

## مقایسه آزمایشگاهی مقاومت به شکست دندانهای درمان ریشه شده که با سه نوع پست و کور مختلف بازسازی شده اند

دکتر لادن رنجبر عمرانی<sup>۱</sup> - دکتر اسماعیل یاسینی<sup>۲</sup> - دکتر منصوره میرزایی<sup>۱</sup> - دکتر مهدی عباسی<sup>۱</sup> - دکتر نیما بنی اسد<sup>۳</sup> - دکتر حمید کرمانشاه<sup>۴</sup>

۱- استادیار گروه آموزشی دندانپزشکی ترمیمی دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی تهران

۲- استاد گروه آموزشی دندانپزشکی ترمیمی دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی تهران

۳- دندانپزشک

۴- عضو مرکز تحقیقات دندانپزشکی و استادیار گروه آموزشی دندانپزشکی ترمیمی دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی تهران

### چکیده

**زمینه و هدف:** پست‌های پیش ساخته به دلیل سادگی کار و هزینه کمتر جهت بازسازی دندانهای درمان ریشه شده مورد استقبال قرار گرفته‌اند. از آنجایی که انتخاب ترمیم مناسب در این دندانها حایز اهمیت است، در این مطالعه به عنوان هدف مقاومت به شکست و نحوه شکست دندانهای درمان ریشه شده بررسی می‌گردد.

**روش بررسی:** مطالعه به صورت آزمایشگاهی بر روی ۳۶ دندان پرولر تک ریشه انجام شد. پس از درمان ریشه به سه گروه تقسیم شدند: گروه یک: پست و کور ریختگی، گروه دو: پست Gold plated و کور آمالگامی، گروه سه: پست FRC و کور کامپوزیت، در سه گروه روکش بر روی نمونه‌ها قرار گرفت و نمونه‌ها پس از پنج هزار سیکل حرارتی در دستگاه Universal testing machine تا شکست نهایی تحت نیرو قرار گرفتند. داده‌های به دست آمده با روش one way ANOVA آنالیز شده و نحوه شکست نمونه‌ها ثبت و به وسیله آزمون Exact Fisher تحلیل شده‌اند.

**یافته‌ها:** میانگین مقاومت به شکست گروهها به ترتیب ۷۲۴، ۶۴۷، ۷۹۴ نیوتن به دست آمد و آنالیز one way ANOVA تفاوت معناداری بین گروهها نشان نداد. در گروه یک تمامی شکستها از نوع غیر قابل ترمیم، در گروه دو، هشت شکست غیر قابل ترمیم و در گروه سه تنها سه شکست غیر قابل ترمیم ایجاد شد. بین گروه سه و گروههای دیگر تفاوت معناداری از نظر نحوه شکست وجود داشت. ( $P < 0/05$ ) نتیجه‌گیری: در مواردی که فرول دو میلی‌متری باشد نوع پست و کور در مقاومت به شکست تأثیری نداشته ولی استفاده از پست FRC همراه با کور کامپوزیتی و روکش از احتمال شکستهای غیر قابل ترمیم می‌کاهد.

**کلید واژه‌ها:** بازسازی دندانهای درمان ریشه شده - پست و کور - مقاومت به شکست

پذیرش مقاله: ۱۳۹۰/۸/۱۰

اصلاح نهایی: ۱۳۹۰/۶/۱۳

وصول مقاله: ۱۳۹۰/۳/۱۹

نویسنده مسئول: دکتر حمید کرمانشاه، گروه آموزشی دندانپزشکی ترمیمی دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی تهران

e.mail:kermanshahamid@yahoo.com

### مقدمه

کور می‌باشد. اطلاعات در مورد تأثیر پست‌ها علی‌رغم مطالعات کلینیکی و لابراتواری متعدد بسیار ضد و نقیض می‌باشد، از جمله در مطالعه Sidoli (۱۰) با فرول یک میلی‌متر و روکش، میزان مقاومت به شکست پست ریختگی فلزی و استنلیس استیل و تقویت شده با فایبر، با هم تفاوت معناداری نداشته، ولی بیشترین مورد شکستهای غیر قابل ترمیم مربوط به پست و کور ریختگی بود.

با توجه به اینکه میزان شکست دندانهای درمان ریشه شده به علت درمان ریشه کاهش یافته، در نتیجه نیاز به انتخاب ترمیم مناسب در این دندانها افزایش یافته است. (۱-۳)، با مراجعه به مطالعات کلینیکی در مورد علل شکست درمان این دندانها بیشترین علت مربوط به کیفیت پایین ترمیم می‌باشد. (۴-۹)، یکی از مباحث بحث انگیز در بازسازی این دندانها میزان مقاومت به شکست آنها پس از بازسازی با انواع پست

روکش استفاده نشده در نتیجه شباهت کلینیکی این مطالعات اندک است هدف از این مطالعه بررسی مقاومت به شکست و نحوه شکست دندانهای ترمیم شده با پست و کورهای ریختگی با دو نوع پست پیش ساخته رایج در کشور می باشد که می تواند ایده واضحی در ارتباط با موفقیت کلینیکی این روشها ارائه دهد.

### روش بررسی

این مطالعه به صورت آزمایشگاهی و بر روی ۳۶ دندان پرمولر که حداکثر سه ماه از خارج شدن آنها گذشته و فاقد هرگونه پوسیدگی تاجی و کاملاً سالم بودند انجام شده است. این دندانها در محلول کلرآمین ۵٪ به مدت یک هفته نگهداری شدند. نمونه ها به صورت تصادفی به سه گروه مشتمل بر ۱۲ نمونه تقسیم گردیدند. با انجام تست آماری One way ANOVA اختلاف معناداری در ابعاد اکلوژو جینیوال و باکولینگوال تاج و ریشه نمونه های سه گروه مشاهده نگردید. ( $p > 0.05$ )

نمونه ها تا زمان انجام آزمایش و مابین مراحل آزمایش در محلول سالیس ایزوتونیک نگهداری گردیدند. پس از آن تاج دندانها دو میلی متر بالاتر از CEJ به صورت افقی قطع گردید و فینیش لاین Deep chamfer به عمق یک میلی متر و اثر فرول دو میلی متری تراش داده شد. طول کانال کلیه ۳۶ نمونه اندازه گیری گردید و به روش Step back و با استفاده از فایل های استنلس استیل نوع Dentsply-K (Dentsply-Maillefer, Baillaigues, Swiss) به روش دستی فایل گردیدند. از فایل سی به عنوان MAF (Master apical file) استفاده گردید و جهت آماده سازی ناحیه کرونا کانال از دریل های گیتس گلیدن شماره های ۲ - ۴ (Dentsply, Dentsply-Maillefer Co, Switzerland) استفاده شد. پر کردن کانال ریشه با استفاده از گوتا پرکا (Dentsply-Maillefer, Baillaigues, Swiss) ، با استفاده از روش تراکم جانبی و سیلر رزینی AH-26 (Dentsply De Trey, Konstanz, Germany). انجام پذیرفت.

گروههای آزمایشی مطالعه شامل:

در مطالعه Insua (۱۱) دندانهای بازسازی شده با پست ریختگی طلا و Fiber carbon کور کامپوزیتی و روکش، پست های ریختگی به صورت معناداری مقاومت به شکست بالاتری داشتند.

Sirimai (۲) دندانهای بازسازی شده با پست ریختگی و پست پیش ساخته فلزی و پست فایبر را بررسی کرد که پست های ریختگی مقاومت به شکست بالاتری داشتند ولی شکستهای ریشه ای، از نوع غیر قابل ترمیم بود در حالی که در انواع فایبر، فقط یک مورد از نوع غیر قابل ترمیم بود.

در مطالعه Ferrari (۱۲) موفقیت کلینیکی پست های ریختگی و پست تقویت شده با فایبر طی یک دوره چهار ساله بررسی شد، موفقیت پست های پست تقویت شده با فایبر ۹۰٪) بیش از پست ریختگی (۸۴٪) بود.

در مطالعه Raygot (۱۳) دندانهای قدامی با پست ریختگی، پست پیش ساخته و پست تقویت شده با فایبر و فرول یک میلی متری با روکش بازسازی شدند، این سه گروه از نظر مقاومت به شکست تفاوت معناداری نداشتند. ۷۰٪-۸۰٪ موارد شکستگیها بالای سطح استخوان بود.

Rosentrit در تحقیقی (۱۴) دندانهای قدامی را با پست سرامیکی، پست تقویت شده با فایبر و پست پیش ساخته فلزی و روکش بازسازی کرد، دندانهای بازسازی شده با پست های هم رنگ مقاومت به شکست بالاتری نسبت به پست پیش ساخته فلزی داشتند.

Salameh و همکاران در تحقیقی (۱۵) نشان دادند که در دندانهای قدامی فک بالا که توسط کامپوزیت و روکش با یا بدون پست فایبر بازسازی شده بودند، استفاده از پست موجب افزایش مقاومت به شکست این دندانها و بهبود پیش آگهی آنها می گردد.

با وجود تحقیقات متعدد در مورد مقاومت به شکست و نحوه شکست دندانهای درمان ریشه شده با پست و کورهای مختلف، پست های پیش ساخته فلزی همراه با کورهای آمالگام مورد بررسی قرار نگرفته بلکه در تمام موارد کور کامپوزیتی به کار برده شده است که توانایی باند شدن به دندان را دارد در عین حال در اکثر تحقیقات بر روی پست ها،

از باندینگ (3M/ESPE, St. Paul, MN, USA) single bond استفاده گردید و کور با رنگ A1 با ارتفاع ۵/۵ میلی‌متر روی پست ساخته شد و دندان پس از Finish line refining جهت قالب‌گیری آماده گردید.

لازم به ذکر است که کلیه تراشها به وسیله یک کلینیسین ماهر انجام گردید. قالب‌گیری نمونه‌ها به وسیله Heavy & light Body condensational polysiloxane (Espeedex, coltene Inc) و با استفاده از مولدهای پلاستیکی انجام گرفت و جهت کلیه نمونه‌ها کراون‌های تمام فلزی از آلیاژ Base metal نیکل - کروم تهیه گردید و پس از امتحان Fitness به وسیله سمان زینک فسفات سمان شده و به مدت چهار دقیقه تحت فشار نگه داشته شدند.

پس از آن دندانها داخل آکريل خود سخت شونده (Rapid repair dentsply Co.) به گونه‌ای مانع گردیدند که مارجین کروان دو میلی‌متر کرونالی‌تر از لبه آکريل قرار داشت. در ادامه نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در آب مقطر با دمای ۳۷ درجه قرار گرفته و پس از آن تحت Thermal cycling با تعداد هزار سیکل شامل سی ثانیه آب سرد با دمای پنج درجه و سی ثانیه آب گرم با دمای ۵۵ درجه با زمان توقف ده ثانیه قرار گرفتند.

پس از پایان Thermal cycling نمونه‌ها در دستگاه Univesal loading machine (Zwick/Roel Z050) تحت نیروی استاتیک با سرعت Cross head یک میلی‌متر در دقیقه و با زاویه ۴۵ درجه نسبت به محور طولی دندان در حد فاصل یک سوم اکلوزال و میانی سطح باکال نمونه‌ها قرار گرفتند و اولین افت در منحنی نیرو- زمان نمونه‌ها به عنوان مقاومت به شکست ثبت گردید (جدول ۱) و وارد آمدن نیرو جهت مشخص شدن نوع شکست ادامه پیدا کرد. در مرحله بعد از نمونه‌ها جهت ثبت نحوه شکست عکس تهیه گردید. شکستها زمانی که بالای مارژین آکريل رخ می‌داد از نوع قابل ترمیم و در صورتی که خط شکستگی به زیر مارژین آکريل ادامه می‌یافت از نوع ترمیم ناپذیر و نامطلوب تلقی می‌شدند.

محاسبات آماری و تهیه میانگین و میزان انحراف معیار و خطای استاندارد روی کلیه اعداد به دست آمده صورت

گروه ۱: دندانهای درمان شده با پست و کور ریختگی Base metal (C&M Co. Swiss)

گروه ۲: دندانهای درمان شده با پست پیش ساخته فلزی از جنس برنج- Gold plated cross head screw post, Nordin (Dental Co. Swiss) و کور آمالگام High copper Iran (Cinalux non gamma-2 spherical, faghihi Co.)

گروه ۳: دندانهای درمان شده با پست پیش ساخته Glass fiber (Angelus dental reforpost; Angelus, londrina, PR, Brazil) و کور از جنس کامپوزیت (Z250; 3M/ESPE, St. Paul, MN, USA) در تمام نمونه‌ها فضای کانال به طول ۵ میلی‌متر خارج گردید و حداقل چهار میلی‌متر از گوتاپرکا در ناحیه آپیکال باقی ماند.

در گروه ۱ با استفاده از آکريل Duralay (Iran ARIA DENT, .) (Asia Chemi Teb Co) الگوی آکريلي پست و کور ریختگی مورد نظر با کور ۵/۵ میلی‌متر ساخته شد و با آلیاژ Base metal نیکل- کروم ریخته شد. پست‌ها به وسیله سمان زینک فسفات (Adhesor, Spofa-Dental, kerr Co. Germany) سمان گردیدند.

در نمونه‌های گروه ۲، فضای پست آماده شده با استفاده از پست‌های برنجی پیش ساخته قیفی شکل (Gold plated cross head screw post, Nordin-Dental Inc) (استفاده از سمان zinc phosphate, Adhesor, Spofa-Dental, kerr co. Germany) سمان شدند.

با نوار ماتریکس تافل مایر آمالگام High copper (Iran) (Cinalux non gamma-2 Spherical, faghihi Co.) با ارتفاع ۵/۵ میلی‌متر قرار داده شد و با تکمیل تراش مشابه گروه A قالب‌گیری انجام شد.

گروه ۳: با پست‌های glass fiber ( Refro post glass fiber, ) (Angelus -Dental Inc) با سمان رزینی دوال کیور PANA VIA (Kuraray Medical, Tokyo, Japan), F2 light) به مدت بیست ثانیه با دستگاه Optilux 501 (kerr dental co. Germany) و با قدرت اشعه چهارصد و پنجاه mw/cm<sup>2</sup> سمان شدند شدت اشعه دستگاه به طور دوره‌ای بررسی گردید. سطح عاج تاجی با اسید فسفریک ۳۷٪ به مدت ۱۵ ثانیه اچ شده و

جدول ۱: مقدار نیروی وارده بر نمونه‌ها در لحظه شکست

ردیف	گروه ۱	گروه ۲	گروه ۳
۱	۶۲۷/۵۹	۸۱۳/۸۵	۱۸۸/۷۹
۲	۵۳۴/۶۲	۴۰۴/۶۴	۵۰۷/۸۹
۳	۱۲۰۱/۸۸	۸۳۶/۶۷	۴۴۵/۹۷
۴	۶۶۸/۲۶	۲۹۱/۹۴	۸۸۲/۱۹
۵	۹۵۰	۴۷۴/۵	۷۶۹/۴۵
۶	۶۸۹/۲۴	۴۷۷/۹۳	۵۱۳/۸۴
۷	۱۰۰۳/۰۶	۵۰۴/۶۶	۱۴۵۸/۶۱
۸	۱۰۰۷/۲۱	۱۰۱۴/۵۵	۴۴۱/۸۸
۹	۶۲۷/۳۳	۹۵۲/۵	۵۲۸/۰۹
۱۰	۶۶۸/۱۸	۳۸۸/۶	۲۹۸/۱۴
۱۱	۷۵۸/۴۵	۸۱۷/۳	۱۹۱۵/۱۴
۱۲	۷۴۶/۶۹	۷۸۸/۱۸	۱۸۸/۷۹

شکست غیر قابل ترمیم و چهار شکست قابل ترمیم بودند. در نمونه‌های گروه ۳، پنج جدا شدگی پست یا کور، چهار شکست بالای مارجین آکریل، دو شکست افقی زیر مارجین آکریل و یک شکست عمودی ریشه رخ داد. در تمام موارد در تلاش برای جدا کردن قطعه شکسته، پست از کانال خارج گردید. پس از انجام آنالیز آماری به روش Fisher exact test بین گروه‌های ۱ و ۲ اختلاف آماری معناداری مشاهده نگردید.  $(P > 0.05)$  ولی شکست‌های نمونه‌های گروه ۳ به صورت معناداری بیشتر از دو گروه دیگر از نوع قابل ترمیم بودند.  $(P < 0.05)$

### بحث

برخلاف مطالعات لابراتواری و کلینیکی متعدد انجام شده در مورد تأثیر پست بر مقاومت به شکست دندانهای درمان ریشه شده نتایج ضد و نقیضی ارایه شده است. به نظر می‌رسد عواملی مانند روکش شدن نمونه‌ها، مقدار نسج باقی مانده دندان و میزان فرول، سرعت و زاویه وارد آمدن نیرو و استفاده از نیروهای خستگی و نوع ماده ترمیمی و سمان، نوع و طول پست بر تفاوت در مقاومت به شکست در مطالعات مختلف مؤثر باشند. (۱۶-۲۴)

در این مطالعه نمونه‌ها روکش گردیدند تا بتوان شرایط را به شرایط کلینیکی و کاربردی نزدیکتر کرد و از فرول دو میلی‌متری به صورت یکسان برای کلیه نمونه‌ها استفاده گردید. همچنین طول، قطر و طرح پست‌ها بر اساس مطالعات منتشر شده پیشین انتخاب گردید. نیرو با زاویه ۴۵ درجه نسبت به محور طولی وارد گردید که مخربتر از نیروهای عمودی می‌باشند.

با توجه به شرایط مطالعه حاضر میانگین نیروهای شکست در سه گروه به ترتیب ۷۹۴، ۶۴۷ و ۷۲۴ نیوتن بود که بیشترین مقاومت به شکست مربوط به گروه پست و کور ریختگی و کمترین مقاومت مربوط به گروه پست پیش ساخته و کور آمالگامی بود ولی از لحاظ آماری اختلاف معناداری بین سه نوع پست مشاهده نگردید. عدم وجود تفاوت معنادار نمونه‌ها در مقاومت به شکست را می‌توان به وجود فرول دو

گرفت و آنالیز آماری مقاومت به شکستها با استفاده از روش one way analysis of variance (ANOVA) صورت گرفت.

نحوه شکست نمونه‌ها نیز پس از تهیه عکس جهت سندیت به وسیله آزمون Fisher exact آنالیز گردید.

### یافته‌ها

میانگین مقاومت به شکستهای هر گروه عبارت بودند از:  
گروه ۱:  $793/96 \pm 57/46$  N  
گروه ۲:  $647/16 \pm 71/33$  N  
گروه ۳:  $724/66 \pm 144/07$  N  
آنالیز آماری one way ANOVA بر روی نتایج حاصله هیچ‌گونه اختلاف آماری خاصی را بین سه گروه آزمایش نشان نداد.  $(P = 0.579 > 0.05)$

از نظر نوع شکستها در گروه ۱، ده شکست به صورت مایل از مارجین کراون تا زیر آکریل رخ داد، یک شکست عمودی ریشه و یک شکست افقی ریشه زیر مارجین آکریل اتفاق افتاده بود و همگی شکستها از نوع غیر قابل ترمیم مجدد بود. در گروه ۲، هفت شکست مایل تا زیر آکریل، سه شکست افقی بالای مارجین آکریل، یک شکست کور و یک شکست افقی ریشه زیر مارجین آکریل رخ داد که هشت

ریشه می‌کنند و لذا در صورت نقص در ترمیم آنها، امکان ترمیم مجدد در آنها بیشتر است. (۲، ۵، ۹، ۲۰، ۲۷) نکته قابل توجه در گروه FRC این بود که در تلاش برای خارج کردن قطعه شکسته، پست به طور کامل از کانال خارج گردید که نشان دهنده ضعف ناحیه باند شونده می‌باشد. در این گروه زمانی که تنش به حد بحرانی می‌رسد ترک‌هایی در ضعیف‌ترین قسمت مجموعه که ناحیه باند شونده است ایجاد می‌گردد و منجر به جدا شدن پست از دیواره کانال می‌شود و پس از آن نیروها به پست و دندان وارد شده و در نهایت به شکست دندان منتهی می‌شود. (۲۳)

### نتیجه‌گیری

۱- در استفاده از پست و کوره‌های ریختگی، پست پیش ساخته فلزی با کور آمالگام و پست FRC با کور کامپوزیت به همراه روکش با فرول دو میلی‌متر تفاوتی از لحاظ مقاومت به شکست وجود ندارد شاید بتوان چنین نتیجه‌گیری کرد که فرول ۲ میلی‌متری بتواند اثر نوع پست و کور بر روی مقاومت به شکست دندانهای درمان ریشه شده را خنثی کند.

۲- در مواردی که فرول دو میلی‌متری موجود باشد، استفاده از پست‌های FRC به دلیل نزدیکی ضریب کشسانی نزدیک به عاج باعث کاهش معنی‌دار شکست‌های ریشه به صورت غیر قابل ترمیم می‌گردد، توصیه می‌شود.

میلی‌متری نسبت داد. نتایج تحقیقات دیگر هم تأیید کننده این مطلب است که استفاده از روکش همراه با فرول مناسب نقش نوع پست را کم‌رنگ می‌سازد. (۱۶-۱۹ و ۲۵-۲۶)، به بیان دیگر میزان نسج باقیمانده دندان در مقاومت به شکست دندانهای درمان ریشه شده اهمیت حیاتی دارد. (۲۲، ۲۷) Silva در تحقیقی تأثیر پست، کور، نوع روکش و وجود فرول را بر رفتار بیومکانیک دندانهای درمان ریشه شده بررسی و چنین نتیجه‌گیری کرده است که وجود فرول دو میلی‌متری از نسج سالم دندان بدون توجه به نوع پست و یا روکش باعث بهبود توزیع تنش در ساختار ریشه دندان می‌شود. (۲۲)

مطالعات نشان داده است که در مواقعی که نسج باقیمانده دندان پس از درمان ریشه کافی نباشد نقش پست‌ها در نحوه توزیع تنش دارای اهمیت است. (۲۳، ۲۸-۲۹) از نظر نوع شکستها در گروه ۱ همه شکستها از نوع نامطلوب، در گروه ۲، هشت شکست از نوع نامطلوب و در گروه ۳، تنها سه شکست نامطلوب بود و آنالیز آزمون Fisher exact بین گروه ۳ با دو گروه دیگر اختلاف معنادار نشان داد. بدین ترتیب که میزان شکستهای غیر مطلوب در دندانهای بازسازی شده با پست فایبر و کور کامپوزیتی کمتر می‌باشد. علت این مسئله به دلیل نزدیک بودن ضریب الاستیسیته پست‌های فایبر با عاج می‌باشد که تنش را نسبت به پست‌های فلزی یگنواخت‌تر توزیع کرده و در نتیجه احتمال شکست نه مطلوب را کاهش می‌دهد. تحقیقات دیگر نیز مشاهده شد که پست‌های فلزی بیشتر باعث شکستگی ریشه می‌شوند و پست‌های FRC به ندرت ایجاد شکستگی

### REFERENCES

1. Cheung W. A review of the management of endodontically treated teeth post, core and the final restoration. J Am Dent Ass. 2005May; 136(5):611-619.
2. Sirimai S, Riis DN, Morgano SM. An in vitro study of the fracture resistance and the incidence of vertical root fracture of pulpless teeth restored with six post-and-core systems. J Prosthet Dent. 1999Mar;81(3): 262-9.
3. Insua A, Da Silva L, Rilo B, Santana U. Comparison of the fracture resistances of pulpless teeth restored with a cast post and core or carbon-fiber post with a composite core. J Prosthet Dent. 1998Nov;80(5):527-32.
4. Soernsen JA, Martinoff JT. Endodontically treated teeth as abutments. J of prosthet Dent. 2003 May;53(5):631-6.
5. Vire DE. Failure of endodontically treated teeth: classification and evaluation. J Endodont. 1991Jul;17(7):338-42.
6. Fuss Z, Lusting J, Tames A. Prevalance of vertical root fracture in extracted endodontically treated teeth. Int Endod J. 1999Aug; 32(4):283-6.

7. Salehrabi R, Rostein I. Endodontic treatment outcomes in a large patient population in the USA: An epidemiological study. *J Prosthet Dent.* 2003 Dec; 30(12):846-850.
8. Aquilino SA, Caplan DJ. Relationship between crown placement and the survival of endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent.* 2002 Mar; 87(3):256-263.
9. Zadic Y, Sandler V, Bechor R. Analysis of factors related to extraction of endodontically treated teeth. *Oral Surgery Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008Nov; 106(5):e31-e35.
10. Sidoli G, King E, Setchell P, Derrick J. An in vitro evaluation of a carbon fiber-based post and core system. *J Prosthet Dent.* 1997Jul; 78(1):5-9.
11. Insua A, Da Silva L, Rilo B, Santana U. Comparison of the fracture resistances of pulpless teeth restored with a cast postsand core or fiber carbon post with a composite core. *J Prosthet Dent.* 1998Nov;80(5):527-32.
12. Ferrari M, Vichi A, Garcia-Godoy F. Clinical evaluation of fiber-reinforced epoxy resin posts and cast post and cores. *Am J Dent.* 2000May;13(spec No):15B-18B.
13. Raygot C G, Chai J, Jameson D L. Fracture resistance and primary failure mode of endodontically treated teeth restored with a carbon fiber-reinforced resin post system in vitro. *Int J Prosthet.* 2001 Mar-Apr;14(2):141-5.
14. Rosentritt M, Sikora M, Behr M, Handel G. In vitro fracture resistance and marginal adaptation of metallic and tooth-coloured post systems. *J Oral Rehabil.* 2004 Jul;31(7):675-81.
15. Salameh Z, Sorrentino R, Ounsi HF, Sadig W, Atiyeh F, Ferrari M. The effect of different full-coverage crown system on fracture resistance and failure pattern of endodontically treated maxillary incisors restored with or without glass fiber posts. *J Endod.* 2008 Jul;34(7):842-846.
16. Pereira JR, De Ornelas F, Conti PC, do Valle AL. Effect of a crown ferrule on the fracture resistance of endodontically treated teeth restored with prefabricated posts. 2006;32:567-71.
17. Akkayan B, DMD. An invitro study evaluating the effect of ferrule length on fracture resistance of endodontically treated teeth restored with Fiber reinforced and zirconia dowel systems. *J Prosthet Dent.* 2004Jan;92(1):155-60.
18. McDonald A V, King P A, Setchell D. In vitro study to compare impact fracture resistance of intact root-treated teeth. *Int Endod J.* 1990Nov;23(6):304-12.
19. Dean J P, Jeansonne BG, Sarker N. In vitro evaluation of carbon fiber posts. *J Endod.* 1998 Dec; 24 (12): 807-10.
20. Goto Y, Nicholls JI, Philips KM, Junge T. Fatigue resistance of endodontically treated teeth restored with three dowel and core systems. *J Prosthet Dent.* 2005Jan;93(1):45-50.
21. Teixeira CS, Silva-Sousa YT, Sousa-Neto MD. Bond strength of fiber posts to weakened roots after resin restoration with different light-curing times. *J Endod.* 2009 Jul;35(7):1034-1039.
22. Da Silva NR, Raposo LH, Versluis A, Fernandes-Neto AJ, Soares CJ. The effect of post, core, crown type, and ferrule presence on the biomechanical behavior of endodontically treated bovine anterior teeth. *J Prosthet Dent.* 2010 Nov;104(5):306-317.
23. Da Silva GR, de Santos-filho PC, Simamoto-junior PC, et al. Effect of post type and restorative techniques on the strain and fracture resistance of flared incisor roots. *Braz Dent J.* 2011;22(3):230-237.
24. Buttel L, Krastl G, Lorch H, Naumann M, Zitzmann NU, Weiger R. Influence of post fit and post length on fracture resistance. *Int Endod J.* 2009 Jan;42(1):47-53.
25. Fokkinga WA, Kreulen CM, Le Bell-Rnnlf A-M, Lassila LVJ, Vallittu PK, Creugers NHJ. In vitro fracture behaviour of maxillary premolars with metal crowns and several post-and-core systems. *Eur J Oral Sci.* 2006 Jun; 114(3):250-6.

26. Hu Y-H, Hsu C-C, Lau Y-H. Fracture resistance of endodontically treated anterior teeth restored with four post-and-core systems. *Quintessence Int.* 2003May;34(5):349-53.
27. Le Bell-Rönnlöf AM, Lassila LV, Kangasniemi I, Vallittu PK. Load-bearing capacity of human incisor restored with various fiber-reinforced composite posts. *Dent Mater.* 2011Jun;27(6):e107-e115.
28. Bitter K, Noetzel J, Stamm O, Vaudt J, Meyer-Lueckel H, Neumann K, et al. Randomized clinical trial comparing the effects of post placement on failure rate of postendodontic restorations: preliminary results of a mean period of 32 months. *J Endod.* 2009 Nov; 35(11):1477-1482.
29. Mangold JT, Kern M. Influence of glass-fiber posts on the fracture resistance and failure pattern of endodontically treated premolars with varying substance loss: an in vitro study. *J Prosthet Dent.* 2011 Jun;105(6):387-93.

Archive of SID