ دندان تک ریشه‌ی بیرون آورده شده با دریل‌هایی با ۴ قطر متفاوت تحت آزمایش کششی (Tensile) قرار گرفته‌اند. با واکاوی داده‌ها این نتیجه به دست آمد که برای افزایش گیر توسط سمان کامپوزیت، فضای پست باید Oversized باشد [۱۴]. در مقایسه‌ی بررسی یاد شده با پژوهش کنونی این نتیجه به دست آمد که با وجود نمونه‌های همانند، علت تفاوت می‌تواند ناشی از نوع نیروی وارده به دندان‌ها باشد که در پژوهش بالا از نوع کششی بوده ولی در بررسی کنونی از نیروی فشاری استفاده شده و برای اعمال نیرو هر نمونه به قطعاتی تقسیم شده است.

پژوهشی توسط گراندینی و همکاران، با عنوان "ارزیابی ضخامت لایه‌ی سمان در دو نوع متفاوت پست" انجام گردیده است. در این پژوهش پس از به کار بردن پست‌های ترانسلونست (Translucent) و کالبدی در ۲۰ دندان پیشین بیرون آورده شده‌ی فک بالا، نمونه‌ها برش داده شده و سپس برای بررسی وجود شکاف (Gap) در نقاط گوناگون، از SEM استفاده گردیده است. در این پژوهش این نتیجه به دست آمد که ضخامت سمان در پست‌های کالبدی به گونه‌ی معنادار کاهش می‌یابد (به جز در یک سوم آپیکال که این تفاوت مشاهده نشده است). هماهنگی خوب پست‌های کالبدی در همه‌ی نمونه‌ها مبنی بر اینکه ضخامت نازک سمان می‌تواند کیفیت روش سمان کردن را بهبود بخشد، به نظر می‌رسد که باعث حفظ موقعیت پست در هنگام سمان کردن می‌شود، اگر چه مدرک علمی کافی وجود ندارد [۶]. ضمن اینکه در این پژوهش

گزارش نشده است که آیا با کاهش ضخامت سمان، خصوصیات دیگر همچون قدرت باند در پست‌های FRC تحت تاثیر قرار می‌گیرند یا خیر. به بیان دیگر، نمونه‌ها تحت هیچ آزمایشی برای ارزیابی قدرت باند قرار نگرفتند.

پژوهشی دیگر با عنوان "آیا ضخامت سمان رزینی بر قدرت باند پست‌های FRC با عاج ریشه تاثیری می‌گذارد؟" توسط پرز و همکاران انجام گردیده است. در این پژوهش، در ۱۸ دندان تک ریشه‌ی بیرون آورده شده با ریشه‌ای به طول ۱۶ میلی‌متر، از پست‌های FRC (Light Post, Bisco) اندازه‌ی ۳ و پست‌های FRC اندازه‌ی ۱ با طول همانند گروه نخست (۱۲ میلی‌متر) استفاده گردید و سپس با سمان (Doulink, Bisco) چسبانده شدند. پس از برش دادن نمونه‌ها، آنها توسط آزمون نیروی فشاری ارزیابی گردیدند. با واکاوی داده‌ها این نتیجه به دست آمد که افزایش ضخامت سمان تاثیری در قدرت باند پست‌های FRC با عاج ریشه دندان ندارد [۱]. این پژوهش دارای نتیجه‌ی همانند با بررسی کنونی بوده است. با توجه به این‌که شمار و گونه‌ی نمونه‌ها، روش آماده‌سازی برای قراردادن پست در درون کانال ریشه‌ی دندان، نوع نیروی وارد شده به هر نمونه در این پژوهش با بررسی کنونی همانندی داشته است، بنابراین می‌توان انتظار وجود نتیجه‌ی یکسان را نیز داشت. از محدودیت‌های این مطالعه استفاده نکردن از استرس‌های حرارتی- مکانیکی و نیز بزاق بر میزان گیر پست‌های FRC است که باید در مطالعات آتی مد نظر قرار گیرند.

نتیجه‌گیری

بر پایه‌ی این پژوهش، نتیجه‌گیری می‌شود که با افزایش ضخامت سمان پیرامون پست‌های FRC، از میزان قدرت باند آنها کاسته نخواهد شد.

References

1. Perez BE, Barbosa SH, Melo RM, Zamboni SC, Ozcan M, Valandro LF, et al. Does the thickness of the resin cement affect the bond strength of a fiber post to the root dentin? Int J Prosthodont 2006; 19: 606-609.
2. Cormier CJ, Burns DR, Moon P. In vitro comparison of the fracture resistance and failure mode of fiber, ceramic, and conventional post systems at various stages of restoration. J Prosthodont 2001; 10: 26-36.
3. Goodacre CJ, Spolnik KJ. The prosthodontic management of endodontically treated teeth: a literature review. Part I. Success and failure data, treatment concepts. J Prosthodont 1994; 3: 243-250.
4. Ruemping DR, Lund MR, Schnell RJ. Retention of dowels subjected to tensile and torsional forces. J Prosthet Dent 1979; 41: 159-162.
5. Kurer HG, Combe EC, Grant AA. Factors influencing the retention of dowels. J Prosthet Dent 1977; 38: 515-525.
6. Grandini S, Goracci C, Monticelli F, Borracchini A, Ferrari M. SEM evaluation of the cement layer thickness after luting two different posts. J Adhes Dent 2005; 7: 235-240.
7. Freedman G. The carbon fibre post: metal-free, post-endodontic rehabilitation. Oral Health 1996; 86: 23-6, 29-30.
8. Nash RW. The use of posts for endodontically treated teeth. Compend Contin Educ Dent 1998; 19: 1054-1056, 1058, 1060.
9. Kalkan M, Usumez A, Ozturk AN, Belli S, Eskitascioglu G. Bond strength between root dentin and three glass-fiber post systems. J Prosthet Dent 2006; 96: 41-46.
10. Dallari A, Rovatti L. Six years of in vitro/in vivo experience with Composipost. Compend Contin Educ Dent Suppl 1996; 20: 57-63.
11. Vichi A, Grandini S, Davidson CL, Ferrari M. An SEM evaluation of several adhesive systems used for bonding fiber posts under clinical conditions. Dent Mater 2002; 18: 495-502.
12. 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; 19: 199-205.
13. Summit James B, Robbins William J, Schwartz Richard S, editors. Fundamental of Operative Dentistry. Tehran: Shayan Nemoudar; 1382. p. 519-535.[Persian]
14. Hagge MS, Wong RD, Lindemuth JS. Effect of dowel space preparation and composite cement thickness on retention of a prefabricated dowel. J Prosthodont 2002; 11: 19-24.
15. Michida SM, Souza RO, Bottino MA, Valandro LF. Cementation of fiber post: influence of the cement insertion techniques on the bond strength of the fiber post-root dentin and the quality of the cement layer. Minerva Stomatol 2010; 59: 633-636.
16. Rosenstiel SF, Land MF, Fujimoto J, editors. Contemporary fixed prosthodontics. 3rd ed., Mosby: USA. 2006. p.272-312.
17. Bringing Science to the Art of Dentistry. Instructions, MSDS & Technique, 2011. Available at: www.bisco.com
18. Recherches Techniques Dentaires. Products, 2011. Available at: www.rtd.fr/faq.php