

مقایسه تأثیر دو نوع پست فایبر Simple taper و Double taper بر توزیع تنش بر دیواره‌های کانال ریشه دندان به روش فتوالاستیک

دکتر ظفر مهدوی ایزدی^۱ - دکتر عزت‌الله جلالیان^{۲†} - دکتر محمدحسن سالاری^۱ - دکتر شیمیا عظیم‌زاد^۳ - دکتر تهمینه صفایی^۳ - دکتر مهدی شیرازی^۳ - بهزاد سالاری^۴

۱- استادیار گروه آموزشی پروتزهای دندانی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۲- دانشیار گروه آموزشی پروتزهای دندانی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۳- دندانپزشک

۴- دانشجوی دندانپزشکی، دانشکده دندانپزشکی، واحد پردیس بین‌الملل، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی تهران، تهران، ایران

Photo elastic analysis of stresses in the root canal walls around double taper and simple taper fiber posts

Zafar Mahdavi Ezadi¹, Ezatollah Jalalian^{2†}, Mohamad Hasan Salari¹, Shima Azimzad³, Tahmine Safaie³, Mahdi Shirazi³, Behzad Salari⁴

1- Assistant Professor, Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Azad University of Medical Sciences, Tehran, Iran

2†- Associate Professor, Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Azad University of Medical Sciences, Tehran, Iran (dr_e_jalalian@yahoo.com)

3- Dentist

4- Dental Student, School of Dentistry, International Campus, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Background and Aims: According to the common application of non-metal prefabricated posts in dentistry and lack of enough information about the stress distribution in the root canal walls by these posts, this study was performed to compare the effect of two simple taper and double taper posts on the stress distribution on root canal walls by photo elastic method.

Materials and Methods: The design of this study was experimental in photoelastic system. The posts, used in this investigation, were double taper and simple taper fiber posts with 0.9 mm diameter and 20 mm length and epoxy resin. First two photo elastic models with tooth dimensions were fabricated and the posts were placed inside the model. Then the core of the each post was fabricated on the model. Each models were loaded in polariscope and the formed fringe order colored ring were photographed.

Results: In 100 N, 90 degree angle loading in cervical and apical fringe order showed 2.50 and 1.39 in simple taper posts and 1.39 and 2.35 in double taper post. In 150 N, 30 degree angle loading in cervical and apical fringe order showed 4 and 2.65 in simple taper posts, and 4 and 2.5 in double taper post.

Conclusion: In the vertical and oblique loads, double taper fiber post showed better stress distribution than that of simple tapered posts.

Key Words: Post, Stress analysis, Elastic

Journal of Dental Medicine-Tehran University of Medical Sciences 2014;26(4):262-69

چکیده

زمینه و هدف: باتوجه به کاربرد فراوان پست‌های غیرفلزی پیش‌ساخته در دندانپزشکی امروز و عدم وجود اطلاعات کافی در زمینه نحوه پخش استرس آنها در دیواره کانال دندان، این تحقیق با هدف مقایسه تأثیر دو نوع پست فایبر Simple taper و Double taper بر توزیع تنش بر دیواره‌های کانال ریشه دندان به روش فتوالاستیک انجام شد.

روش بررسی: این تحقیق به روش Experimental در سیستم فتوالاستیک انجام شد. در این تحقیق دو نوع پست فایبر Simple taper و Double taper با قطر $0/9$ و طول 20 میلی‌متر و اپوکسی رزین استفاده شد. ابتدا دو مدل فتوالاستیک با ابعاد دندانی ساخته و پست‌های موردنظر درون آنها قرار داده شد و Core مربوط به هر پست روی مدل موردنظر ساخته شده هریک از مدل‌ها در دستگاه پولاریسکوپ تحت بار قرار گرفته و از حلقه‌های رنگی Fringe order تشکیل شده عکس برداری شد.

یافته‌ها: در بارگذاری 100 نیوتن تحت زاویه 90 درجه در ناحیه سرویکال و اپیکال در پست فایبر Simple taper اعداد $1/39$ و $2/5$ و در پست فایبر Double taper $1/39$ و $2/35$ را نشان داد. در بارگذاری 150 نیوتن تحت زاویه 30 درجه در دو ناحیه سرویکال و اپیکال پست فایبر Simple taper اعداد $2/65$ و 4 و در پست فایبر Double taper $2/5$ و 4 بود.

نتیجه‌گیری: در نیروهای عمودی و مایل پست فایبر Double taper نحوه پخش استرس بهتری را نسبت به پست فایبر Simple taper نشان می‌دهند.

کلید واژه‌ها: پست، آنالیز استرس، الاستیک

وصول: $92/03/12$ اصلاح نهایی: $92/11/14$ تأیید چاپ: $92/11/20$

مقدمه

امروزه جهت کاهش استرس در بازسازی دندان‌های درمان ریشه شده از پست‌های غیرفلزی استفاده می‌شود (۱). پست‌های غیرفلزی به دو گروه پست‌های کامپوزیتی و سرامیکی تقسیم می‌شوند (۲-۴). پست فایبرهای کامپوزیت از جنس کربن فایبر، گلاس فایبر، کوارتز فایبر یا ترکیبی از آنها می‌باشند. این پست‌ها به علت استحکام کششی بالا و ضریب الاستیسیته مشابه عاج نسبت به پست‌های فلزی ارجحیت دارند. این پست‌ها امکان آماده‌سازی محافظه کارانه کانال دندان را فراهم می‌کند و دچار کروژن نمی‌شود و با رزین‌های Bis-GMA باند شیمیایی ایجاد می‌کند در نتیجه موجب تقویت نسوج باقی‌مانده دندان می‌شوند (۱). همچنین موجب توزیع یکنواخت استرس به دیواره‌های دندان‌ها می‌شود. نوع شکستگی این پست‌ها اکثراً به صورت افقی می‌باشد و قابلیت تعویض نیز دارند (۵،۶).

با ارایه سرامیک‌های Zirconium oxide موادی با دو برابر استحکام خمشی (Flexural strength) سیستم‌های سرامیکی آلومینوس، به وجود آمدند که با آنها قادر به ساخت پست‌هایی با قطرهای واقعی شدند. سرامیک‌های زیرکونیا قابلیت سازگاری نسبی دارند (۷). این پست‌ها دارای سطحی صاف هستند که از طریق ایجاد خش در سطح آنها باند بین پست و کور افزایش می‌یابد (۲). در مطالعه‌ای که مقاومت به شکست ریشه در ۲ نوع پست‌های

کوارتز فایبر و زیرکونیا با هم مقایسه کرده بودند، هیچ تفاوت معنی‌داری در دو گروه مشاهده نشد و شکست در هر ۲ گروه در کور کامپوزیتی اتفاق افتاد (۷) در یک سری تحقیقات به این نتیجه رسیدند که دندان‌های ترمیم شده با پست‌های فایبر با نیروی بسیار بیشتری در مقایسه با ترمیم‌های دارای پست‌های زیرکونیا دچار شکست می‌شوند (۲). همچنین در تحقیق دیگری مقاومت به شکست دندان‌های درمان ریشه شده و ترمیم شده با تیتانیوم، زیرکونیا و پست‌های تقویت شده با فایبر مورد مقایسه قرار گرفت و اعلام شد که قدرت شکست پست‌های زیرکونیا بالاتر از پست‌های تیتانیوم و هر دوی آنها بالاتر از پست‌های فایبر هستند (۸). دندان‌های غیرزنده معمولاً دارای ضعف‌های بیومکانیکی مثل کمبود ساختمان باقیمانده در اثر پوسیدگی یا ترمیم‌های قبلی هستند. این دندان‌ها معمولاً ضعیف‌تر و در مقایسه با دندان‌های زنده به علت کاهش رطوبت، کم شدن ساختمان باقی مانده دندان و استرس‌های تولید شده در طی اعمال فانکشنال نسبت به شکستگی مستعدتر هستند (۵،۹). برای اینکه بتوان تاج این دندان‌ها را به نحو مطلوبی بازسازی کرد، نیاز است که از پست‌ها به عنوان تأمین کننده گیر لازم جهت بازسازی استفاده شود (۶،۷،۹،۱۰). استفاده از پست‌ها برای پخش نیروی گشتاوری در امتداد ریشه‌ها برای مقابله با نیروهای داخل دهانی در ترمیم دندان‌های اندو شده همواره مورد توجه بوده است. با این وجود قراردادن این پست‌ها داخل کانال همیشه

و این که اغلب تحقیقات به صورت مقاومت به شکست می‌باشد و به صورت فتوالاستیک نبوده و این که توزیع استرس در کدام ناحیه از کانال ریشه دندان نسبت به دندانهای طبیعی و بدون پست بیشتر است (۱۴). هدف از این تحقیق مقایسه میزان تنش در استفاده از دو نوع پست فایبر Double taper و Simple taper به روش فتوالاستیک بود.

روش بررسی

این تحقیق از نوع Experimental quasi و به روش in-vitro (فتوالاستیک) بود. در این تحقیق از دو سیستم پست استفاده شد که اطلاعات مربوط به طول، قطر، نوع هر پست در جدول ۱ آمده است. در این آزمایش ما برای اندازه‌گیری میزان و نحوه پخش استرسها در اطراف ۲ نوع پست فایبر Double Taper (DT) و Simple Taper (ST) از خاصیت فتوالاستیک نوعی رزین (اپوکسی رزین شفاف، چسب رازی، ایران) استفاده کردیم.

بعد از انتخاب نوع پست‌ها بلوک‌های رزینی با ابعاد دندان سانترال فک بالا که برای هر دو نمونه یکسان بود ساخته شد. در قسمت فوقانی این بلوک‌ها یک سقف شیشه‌ای تعبیه شد که در آن حفره‌ای با قطر معادل قطر کرونالی پست‌ها ایجاد شد تا نمونه‌های موردنظر به صورت کاملاً عمودی وارد بلوک حاوی رزین شوند (اشکال ۱ و ۲). در ادامه بلوک‌های رزینی را از ماده اپوکسی رزین پر کرده و در دستگاه Vacuum قرار داده شده تا در محیط خلاء حباب‌های موجود در نمونه که باعث ایجاد اختلال در تشکیل طیف‌های رنگی می‌شد کاملاً از بین برود. بعد از این مرحله پست‌ها درون حفرات ذکر شده قرار داده شد تا به صورت کاملاً عمودی در رزین موردنظر قرار گیرد. پس از طی این مراحل دو مدل فتوالاستیک آماده گشت و بررسی شد که آیا این مدل‌ها از نظر وجود استرس اولیه خنثی بودند یا خیر. برای این منظور مدل‌هایی در داخل دستگاه پلاریسکوپ قرار داده شد. بعد از حصول اطمینان از خنثی بودن مدل‌ها، با استفاده از یک کور آکریلی موقت در

با وارد آمدن استرس به ریشه دندان همراه می‌باشد (۶). برای گذاشتن پست داخل کانال ریشه چنین دندان‌هایی احتیاج به آماده‌سازی فضای پست داریم که این آماده‌سازی خود باعث تضعیف بیشتر سوج دندان می‌گردد و همچنین امکان ایجاد Micro fracture و Perforation به هنگام این عمل وجود دارد (۱۱).

تعدادی از محققین به این نتیجه رسیدند که ارتباط مستقیمی بین قطر ریشه و ضخامت عاج باقی مانده اطراف پست و توانایی دندان در مقاومت به نیروهای جانبی وجود دارد. بنابراین توصیه می‌شود حداقل ۱ میلی‌متر عاج سالم اطراف پست در کانال باشد (۱۲). انتخاب مناسب سیستم پست برای دستیابی به زیبایی و فانکشن ضروری می‌باشد (۱۳). به طور معمول پست‌های پیش‌ساخته فلزی از استحکام کافی برخوردارند ولی به دلیل ایجاد حالت خوردگی، سختی خروج پست از داخل کانال در صورت نیاز به درمان مجدد ریشه، ضریب الاستیسیته بالا در مقایسه با عاج، افزایش احتمال ایجاد ترک و شکستگی عمودی غیرقابل ترمیم در ریشه و مراحل طولانی لابراتواری و کلینیکی، مشکلات زیادی ایجاد می‌کنند (۲۰۷). همچنین انتقال نیروهای اکلوژالی به تمام سطح ریشه به درستی صورت نمی‌پذیرد (۶). میزان استرس به دیواره‌های کانال را می‌توان به روش فتوالاستیک بررسی کرد.

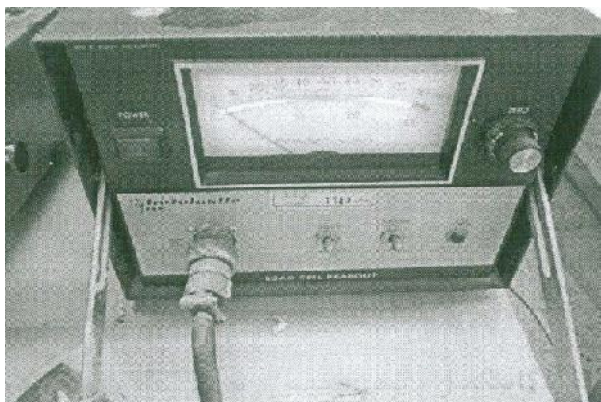
تئوری فتوالاستیسیته: رکن اساسی فتوالاستیسیته، مطالعه تغییرات خواص نوری اجسام بر اثر اعمال بار خارجی است. در حالت کلی پرتویی از نور متشکل از تعداد زیادی امواج می‌باشد که در جهات مختلف ارتعاش می‌یابد. هرگاه جهت ارتعاش امواج عرضی را بتوانیم تنها در امتداد یک صفحه محدود نماییم می‌گوییم موج مذکور را پلاریزه کرده‌ایم. ساده‌ترین سیستم نوری در فتوالاستیسیته از دو پلاریزور خطی و یک منبع نوری که در مجاورت هم قرار می‌گیرند تشکیل شده است.

لذا با توجه به مطالب ذکر شده درخصوص تناقضات مربوط به میزان استرس به دیواره‌های کانال ریشه دندان در استفاده از انواع پست

جدول ۱- مشخصات پست‌های فایبر مورد استفاده در این مطالعه

نوع پست فایبر	کارخانه سازنده پست فایبر	قطر	طول
Double taper (RTD)	D.T.Light. post-RTD.Australia	۰/۹ میلی‌متر	۲۰ میلی‌متر
Simple taper (RTD)	D.T.Light. post-RTD.Australia	۰/۹ میلی‌متر	۲۰ میلی‌متر

با استفاده از دستگاه کرنش سنج در طول مدت بارگذاری هر مدل مقدار نیرو ثابت بود (شکل ۴) و نیرو به پست‌های هر مدل اعمال گردید. سپس استرس‌های ایجاد شده در اطراف هر پست در نواحی اپیکالی و سرویکالی توسط استریومیکروسکوپ (Nikon SNZ 100/Japan) مورد ارزیابی قرار گرفت (۱۵) و از Fringe‌های نوری ایجاد شده توسط دوربین دیجیتالی عکس‌برداری شد (Nikon Dix. Nikon Co.). ضریب Resolution برای ثبت الگوها حداقل ۱۰ مگاپیکسل بود. سپس با استفاده از جدول Isochromatic fringe characteristics در مورد میزان استرس‌های به وجود آمده قضاوت شد.

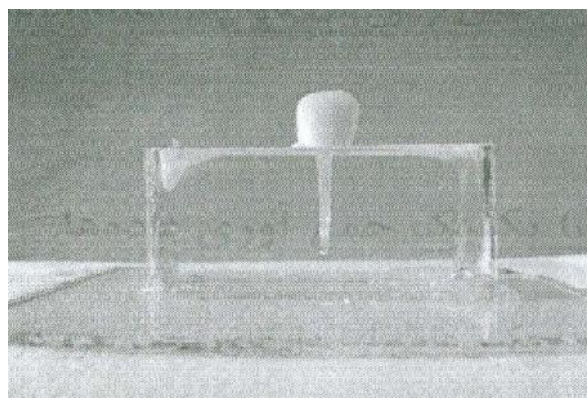


شکل ۴- کرنش سنج برای محاسبه میزان نیروهای وارده

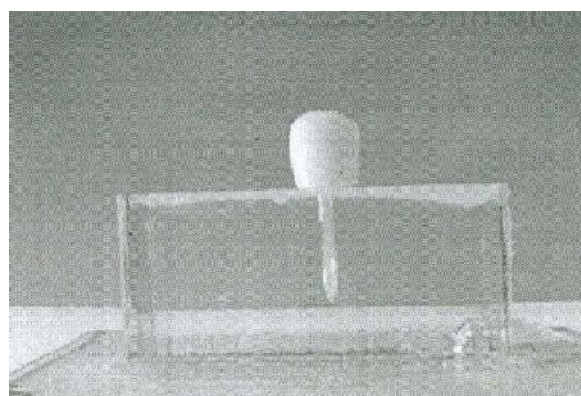
روش محاسبه میزان استرس

برای محاسبه میزان استرس‌ها می‌توان هم به صورت عددی مجزا و هم به صورت مقایسه‌ای از فرمول $F=(x_1-x_2)t.n$ استفاده کرد که پس از تغییر شکل این فرمول به صورت $t(x_1-x_2)=f.n$ در آمد. در این رابطه f ضریب ثابتی است که برای هر ماده فتوالاستیک در ابعاد خاص قابل محاسبه و اندازه‌گیری است. اصولاً کارخانه سازنده ماده آن را در اختیار مصرف کننده قرار می‌دهد x_1-x_2 اختلاف بین استرس اولیه و استرس ثانویه بوجود آمده در مدل است که در این جا چون مدل‌های اولیه Stress free بوده‌اند اختلاف این دو مقدار معادل x_2 یا استرس بوجود آمده می‌باشد. t ضخامت مدل‌های ساخته شده است که در مورد ۲ مدل این شاخص یکسان است و n یا Fringe order عددی بر مبنای n است که برای هر کدام از هاله‌های رنگی ایجاد شده محاسبه گردیده و در جدول آمده است پس با توجه به گفته‌های فوق و یکسان

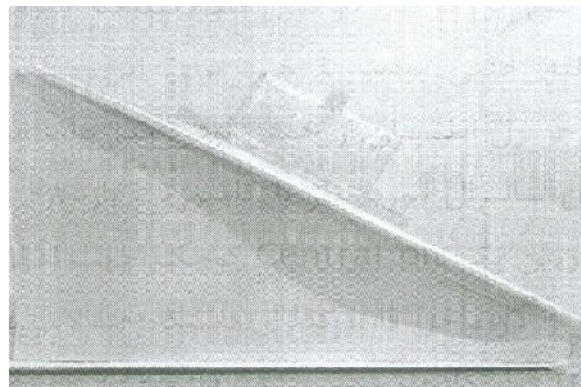
ناحیه کروئالی پست تاج دندان سانترال موردنظر با کامپوزیت بازسازی شد. سپس بر روی تاج ساخته شده با استفاده از فرز Round توربین یک Central pit کوچک جهت اعمال نیرو به نمونه‌ها ایجاد شد. در انتها هرکدام از نمونه‌های حاصل را در داخل قاب‌گذاری دستگاه فتوالاستیک (Model 060. Series, Transmission polar scope) قرار داده و نیرویی به اندازه ۱۰۰ نیوتن تحت زاویه ۹۰ و ۱۵۰ نیوتن تحت زاویه ۳۰ درجه به هر مدل وارد شد (شکل ۳) (۱۵).



شکل ۱- بلوک رزینی حاوی پست Simple taper



شکل ۲- بلوک رزینی حاوی پست Double taper



شکل ۳- نمونه بر روی سطح شیب‌دار

جدول ۲- Fringe order

Color	Fringe order
Black	0
Gray	0/28
White	0/45
Pale yellow	0/60
Dull red	0/90
Purple	1/00
Deep blue	1/08
Blue-green	1/22
Green-yellow	1/39
Orange	1/63
Rose red	1/82
Green	2/35
Red	2/65
Red-green	3/00

جدول ۳- نتایج شماره هاله‌های رنگی Fringe order در حالت عمودی و شیب‌دار

شماره نمونه	بارگذاری ۱۰۰ نیوتن با زاویه ۹۰ درجه	بارگذاری ۱۰۰ نیوتن با زاویه ۳۰ درجه
پست DT	سرویکال 1/39 Green-yellow	4 Green
	اپیکال 2/35 Green	2/5 Green yellow
پست ST	سرویکال 1/39 Green-yellow	4 Green
	اپیکال 2/5 Green-yellow	2/65 Red

بودن f و t حذف X_1 از رابطه می‌توان رابطه بالا را به صورت $X_2=n$ تغییر داد یعنی برای انجام یک کار مقایسه‌ای هرچقدر میزان n در ناحیه‌ای بیشتر باشد آن ناحیه از نظر تحمل استرس‌ها نقطه بحرانی‌تری است. قابل ذکر است که میزان استرس‌ها نیز به صورت دقیق قابل محاسبه است.

جهت به دست آوردن Fringe order موردنظر یک نمونه استاندارد کالیبره با ابعاد $t=888$ و $b=8/23$ تهیه شده و از صفر تا ۳۰۰ نیوتن به این نمونه نیرو وارد شد. هاله‌های رنگی موردنظر تحت نیروهای مختلف به دست آمده و طبق فرمول $x_2=x_1$ Fringe orderهای هر طیف به دست آمده و به صورت جدول ۲ تنظیم شد.

یافته‌ها

پس از انجام تحقیق یافته‌ها بدین صورت بود:

- پست فایبر DT تحت زاویه عمود و نیروی ۱۰۰ نیوتن و زاویه

۳۰ درجه با نیروی ۱۵۰ نیوتن

هنگامی که نیروی ۱۰۰ نیوتن در راستای محورهای پست از طریق Central pit کور ساخته شده بر آن وارد شد بلافاصله در ناحیه سرویکال Green- yellow; Fringe order که بنابر جدول عدد معادل ۱/۳۹ می‌باشد تشکیل شد که این میزان در نواحی Apical معادل ۲/۳۵ است و رنگ آن Green می‌باشد.

در بارگذاری Green- yellow معادل ۲/۵ به ثبت رسید.

- پست فایبر ST تحت زاویه عمود و نیروی ۱۰۰ نیوتن و زاویه

۳۰ درجه با نیروی ۱۵۰ نیوتن

هنگامی که نیروی ۱۰۰ نیوتن در راستای محور عمودی پست از طریق Central pit کور ساخته شده بر آن وارد شد بلافاصله در ناحیه سرویکال Green-yellow; Fringe order که بنابر جدول معادل ۱/۳۹ می‌باشد تشکیل شد که این میزان در نواحی اپیکالی معادل ۲/۵ است که رنگ آن Green- yellow می‌باشد (جدول ۳).

در بارگذاری ۱۵۰ نیوتن این پست تحت زاویه ۳۰ درجه،

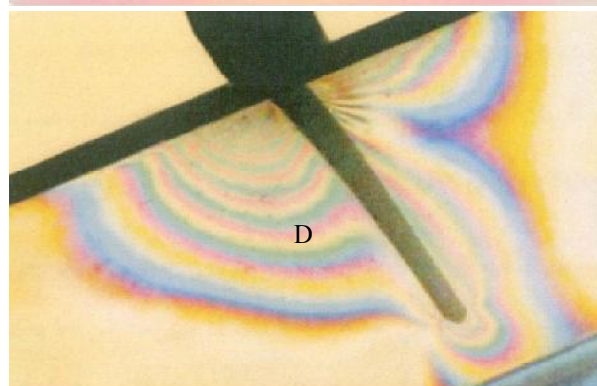
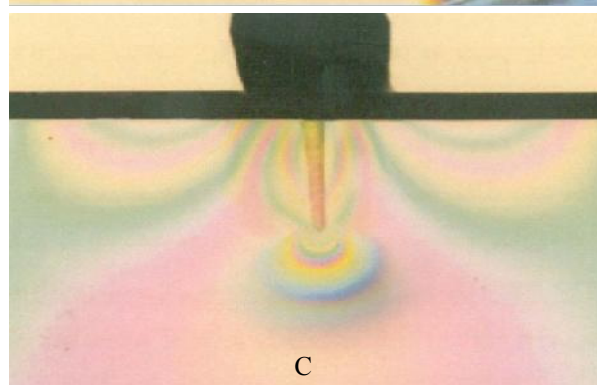
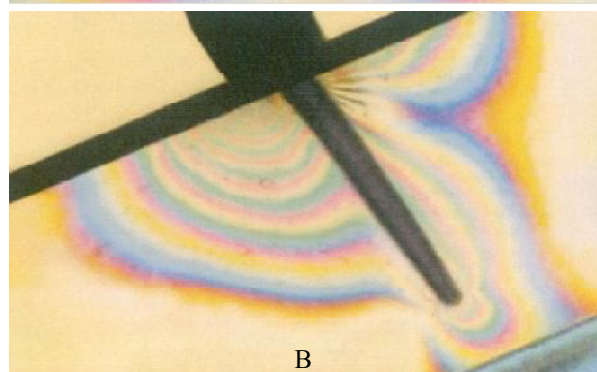
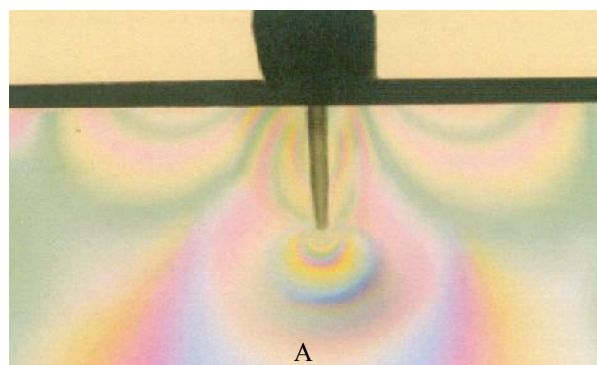
بحث و نتیجه‌گیری

برای بازسازی تاج از دست رفته دندان‌ها، لازم است از پست‌ها به عنوان عامل گیر استفاده شود. تاکنون مطالعات زیادی جهت بررسی مقاومت به شکست دندان‌ها در استفاده از پست‌ها به طرق مختلف از قبیل تست‌های فشاری (۱۸-۱۶)، روش‌های اندازه‌گیری استرین (۱۹،۲۰) و روش فتوالاستیک (۲۱،۲۲) انجام شده است. روش فتوالاستیک که در این تحقیق استفاده شده شامل اعمال نیرو بر مدل‌ها و استفاده از خاصیت شکست نور در نمونه‌ها جهت بررسی توزیع تنش در داخل نمونه است. شدت تنش ایجاد شده در هر نقطه از نمونه می‌تواند از طریق بررسی هاله‌های رنگی (Fringe order) تعیین شود. در این تحقیق از پست Double taper استفاده شد که شباهت زیادی به مورفولوژی ریشه دندان داشته و استرس وارده را بیشتر جذب می‌کنند و کمتر انتقال دهند. بنابراین از شکست دندان اندو شده به طور مطلوبی جلوگیری می‌کنند. Burgess و همکاران ارجحیت پست‌هایی که بسیار شبیه به فرم ریشه باشند را تأیید کردند (۲۳). برخلاف برخی مطالعات، ما از کراون بر روی نمونه‌ها استفاده نکردیم و نیروی فشاری به طور مستقیم بر کوره‌های ساخته شده اعمال گردید (۲۴). بدین ترتیب متغیرهایی همچون ساختار مواد، طول، شکل و ضخامت که در اثر ترمیم با کراون ممکن بود در مطالعه وارد شوند حذف گردید. بدین ترتیب تمامی نیروی اعمال شده به کور منتقل گردید، در صورتیکه وقتی کراون نهایی روی کور ساخته شود کراون بخشی از نیرو را مستقیماً به ریشه منتقل می‌کند (۲۵) که از این لحاظ مشابه تحقیق دکتر Dilmener و همکاران در سال ۲۰۰۶ (۶) Barjan-Escribano و همکاران در سال ۲۰۰۶ (۲۶) می‌باشد.

در این تحقیق تأثیر ۲ نوع پست فایبر Double taper و Simple taper بر توزیع تنش بر دیواره‌های کانال ریشه دندان مورد ارزیابی قرار گرفت که در طی این جریان با وارد کردن نیروهای عمودی هر دو پست Double taper و Simple taper نشان داد که این موضوع (توزیع تنش) می‌تواند بیانگر انتقال بهتر استرس‌ها به نواحی اپیکالی توسط این پست (Double taper) در حین وارد کردن نیروهای عمودی باشد که این نتایج با نتایج Maccari و همکاران (۳) که در سال ۲۰۰۳ انجام داده‌اند مشابه بود.

در حین وارد کردن نیروهای مایل نتایج به طرز چشمگیری تغییر

Fringe order ناحیه سرویکال Green، معادل عدد ۴ و در ناحیه اپیکال Red معادل ۲/۶۵ به ثبت رسید (شکل ۵).



شکل ۵- A: پست فایبر Double taper تحت نیروی ۱۰۰ نیوتن در زاویه ۹۰ درجه، B: پست فایبر Double taper تحت نیروی ۱۵۰ نیوتن در زاویه ۳۰ درجه، C: پست فایبر Simple taper تحت نیروی ۱۰۰ نیوتن در زاویه ۹۰ درجه، D: پست فایبر Simple taper تحت نیروی ۱۵۰ نیوتن در زاویه ۳۰ درجه

همچنین در این تحقیق Double taper تحت نیروهای مایل مطلوب‌ترین توزیع استرس را نشان داد که در این الگوی توزیع کمترین میزان تجمع استرس در اپیکال بود که این امر نشان‌دهنده انتقال مطلوب استرس از سرویکال به اپیکال و در نتیجه کمترین احتمال شکستگی می‌باشد که حتی در صورت بروز شکستگی در این نوع پست، شکستگی از نوع مطلوب و قابل ترمیم است که این نتایج با نتایج حاصل از تحقیقات Barjau Escribord و همکاران (۲۶) در سال ۲۰۰۶ تشابه دارد.

با توجه به یافته‌های حاصل شده در این تحقیق، چنین نتیجه گرفته شد که در مجموع پست Double taper تحت نیروهای عمودی و مایل، نحوه پخش استرس بهتری را نسبت به پست Simple taper با همین خصوصیات نشان می‌دهند.

تشکر و قدردانی

با تشکر فراوان از آقای دکتر خرازی فرد و دانشکده فنی مهندسی دانشگاه امیرکبیر که ما را در انجام این تحقیق یاری کردند. این مقاله نتیجه پایان‌نامه شماره ۲۱۰۰۴ در دانشکده دندانپزشکی دانشگاه آزاد اسلامی تهران می‌باشد.

کرد به طوری که در هر ۲ نوع پست Simple taper و Double taper تجمع استرس در نواحی سرویکالی نسبت به اپیکالی بیشتر بود. طبق فرمول $x_2=n$ بالا بودن Fringe order هر ناحیه بیانگر جمع استرس بیشتر در آن ناحیه و افزایش احتمال شکستگی در این بخش می‌باشد که با توجه به تجمع استرس در نواحی سرویکالی و بالا بودن n در این منطقه در پخش استرس به صورت مایل احتمال ایجاد شکستگی در نواحی سرویکالی بیشتر بوده که این امر با نتایج Hayashi و همکاران (۴) در سال ۲۰۰۶ مشابه بوده و همچنین پست‌های Double taper نسبت به Simple taper در نواحی اپیکالی میزان استرس کمتری حین وارد کردن نیروهای مایل را نشان دادند.

همچنین با توجه به کاهش میزان تنش در طی نیروهای عمودی وارده از سرویکال به اپیکال در پست Double taper و توزیع تنش مطلوب این پست و اختلاف ناچیز میزان تنش سرویکالی و اپیکالی در پست Double taper نیروهای عمودی وارده، به طور کلی در پست Double taper با توزیع تنش مطلوبی مواجه هستیم که این امر منجر به کاهش میزان شکستگی در این نوع پست‌ها نسبت به Simple taper و در نهایت ایجاد شکستگی مطلوب و قابل ترمیم می‌شود که این نتایج با یافته‌های Maccari و همکاران (۳) در سال ۲۰۰۳ تطابق داشت.

منابع:

- 1- Purton FG, Love RM. Rigidity and retention of carbon fibers versus stainless steel root canal posts. *Int Endod J.* 1996;29(4):262-5.
- 2- Akkayan B, Gulmez T. Resistance to fracture of endodontically treated teeth restored with different post system. *J Prosthet Dent.* 2002;87(4):431-7.
- 3- Maccari PC, Conceicao EN, Nunes MF. Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with three different prefabricated esthetic posts. *J Esthet Restor Dent.* 2003;15(1):25-30.
- 4- Hayashi M, Takahashi Y, Imazato S, Ebisu S. Fracture resistance of publess teeth restored with post- cores and crowns. *Dent Mater.* 2006;22(5):477-85.
- 5- Shetty T, Bhat SG, Shetty P. Aesthetic postmaterials. *J Indian Prosthodont Soc.* 2005;5:122-5.
- 6- Dilmener FT, Sipahi C, Dalkiz M. Resistance of three new esthetic post-and core systems to compressive loading. *J Prosthet Dent.* 2006;95(2):103-6.
- 7- M.Sadeghi. A Comparison of the fracture resistance of Endodontically treated teeth using three different post system. *J Dent Med.* 2006;3(2):69-76.
- 8- Rosentritt M. Furer C. Behr M, Lang R, Handel G. Comparison of invitro fracture strength of metallic and tooth-coloured posts and cores. *J oral Rehabil.* 2000;27(7): 595.601.
- 9- Darabi F, Namazi L. A comparison of the fracture resistance of Endodontically treated teeth using two different restoration systems. *Dent Res J.* 2008;5(2): 65-9.
- 10- Purton DG, Love RM. Rigidity and retention of carbon fiber versus stainless steel root canal posts. *Int Endod J.* 1996;29(4):262-5.
- 11- Freno JP Jr. Guidelines for using posts in the restoration of endodontically treated teeth. *Gen Dent.* 1998;46(5):474-9.
- 12- Jalalian E, Mirzaei M. In vitro Evaluation of the effect of different Diameters of Quartz fiber posts on fracture resistance of dental roots. *Rev Clin Pesq Odontol.* 2009;5(1):29-36.
- 13- Maccari PC, Cosme DC, Oshima HM, Burnett LH Jr, Shinkai RS. Fracture strength of Endodontically treated teeth with flared root canals and restored with different post systems. *J Esthet Restor Dent.* 2007;19(1):30-6.
- 14- Amir Keyhan SH, Esfehiani Zadeh GH. Photo elastic analysis of stresses around three type of fixtures. Thesis NO:11091. Dental Azad university of Tehran. Academic year: 2004.
- 15- Frost HM. Wolff's law and bone's structural adaptations to

- mechanical usage: an overview for clinicians. *Angle Orthod* 1994;64(3):175-88.
- 16- Komada W, Miura H, Okada D, Yoshida K. Study on the fracture strength of root reconstructed with post and core: alveolar bone resorbed case. *Dent Mater*. 2006;25(1):177-82.
- 17- Sidoli GE, King PA, Satchell DJ. An in vitro evaluation of a carbon fiber-based post and core system. *J Prosthet Dent*. 1997;78(1):5-9.
- 18- Ottl P, Hahn L, Lauer Hch, Fay M. Fracture characteristics of carbon fiber, ceramic and non-palladium endodontic post systems at monotonously increasing loads. *J Oral Rehabil*. 2002;29(2):175-83.
- 19- Suzuki C, Miura H, Okada D, Komada W. Investigation of stress distribution in roots restored with different crown materials and luting agents. *Dent Mater J*. 2008;27(2):229-36.
- 20- Libman WJ, Nichlls JI. Load fatigue of teeth restored with cast posts and cores and complete crowns. *Int J Prosthodont*. 1995;8(2):155-61.
- 21- Caputo AA, Standlee JP. Biomechanics in clinical dentistry. Quintessence Pub Co. Chicago. USA; 1987.
- 22- Cohen BI, Pagnillo M, Musikant BL, Deutsch AS. Comparison of the retentive and photoelastic Properties of two Prefabricated endodontic Post system. *J Oral Rehabil*. 1999;26(6):488-94.
- 23- Burgess JO, Summit JB, Robbins JW. The resistance to tensile compression and torsional forces provided by four post systems. *J Prosthet Dent*. 1992;68(6):889-903.
- 24- Sirimai S, Riis DN, Morgano SM. An in vitro study of fracture resistance and the incidence of vertical root fracture of pulp less teeth restored with six post-and core systems. *J Prosthet Dent*. 1999;81(3):262-9.
- 25- Graig RG powers JM. Restorative dental material 11thed. St. Louis: Mosby;2002.
- 26- Barjau-Escribano A, Sancho-Bru JL, Forner-Navarro L, Rodríguez-Cervantes PJ, Pérez-González A, Sánchez-Marín FT. Influence of prefabricated post Material on restored Teeth: Fracture strength and stress distribution. *Oper Dent*. 2006;31(1):47-54.