

## بررسی تأثیر جنس Post-Core بر استحکام شکست در بازسازی تاج دندان های درمان ریشه شده

ساره حبیب زاده<sup>۱\*</sup>، محمد جواد خرازفرد<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> استادیار گروه آموزشی پروتزهای دندانی، پردیس بین الملل دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی تهران، تهران، ایران.

<sup>۲</sup> مشاور آمار، مرکز تحقیقات دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی تهران، تهران، ایران.

تاریخ ارائه مقاله: ۹۸/۵/۱۹ - تاریخ پذیرش: ۹۸/۹/۲

### Effect of Post and Core Materials on Fracture Strength in the Crown Reconstruction of the Root-Treated Tooth

Sareh Habibzadeh<sup>1</sup>, Mohammad Javad Kharazifard<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Assistant Professor, Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Tehran University of Medical Sciences, International Campus, Tehran, Iran.

<sup>2</sup> Statistical Advisor, Dental Research Center, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

Received: 10 August 2019; Accepted: 23 November 2019

**Introduction:** Root canal-treated teeth are more prone to failure in functional forces. Post and core procedures are often indicated in these cases. On the other hand, there have been interests in the use of all-ceramic restorations with improved properties in posterior teeth reconstruction. This study aimed to investigate the fracture strength of four different post and core systems in root canal-treated premolars with all-ceramic crowns.

**Materials and Methods:** A total of 48 mandibular premolars were selected and subjected to root canal standard treatment. Afterward, they were divided into four groups of Ni-Cr post and cores casting, glass fiber post/composite core, non-precious gold post and cores casting, and custom-made milled zirconia posts and cores. Each specimen received all-ceramic crowns with zirconia copings and was then loaded by the Zwick device. The amount of fracture resistance by the specimens up to the breaking point was measured and the modes of failure were analyzed in this study. The data were analyzed using analysis of variance and Tukey's honest significance test ( $\alpha=0.05$ ).

**Results:** The mean fracture strengths of the four groups were  $780.59 \pm 270$ ,  $70 \pm 323$ ,  $963.24 \pm 915.307$ , and  $435.34 \pm 220$  N, respectively. There were differences between the core and post groups regarding this difference ( $P=0.000$ ).

**Conclusion:** According to the results, out of the post-and-core procedures used for the reconstruction of prosthetic root canal-treated premolars with all-ceramic crown, the custom-milled zirconia had lower fracture strength, and non-restorable fractures were more prevalent in these posts.

**Key words:** Fracture Strength, Post and Core Procedure, Root-Treated Tooth, Zirconia

**Corresponding Author:** sareh.habibzadeh@gmail.com, s-habibzadeh@tums.ac.ir

*J Mash Dent Sch 2020; 44(1): 23-34.*

#### چکیده

**مقدمه:** دندان های درمان ریشه شده در برابر نیروهای فانکشنال بیشتر مستعد به شکست می باشند. در این موارد اغلب درمان پست و کور تجویز می گردد. از سوی دیگر استفاده از رستوریشن های تمام سرامیک با بهبود خواص آن ها در بازسازی دندان های خلفی گسترش یافته است. هدف از این مطالعه، بررسی استحکام شکست چهار سیستم پست و کور در دندان های درمان ریشه شده پره مولر با روکش تمام سرامیک بود.

**مواد و روش ها:** ۴۸ عدد دندان پرمولر اول مندیبل به طور تصادفی در چهار گروه تقسیم شدند. پس از انجام درمان ریشه استاندارد، به ترتیب در گروه اول تا چهارم از پست و کور ریختگی (Ni-Cr)، پست گلاس فایبر و کور کامپوزیت، پست و کور ریختگی Non-Precious Gold و پست و کور زیرکونیایی Custom Milled استفاده گردید. کلیه نمونه ها با روکش تمام سرامیکی با کوپینگ زیرکونیا بازسازی شده و تحت بارگذاری با دستگاه Zwick قرار گرفتند. میزان نیروی قابل تحمل توسط نمونه ها تا نقطه شکست اندازه گیری شده و نوع شکست نیز در هر گروه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج با آزمون های آنالیز واریانس و آزمون اختلاف معنی دار توکی ارزیابی شدند ( $\alpha=0.05$ ).

\* مولف مسؤول، نشانی: تهران، ابتدای خانی آباد، نو، شهرک شریعتی، خیابان ماهان، روبروی پارک شریعتی، دانشکده دندانپزشکی، تلفن: ۰۹۱۲۵۲۱۲۷۵۸

E-mail: sareh.habibzadeh@gmail.com, s-habibzadeh@tums.ac.ir

**یافته ها:** میانگین استحکام شکست در چهار گروه مورد مطالعه به ترتیب  $۷۸۰/۵۹ \pm ۲۷۰$ ،  $۷۰ \pm ۳۲۳$ ،  $۷/۳۰۷ \pm ۹۱۵$ ،  $۹۶۳/۲۴ \pm ۲۲۰$  و  $۴۳۵/۳۴ \pm ۲۲۰$  نیوتن گزارش شد. این تفاوت در گروه پست و کور زیرکونیا معنی دار بود ( $P=۰/۰۰۱$ ).

**نتیجه گیری:** این مطالعه نشان داد که از بین سیستم های پست و کور مورد استفاده در بازسازی پروتزی پرمولرهای درمان ریشه شده با روکش تمام سرامیک، پست و کورهای Custom Milled زیرکونیا به طور معنی داری استحکام شکست پایین تری نسبت به سایر گروه ها داشته و شکستگی های غیر قابل ترمیم با این پست ها شایع تر است.

**کلمات کلیدی:** استحکام شکست، دندان های درمان ریشه شده، پست و کور، زیرکونیا  
مجله دانشکده دندانپزشکی مشهد / سال ۱۳۹۹ دوره ۴۴ / شماره ۱: ۳۴-۲۳.

## مقدمه

شده است.<sup>(۸و۹)</sup> از سوی دیگر، عدم سازگاری نسجی، کروژن و گاهی شکست طولی در ریشه دندان های ترمیم شده با این پست ها، به همراه تأثیرات منفی آنها بر زیبایی، سبب شد که این پست و کورها دیگر به عنوان استاندارد طلایی در رستوریشن دندان های درمان ریشه شده، مطرح نباشند.<sup>(۱۰-۱۳)</sup> معایب استفاده از پست های ریختگی با ضریب الاستیک بالا، انتقال مستقیم نیروها از پست به سطح تماس با دندان است، که می تواند سبب شکست دندان شود.<sup>(۱۴و۱۵)</sup> در اغلب موارد این شکستگی غیر قابل ترمیم است.<sup>(۱۶و۱۷)</sup> در عوض ذکر شده استفاده از پست با ضریب الاستیک مشابه با عاج می تواند، عملکرد بیومکانیکی یکنواخت و مطلوب تری داشته باشد.<sup>(۱۷)</sup> آلیاژ NPG (Non-pieuous gold) که در سال ۱۹۸۷ معرفی شد، نسبت به آلیاژهای نیکل کروم ضریب الاستیک نزدیک تری به عاج دارد.<sup>(۱۸)</sup> این آلیاژ حاوی بیش از ۸۰ درصد مس است که به نام آلیاژ طلای غیرقیمتی (NPG) شناخته می شود. ادعا شده است که این آلیاژ علاوه بر خواص مکانیکی و فیزیکی مطلوب به عنوان پست، آماده سازی و تراش بسیار ساده تری نسبت به پست نیکل کروم دارد. اما مطالعات اندکی در رابطه با استحکام شکست دندان های بازسازی شده با آنها موجود می باشد.<sup>(۱۹)</sup>

از سوی دیگر مشکل عمده در ترمیم دندان های قدیمی درمان ریشه شده نیازمند پست، سایه مشاهده شده در زیر

از دست دادن ساختمان تاجی دندان در اثر پوسیدگی، شکستگی، تضعیف ترمیم و یا تضعیف ریشه در اثر برداشتن بیش از حد عاج دندان در طی مراحل پاکسازی، شکل دهی و آماده سازی فضای پست، موجب استعداد بیشتر دندان به شکست می شود.<sup>(۱-۳)</sup> در این موارد، طرح درمان پست و کور و به دنبال آن پوشش تاج با روکش درمان انتخابی است.<sup>(۴-۶)</sup> بیش از ۲۵۰ سال است که از سیستم های پست و کور در دندانپزشکی استفاده می شود. انتخاب سیستم پست و کور مناسب، دشوار و پیچیده است. از سوی دیگر خطر شکستگی ریشه با انتقال صحیح نیروها در طول آن کاهش یافته و خصوصیات پست از جمله قطر، طول، جنس و استحکام شکست آن می تواند بر این مهم تأثیرگذار باشد.<sup>(۷و۸)</sup>

سالیان متمادی فلزات تنها مواد مورد استفاده جهت ساخت پست بودند. محبوبیت پست و کورهای ریختگی فلزی ناشی از موفقیت بالا، پروگنوز طولانی مدت مطلوب، کاربرد آسان و هزینه پایین است.<sup>(۹)</sup> از آنجا که در این سیستم ها، پست و کور به صورت یکپارچه و اختصاصی تهیه می شود، مورفولوژی فضای کانال را نسبتاً دقیق بازسازی می کند. بیشترین استفاده از این سیستم ها در دندان های با نسج تاجی باقی مانده محدود، دندان های تک ریشه با حجم تاجی کوچک، دندان های انحراف یافته و نیز تصحیح محور کور و موازی کردن آن با دندان مجاور ذکر

یکپارچه زیرکونیا با استفاده از دستگاه CAD-CAM بر روی بلوک های Yttrium-Tetragonal Zirconium Polycrystal (Y-TZP) برای اولین بار در سال ۲۰۰۷ توضیح داده شد.<sup>(۲۸،۲۹)</sup> در این تکنیک پس از تهیه الگوی آکریلی پست و اسکن آن، اطلاعات در کامپیوتر آنالیز شده و تراش بر اساس الگوی آغاز می گردد. مطالعات موردی نشان داده اند این تکنیک به ساخت پست و کوری سخت (Stiff)، با حداکثر تطابق با کانال و مناسب از نظر زیبایی منجر می گردد.<sup>(۳۰)</sup> از یک سو استفاده از پست زیرکونیا به دلیل ضریب الاستیک بالا (۲۰۰ GPa)، شکست های فاجعه بار ریشه و دشواری در خارج سازی پست، همواره با شک و تردید همراه بوده است.<sup>(۳۱)</sup> از سوی دیگر برخی مطالعات بیان کرده اند پست و کور با ضریب الاستیک بالا، ساپورت ناحیه کرونا را بهتر تأمین نموده و انتقال استرس یکنواخت تری را به همراه دارد.<sup>(۳۲)</sup> به عنوان مثال در بررسی Akkayan و همکارانش<sup>(۳۳)</sup>، پست های گلاس فایبر و زیرکونیا تقریباً استحکام شکست مشابهی داشتند. در مطالعه ای پیرامون استحکام شکست دندان های تحت درمان ریشه با سیستم های مختلف پست و کور، Heydeck و همکارانش<sup>(۳۴)</sup> تفاوت معنی داری را بین دندان های ترمیم شده با پست تیتانیوم و کور کامپوزیتی، پست زیرکونیا و کور کامپوزیتی، پست زیرکونیا و کور سرامیکی Heat-Pressed و پست و کور طلا مشاهده نکردند. همچنین استحکام و نوع شکست در هر سه گروه پست زیرکونیا و کور گلاس سرامیک، پست و کور فایبر کامپوزیت و پست و کور ریختگی فلزی در مطالعه Xible و همکارانش<sup>(۳۵)</sup> مشابه گزارش شد. از این سو، در این مطالعه به بررسی استحکام شکست سیستم های پست و کور زیرکونیا، ریختگی فلزی نیکل کروم و NPG و گلاس فایبر با کور

رستوریشن های تمام سرامیک، ناشی از رنگ تیره پست های تمام فلزی و کربن فایبر است.<sup>(۳۰)</sup> جهت حل این معضل استفاده از سیستم هایی چون پست های الیاف کربنی پوشش داده شده با زیرکونیا، پست های زیرکونیا، پست های پیش ساخته تقویت شده با الیاف و در نهایت رزین های تقویت شده با الیاف پیشنهاد شده اند.<sup>(۳۱)</sup> پست های فایبر گلاس جز پست های هم رنگ دندان محسوب می شوند و از طرفی به دلیل تشابه ضریب الاستیک با عاج دندان، شکست ریشه در استفاده از آن ها کمتر مشاهده شده است.<sup>(۳۲)</sup> Gu و همکارانش<sup>(۳۳)</sup> نشان دادند پست های فایبر و تیتانیوم، به ویژه زمانی که با سمان رزینی همراه شوند، نتایج بهتری را از خود بروز می دهند. Torres-Sánchez و همکارانش<sup>(۳۴)</sup> استفاده از پست گلاس فایبر به همراه سمان گلاس آینومر تقویت شده با رزین را عامل بهبود استحکام شکست دندان های درمان ریشه شده ذکر کردند. از سوی دیگر کنترل های ۱۰ ساله، میزان شکست در درمان های انجام گرفته توسط فایبر پست ها را بیش از دو برابر در مقایسه با درمان های انجام شده توسط پست های آلیاژ تیتانیوم و ریختگی گزارش کرده اند.<sup>(۳۵،۳۶)</sup> بنابراین تحقیقاتی که پیرامون مقایسه استحکام شکست پست فایبر با پست ریختگی صورت گرفته اند نتایج یکسانی نداشته اند و همچنان اختلاف نظر در رابطه با استفاده از این سیستم ها وجود دارد.

پست های زیرکونیا اولین بار توسط Meyenberg و همکارانش<sup>(۳۷)</sup> در سال ۱۹۹۵ معرفی شدند. زیرکونیا ماده ای است که امروزه در دندانپزشکی به دلیل ثبات شیمیایی خوب، استحکام مکانیکی بالا و ضریب یانگ مشابه با آلیاژهای فولاد زنگ نزن به طور گسترده ای مورد استفاده قرار می گیرد.<sup>(۳۸)</sup> تکنیک ساخت و تراش پست و کور

(DNZ, Germany)، تاج تمامی نمونه ها به نحوی با توربین سرعت بالا (NSK, Nakanishi, Japan) و آب فراوان قطع شد که پس از تکمیل خط خاتمه تراش، حداقل ۲ میلیمتر نسج تاجی سالم برای ایجاد فرول (Ferrule) باقی بماند. دندان ها در ادامه مراحل مطالعه در نرمال سالین ۰/۹ درصد نگهداری شدند.

درمان ریشه استاندارد روی تمامی نمونه ها انجام شد و پس از ثبت طول کارکرد (۰/۵ میلی متر کوتاه تر از اپکس رادیوگرافیک) مراحل پاکسازی و شکل دهی کانال به روش استاندارد Step back صورت گرفت. جهت شستشو از محلول هیپوکلریت سدیم ۵/۲۵ درصد استفاده گردید و کانال ها به روش تراکم جانبی (Lateral Condensation) با گوتا پرکا (Meta biomed, South Korea) و سیلر بدون اوژنول (AH26, Dentsply, De Trey, Konstanz, Germany) پر شدند. ختم تراش Radial Shoulder، ۰/۵ میلیمتر بالاتر از CEJ به عرض ۱ میلیمتر، در تمام سطوح دندان داده شد و با در نظر گرفتن طول کارکرد، گوتا پرکا تا حدی خارج گردید که حداقل ۴ میلیمتر از آن جهت برقراری سیل اپیکال باقی بماند. در ادامه در گروه اول، سوم و چهارم الگو پست و کور یکپارچه با استفاده از آکریل الگو رزینی (GC Corporation, Tokyo, Japan) به روش مستقیم ساخته شد.

۱۲ عدد از الگو های پست و کور، با آلیاژ نیکل-کروم (Wiron99, BEGO, Bremen, Germany) و ۱۲ الگو دیگر با آلیاژ NPG (Albadent, USA) ریخته شدند. از الگو دیگر به روش MAD-MAN (Zirkonzahn, Gais, Italy) پست و کور یکپارچه زیرکونیا تهیه گردید. پس از انجام تنظیمات لازم و اطمینان از نشست کلیه پست ها در داخل کانال (با کلیشه رادیوگرافی)، پست و کانال هر دو توسط الکل اتانول ۹۶ درصد تمیز شده و سپس کانال ها با نرمال

کامپوزیت، در دندان های درمان ریشه شده پرمولر اول مندیبل با روکش تمام سرامیک زیرکونیا پرداختیم.

### مواد و روش ها

با توجه به نتایج مطالعه Bittner و همکاران<sup>(۲۷)</sup> با استفاده از گزینه مقایسه چند میانگین در نرم افزار Minitub برای ۴ گروه و با در نظر گرفتن  $a=0/05$  و  $b=0/2$ ، حداقل اختلاف معنادار N ۱۶۰ و انحراف معیار متوسط N۱۴۰، حداقل حجم نمونه مورد نیاز در هر گروه ۱۲ نمونه برآورد گردید. بنابراین در این تحقیق تجربی-آزمایشگاهی، ۴۸ دندان پره مولار تک کانال مندیبل که حداقل از ناحیه ۲ میلیمتری بالای CEJ سالم بوده و فاقد درمان های قبلی ریشه، ترمیم، ترک، شکستگی، سایش مشخص و نقایص هیپوپلاستیک مینایی بوده و در ضمن ریشه آن ها کاملاً تشکیل شده بود، انتخاب گردید و به طور تصادفی در چهار گروه ۱۲ تایی تقسیم شدند.

نمونه ها قبل از آغاز مطالعه، به مدت ۲ روز در محلول کلرآمین T (Merck-Schuchardt, OHG, Germany) نگهداری و ضدعفونی شدند.<sup>(۲۷)</sup> سپس هرگونه جرم و دبری باقی مانده از سطح آنها توسط اسکیلر دستی و اولتراسونیک (NSK, Nakanishi, Japan) حذف شد و با استفاده از محلول پامیس و برس همراه با هندپیس دور آهسته کاملاً تمیز شدند. به منظور یکسان نمودن نمونه ها از نظر ابعاد، جهت توزیع برابر آن ها در گروه های مختلف، بزرگترین عرض مزبودیستالی و ارتفاع اکلوژوژنژیوالی هر دندان با استفاده از کولیس اندازگیری شد. میانگین ارتفاع اکلوژوژنژیوالی و مزبودیستالی دندان های منتخب به ترتیب ۷ و ۹ با دامنه یک میلیمتر برای هر دندان در نظر گرفته شد و دندان های با عرض مزبودیستالی و اکلوژوژنژیوالی نامناسب از جمع نمونه ها حذف گردیدند. پس از برداشت پوسیدگی و مینای بدون پشتیبان به کمک فرز استوانه ای

سورویور، موازی با محور طولی خود و ۲ میلی‌متر بالاتر از CEJ مانت شدند.<sup>(۱۹۳۵)</sup> سپس موم از سطح ریشه داخل بلوک آکرلیلی حذف شد و فضای باقیمانده بین ریشه دندان و بلوک آکرلیلی با سیلیکون رقیق (Speedex, Colten AG, ) و بلوک آکرلیلی (Altstattea, Switzerland) پر شد. با اینکار ضخامتی حدود ۰/۲ تا ۰/۳ میلی‌متر ایجاد شد که معادل ضخامت لیگامان پریودنتال می باشد.<sup>(۳۶-۳۸)</sup>

به منظور وارد آوردن نیروی ۴۵ درجه، نمونه‌ها درون یک نگهدارنده قرار گرفتند. جهت اعمال نیرو از دستگاه Universal Testing Machine (Zwick Roell Group, Germany) استفاده شد. نیرو با سرعت ۰/۵ میلی‌متر بر دقیقه به ناحیه شیار مرکزی هر دندان با گوه ای کروی به قطر ۴ میلی‌متر وارد شد (تصویر ۱).

در هر نمونه، نخستین افت در نمودار استرس به عنوان نقطه شکست در نظر گرفته شده و پس از آن اعمال نیرو متوقف گردید. سپس نمونه‌ها از نظر نحوه شکست تقسیم بندی و بررسی شدند. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزار آماری SPSS با ویرایش ۲۰ استفاده شد. مقادیر میانگین و انحراف معیار استحکام شکست نمونه‌ها و فراوانی درصد نحوه شکست در گروه‌های مختلف اندازه گیری و گزارش شد.



تصویر ۱: دستگاه Zwick در حال بارگذاری

سالین شستشو و با کن کاغذی خشک شدند. پست‌ها با استفاده از سمان پاناویا (Panavia F2.0, Kuraray, ) و با پروتکل پیشنهادی (Noritake, Dental Inc., Japan) و با پروتکل پیشنهادی کارخانه سازنده در کانال‌ها سمان گردیدند. جهت سمان کردن پست‌ها طبق دستور کارخانه سازنده باندینگ ED Primer II به فضای پست و عاجی زده شد و پس از ۶۰ ثانیه با کن کاغذی و فشار ملایم هوا خشک شد. سمان رزینی پاناویا دوال کیور به مدت ۲۰ ثانیه مخلوط و مستقیماً به پست زده شد، مقداری از سمان نیز توسط Lentulo (Mani; Tochigi, Japan) سایز ۲۰ در داخل کانال قرار گرفت و پست درون کانال قرار داده شد، با فشار انگشت در جای خود مستقر گردید، سپس از دو جهت باکال و لینگوال ۴۰ ثانیه نور دهی شد.

در گروه دوم از پست فایبر گلاس و کور کامپوزیتی استفاده گردید. پست گلاس فایبر (Light post, Illusion X-) (RO, RTD, France) سایز مناسب با کانال انتخاب گردید و پس از اطمینان از نشست پست توسط رادیوگرافی، با سمان مشابه با سایر پست‌ها (PanaviaF20, Kuraray, Noritaka, Japan) طبق دستور کارخانه سازنده سمان شد. در ادامه کور کامپوزیتی (PhotoCore, Kuraray, Japan) فرم داده شد.

تمامی نمونه‌ها جهت ساخت روکش تمام سرامیک با کوپینگ زیرکونیا با تکنیک CAD CAM (Cerec 4.0, ) (Sirona Dental Systems, Bensheim, Germany) اسکن شدند. در پایان نمونه‌های روکش حاصله با همان روش استاندارد ذکر شده با سمان Panavia سمان شدند. جهت بازسازی الیاف لیگامان پریودنتال، سطح ریشه‌ها تا ۲ میلی‌متر زیر خط سرویکال در داخل موم ذوب شده (Cavex) فرو برده شدند. پس از آن دندان‌ها در بلوک آکرلیل فوری خود سخت شونده (Acropars, Iran) با استفاده از

آزمون آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA)، استحکام شکست در گروه ۴ (پست و کور زیرکونیایی) به صورت معنی داری از سایر گروه ها پایین تر بود ( $P=0/000$ ). مقایسه دو به دو گروه ها با استفاده از آزمون HSD Tukey نیز نشان داد که تفاوت آماری معنی داری بین گروه ۴ (پست و کور یکپارچه زیرکونیا) و سایر گروه ها وجود داشت ( $P<0/001$ ) (جدول ۱ و تصویر ۲). میزان استحکام شکست پست های NPG و فایبر گلاس با کور کامپوزیتی بالاتر از پست های ریختگی فلزی گزارش شد، ولی این میزان از نظر آماری معنی دار نبود. تصویر ۲، میانگین و فاصله اطمینان ۹۵ درصدی استحکام شکست نمونه ها را نشان می دهد.

در ادامه مقایسه استحکام شکست نمونه ها در هر گروه با استفاده از آزمون آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) و آزمون مقایسه های دو به دو (Tukey HSD) مورد قضاوت قرار گرفت. سطح معنی داری در همه آزمون ها ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

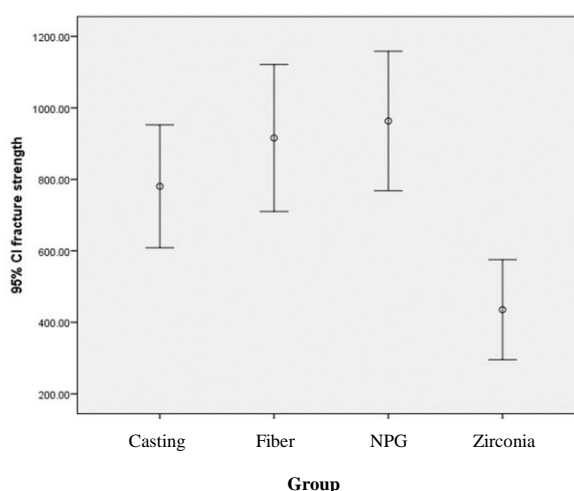
### یافته ها

میانگین، انحراف معیار و خطای استاندارد در استحکام شکست چهار نوع پست مورد مطالعه در جدول ۱ نشان داده شده است. همان گونه که مشخص است، بیشترین استحکام شکست مربوط به گروه ۳ (پست ریختگی NPG) و کمترین آن در گروه ۴ (پست و کور یکپارچه زیرکونیایی) مشاهده شد. در مقایسه آماری این نتایج با

جدول ۱: میانگین، انحراف معیار و خطای استاندارد در استحکام شکست چهار نوع پست بر حسب نیوتن

| گروه مطالعه                | تعداد | میانگین | انحراف معیار |
|----------------------------|-------|---------|--------------|
| پست و کور ریختگی نیکل کروم | ۱۲    | ۷۸۰/۵   | ۲۷۰/۵        |
| پست فایبر و کور کامپوزیت   | ۱۲    | ۹۱۵/۷   | ۳۲۳/۵        |
| پست و کور ریختگی NPG       | ۱۲    | ۹۶۳/۲   | ۳۰۷/۰        |
| پست و کور یکپارچه زیرکونیا | ۱۲    | ۴۳۵/۳   | ۲۲۰/۴        |
| کل                         | ۴۸    | ۷۷۳/۷   | ۳۴۴/۴        |

نتیجه آزمون آنالیز واریانس یک طرفه  $F=8/51$  و  $P<0/001$



تصویر ۲: میانگین و فاصله اطمینان ۹۵ درصدی برای استحکام شکست بر حسب گروه های تحت مطالعه



تصویر ۴: نمونه شکست در پست گلاس فایبر با کور کامپوزیت



تصویر ۵: نمونه ای از شکست در پست و کور Custom Made زیرکونیا

### بحث

در این مطالعه به بررسی استحکام شکست سیستم های پست و کور زیرکونیا، ریختگی فلزی نیکل کروم و NPG و گلاس فایبر با کور کامپوزیت، در دندان های درمان ریشه شده پرمولر اول مندیبل با روکش تمام سرامیک پرداختیم. بررسی نتایج نشان داد، استحکام شکست پست و کورهای Custom Made زیرکونیا که با روش MAD-MAN تهیه شده بودند، به نحو معنی داری از بقیه گروه ها کمتر است. بالاترین میزان استحکام شکست به ترتیب به پست و کور ریختگی NPG و پست های گلاس فایبر با کور کامپوزیت تعلق داشت. هر چند این اعداد از لحاظ آماری با مقادیر به دست آمده از پست و کورهای ریختگی نیکل کروم تفاوتی نداشتند.

در مطالعه غلامی و همکارانش<sup>(۳۹)</sup> استحکام شکست دندان های پره مولار تک ریشه با پست ریختگی NPG به

در بررسی نحوه شکست پست ها مشخص گردید که در گروه اول (پست و کور ریختگی Ni-Cr) اکثر شکست ها در پرسن روکش به همراه ترک های عمودی در ناحیه سرویکال ریشه رخ داد. البته یک مورد شکست در ناحیه سرویکال ریشه دندان (به صورت جداسدگی از ناحیه CEJ) و یک مورد شکست افقی ریشه نیز مشاهده شد (تصویر ۳). در گروه دوم (پست گلاس فایبر با کور کامپوزیتی) اغلب شکست ها به صورت جداسدگی روکش از ناحیه CEJ ریشه بود (۹۱/۶۶ درصد) (تصویر ۴) و تنها یک مورد شکستگی ریشه (۸/۳۳ درصد) روی داده بود. شکستگی های گروه سوم (پست و کور ریختگی NPG) به صورت شکستگی در زیر CEJ و غیر قابل ترمیم مجدد دندان بودند. در گروه چهارم (پست و کور زیرکونیایی) شکستگی ریشه شایع (۸۳/۳۳ درصد) بود (تصویر ۵) و ۲ مورد از نمونه ها نیز شکستگی پرسن (۱۶/۶۶ درصد) داشتند. ۲ مورد شکست پست نیز از ناحیه ۲ میلیمتری انتهای اپیکال در این نمونه ها دیده شد.



تصویر ۳: نمونه شکست در پست و کورهای ریختگی

مراتب بالاتر از پست نیکل کروم بیان شد. همچنین نتایج مشابهی در مطالعه حقیقی و همکارانش<sup>(۱۹)</sup> بدست آمد. در مطالعه خالدی و همکارانش<sup>(۳۶)</sup>، تفاوت معنی داری بین میزان گیر پست و کور دندان های بازسازی شده با NPG و نیکل کروم مشاهده نشد. نوع دندان مورد استفاده، عدم یکسان سازی دندان ها در بعد باکولینگوال، روش ساخت غیرمستقیم پست و کورها، سمان آنها با گلاس یونومر و عدم استفاده از روکش بر روی نمونه ها می تواند منجر به بدست آمدن نتایجی خلاف بر مطالعه حاضر در این تحقیق باشد.

استفاده از پست فایبر به نحو چشمگیری استحکام شکست دندانهای قدیمی درمان ریشه شده را افزایش می دهد.<sup>(۴۰)</sup> نیروهای وارده به دندان ترمیم شده با پست فایبر، توسط این پست جذب شده و این امر باعث کاهش استرس های وارده به ریشه و در نتیجه کاهش احتمال شکست غیرقابل ترمیم دندان می گردد.<sup>(۲۸و۲۹و۲۰)</sup> Gu و همکارانش<sup>(۳۳)</sup> استحکام شکست پست فایبر را در دندان های قدیمی، به ویژه زمانی که با سمان رزینی همراه شوند، بالاتر از پست های ریختگی نیکل کروم گزارش کردند. صادقی و همکارانش<sup>(۱۴)</sup> در مقایسه بین استحکام شکست پست های گلاس فایبر و ریختگی طلا در دندانهای پر مولر درمان ریشه شده به نتایج مشابهی رسیدند. Abdelaziz و همکارانش<sup>(۴۳)</sup> فایبر پست و کور کامپوزیتی را بهترین انتخاب در بازسازی پروتزی دندانهای با ریشه های تیلت دار عنوان کرد و علت آن را به خواص بیومکانیکی مطلوب این پست ها و ضریب الاستیک مشابه عاج آنها در مقایسه با پست های ریختگی نیکل کروم مربوط دانستند.

در توضیح استحکام شکست پایین تر پست های زیرکونیای Custom Milled، باید به ویژگی مکانیکال زیرکونیا توجه کرد. استحکام تسلیم (Yield Strength)

پست های تهیه شده از زیرکونیا بالاتر از پست های فایبر و تیتانیوم ( $58 \pm 4$ ) در برابر  $27 \pm 1$  و  $54 \pm 3$  نیوتن<sup>(۴۶و۴۷)</sup> و استحکام خمشی آن ها تقریباً مشابه طلا و تیتانیوم ( $900-1200$  MPa) گزارش شده است.<sup>(۴۷)</sup> از طرف دیگر ضریب الاستیک بالای این پست ها ( $200$  MPa) سبب می شود بسیار سخت و محکم (Strong and Stiff) بوده و رفتار پلاستیک از خود نشان ندهند.<sup>(۴۵)</sup> Kurthukoti و همکارانش<sup>(۴۵)</sup> مطالعه ای پیرامون استحکام شکست دندان های سنترال ماگزایلا با سه سیستم پست زیرکونیا، فایبر و بیولوژیک عاجی انجام دادند و بالاترین میزان استحکام شکست و شکست های قابل ترمیم را به ترتیب در پست های بیولوژیک عاجی و فایبر گزارش کردند؛ در حالیکه پست های زیرکونیا پایین ترین میزان استحکام شکست را داشته و شکست های آنها نیز اغلب غیر قابل ترمیم بودند. Beck و همکارانش<sup>(۴۶)</sup> تفاوتی بین استحکام شکست پست های فایبر و زیرکونیای Custom Milled پیدا نکردند. اما در مطالعه آن ها به جای دندان طبیعی از کانال های شبیه سازی شده ریشه از جنس پلاستیک شفاف، استفاده شد و نمونه ها تحت بارگذاری سیکلیک با  $50$  نیوتن قرار گرفتند. همچنین در این مطالعه از کراون بر روی نمونه ها استفاده نشده بود، حال آن که دیده شده در استفاده از کراون پخش نیروها به طور یکنواخت تری روی سیستم ترمیم انجام گرفته و شرایط به واقعیت کلینیکی نزدیک تر است. Comier و همکارانش<sup>(۴۷)</sup> در بررسی استحکام شکست پست های زیرکونیا مشاهده کردند که در بارگذاری پست به تنهایی، استحکام شکست برابر با  $105/1$  نیوتن، مجموعه پست و کور  $179/1$  نیوتن و زمانی که کل ترمیم با کراون کامل پوشانده شود برابر با  $238/8$  نیوتن ثبت می گردد. Freidel و همکارانش<sup>(۴۲)</sup> استحکام شکست سیستم های مختلف پست زیرکونیا را با و بدون کراون مورد

مراتب بالاتر از پست نیکل کروم بیان شد. همچنین نتایج مشابهی در مطالعه حقیقی و همکارانش<sup>(۱۹)</sup> بدست آمد. در مطالعه خالدی و همکارانش<sup>(۳۶)</sup>، تفاوت معنی داری بین میزان گیر پست و کور دندان های بازسازی شده با NPG و نیکل کروم مشاهده نشد. نوع دندان مورد استفاده، عدم یکسان سازی دندان ها در بعد باکولینگوال، روش ساخت غیرمستقیم پست و کورها، سمان آنها با گلاس یونومر و عدم استفاده از روکش بر روی نمونه ها می تواند منجر به بدست آمدن نتایجی خلاف بر مطالعه حاضر در این تحقیق باشد.

استفاده از پست فایبر به نحو چشمگیری استحکام شکست دندانهای قدیمی درمان ریشه شده را افزایش می دهد.<sup>(۴۰)</sup> نیروهای وارده به دندان ترمیم شده با پست فایبر، توسط این پست جذب شده و این امر باعث کاهش استرس های وارده به ریشه و در نتیجه کاهش احتمال شکست غیرقابل ترمیم دندان می گردد.<sup>(۲۸و۲۹و۲۰)</sup> Gu و همکارانش<sup>(۳۳)</sup> استحکام شکست پست فایبر را در دندان های قدیمی، به ویژه زمانی که با سمان رزینی همراه شوند، بالاتر از پست های ریختگی نیکل کروم گزارش کردند. صادقی و همکارانش<sup>(۱۴)</sup> در مقایسه بین استحکام شکست پست های گلاس فایبر و ریختگی طلا در دندانهای پر مولر درمان ریشه شده به نتایج مشابهی رسیدند. Abdelaziz و همکارانش<sup>(۴۳)</sup> فایبر پست و کور کامپوزیتی را بهترین انتخاب در بازسازی پروتزی دندانهای با ریشه های تیلت دار عنوان کرد و علت آن را به خواص بیومکانیکی مطلوب این پست ها و ضریب الاستیک مشابه عاج آنها در مقایسه با پست های ریختگی نیکل کروم مربوط دانستند.

در توضیح استحکام شکست پایین تر پست های زیرکونیای Custom Milled، باید به ویژگی مکانیکال زیرکونیا توجه کرد. استحکام تسلیم (Yield Strength)



شکست عمودی ریشه می گردند. Akkayan و همکارانش<sup>(۳۲)</sup> نیز گزارش نمودند، شکست های فاجعه آمیز در پست تیتانیوم و زیرکونیا نسبت به پست های کوارتز فایبر و گلاس فایبر، بیشتر دیده می شود. سختی و ضریب الاستیک بالای تیتانیوم و زیرکونیا باعث انتقال مستقیم نیرو به دندان، بدون هیچ گونه تقلیل و باز جذب آن توسط سیستم پست و کور شده و عامل اصلی این شکست محسوب می شود. بررسی حقیقی و همکارانش<sup>(۱۹)</sup> نیز نشان داد که در دندانهای بازسازی شده با پست نیکل کروم و NPG بطور عمده شکست در ریشه رخ می دهد، در حالیکه در دندانهای بازسازی شده با آمالگام (بدون پست و کور) شکست عمدتاً در قسمت کور دیده می شود.

پست و کورهای Custom Made زیرکونیا نیازمند حجم کافی هستند تا مقاومت لازم حین تنظیم های احتمالی که برای نشان دادن آن ها لازم است را داشته باشند و این نیاز به آماده سازی بیشتر، به خصوص در کانال های ظریف و انحنادار، می تواند مشکل ساز باشد<sup>(۴۹)</sup> در این تحقیق ابتدا سعی شد از سیستم CAD-CAM برای تراش پست ها استفاده گردد. اما به دلیل مشکلات تکنیکی تراش، نواحی نازک پترن آکریلی پست به ویژه ۲ میلیمتر انتهای آن، امکان پذیر نبوده و پست ها کوتاهتر از پترن آکریلی ساخته می شدند. بنابراین تصمیم گرفته شد برای حفظ استراکچر باقی مانده دندان از گشادسازی بیش از حد کانال و آماده سازی پست قطورتر دوری گزیده و از سیستم MAD-MAN جهت تراش نمونه ها استفاده گردد که یکی از معایب این سیستم، حساسیت تکنیکی آن و امکان لرزش دست تکنسین حین کار و در نتیجه کاهش دقت پست حاصله می باشد. بنابراین نویسندگان این تحقیق، انجام مطالعه مشابه با استفاده از روش CAD-CAM ای که قابلیت تراش ۲ میلیمتر اپیکال پست زیرکونیا را داشته باشد، توصیه

بررسی قرار داده و به این نتیجه رسیدند که پس از اتصال کراون سیستم پست و کور نقش چندانی را در استحکام شکست رستوریشن بازی نمی کند و با قرارگیری کراون، بارگذاری یکنواخت تری روی کل کمپلکس دندان ترمیم شده انجام می شود.

در این مطالعه شکست های ایجاد شده در گروه پست و کور زیرکونیا از نوع غیرقابل ترمیم بصورت شکستگی ناحیه اپیکال ریشه و در پست های فایبر اغلب از نوع قابل ترمیم و در ناحیه CEJ بود که منجر به جداشدگی روکش از دندان می شد. اکثر شکست ها در پست و کور ریختگی در پرسن روکش و در ناحیه سرویکال ریشه به صورت ترک های عمودی بوده است. در توضیح این مطلب باید اشاره کرد، که پخش استرس ها در ریشه دندان تا حدود زیادی به خصوصیات ماده پست بستگی دارد. ضریب الاستیک پست فایبر ۳۰-۴۰ GPa بوده و در مقایسه با پست های ریختگی و زیرکونیا به عاج (۱۵-۴۰ GPa) نزدیک تر است. وقتی در ترمیم دندان های درمان ریشه شده از چنین پستی استفاده می شود، حرکات خمشی طبیعی دندان تسهیل می شود. این مهم موجب کاهش تجمع استرس در ایتترفیس ها گشته و مجموعه رستوریشن، رفتار بیومکانیکی مشابه دندان سالم از خود بروز می دهد. از طرف دیگر، این پست ها را بدون خطر سوراخ شدگی (Perforation) ریشه می توان خارج نمود و ترمیم مجدد انجام داد.<sup>(۴۸)</sup> این نتایج در راستا با مطالعات مشابه در این زمینه می باشد. Gu و همکارانش<sup>(۳۳)</sup> گزارش نمودند، شکست دندان های ترمیم شده با پست فایبرنسبت به پست های تیتانیوم و ریختگی نیکل کروم، اکثراً از نوع قابل ترمیم می باشد. Freedman<sup>(۴۹)</sup> مشاهده کرد، دندان های ترمیم شده با پست و کور ریختگی نیکل کروم، به دلیل تمرکز بیشتر استرس ها در ناحیه اپیکال، بیشتر دچار

از نوع فاجعه آمیز بوده و قابل بازسازی نبودند. بنابراین به نظر می رسد تا زمانی که مطالعات کلینیکی با پیگیری های طولانی مدت بیشتری برای سیستم های پست و کور زیرکونیا صورت پذیرد، استفاده از سیستم های پست و کور ریختگی و سیستم های با ضریب الاستیک مشابه عاج، انتخاب مطمئن تری باشند.

### تشکر و قدردانی

بخشی از این تحقیق براساس پایان نامه ارسالی به پردیس بین الملل دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی تهران به شماره ۱۱۵ برای دریافت درجه دکترای دندانپزشکی انجام شده است.

می کنند. از سوی دیگر در این مطالعه، استحکام شکست پست و کورها به وسیله دستگاه (Instron Universal Testing Machine)، به صورت استاتیک اندازه گیری شد. به نظر می رسد در صورت امکان استفاده از مشابه سازی جوشی (Chewing Stimulator) و واردسازی نیروها به صورت دوره ای، نتایج تحقیق به واقعیت کلینیکی نزدیک شود.

### نتیجه گیری

در این مطالعه استحکام شکست پست و کورهای Custom Milled زیرکونیا به طور معنی داری از دو گروه دیگر پایین تر گزارش شد. از سوی دیگر شکست های ایجاد شده در دندان های ترمیم شده با این سیستم، اغلب

### منابع

1. Torabinejad M, Walton RE, Fouad A. Principles and practice of endodontics. 4<sup>th</sup> ed. Philadelphia: Saunders; 2012. P. 268-82.
2. Berman LH, Hargreaves KM, Cohen SR. Cohen's pathways of the pulp. New York: Elsevier Health Sciences; 2013. P. 786-821.
3. Karteva EG, Manchorova NA, Vladimirov SB, Keskinova DA. Clinical assessment of endodontically treated teeth, restored with or without radicular posts. Folia Med (Plovdiv) 2018; 60(2):291-9.
4. Shillingburg HT, Sather DA, Wilson EL, Cain JR, Mitchell DL, Blanco LJ, et al. Fundamentals of fixed prosthodontics. 4<sup>th</sup> ed. Chicago: Quintessence Publishing Company; 2013. P. 203-27.
5. Rosenstiel SF, Land MF. Contemporary fixed prosthodontics-e-book. 5<sup>th</sup> ed. New York: Elsevier Health Sciences; 2016. P. 278-93.
6. Tikku AP, Chandra A, Bharti R. Are full cast crowns mandatory after endodontic treatment in posterior teeth? J Conserv Dent 2010; 13(4):246-8.
7. Schwartz RS, Robbins JW. Post placement and restoration of endodontically treated teeth: a literature review. J Endod 2004; 30(5):289-301.
8. Fernandes AS, Shetty S, Coutinho I. Factors determining post selection: a literature review. J Prosthet Dent 2003; 90(6):556-62.
9. Martínez-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 1998; 80(5):527-32.
10. Glantz PO, Nilner K. The devitalized tooth as an abutment in dentitions with a reduced but healthy periodontium. Periodontol 2000 1994; 4:52-7.
11. Glazer B. Restoration of endodontically treated teeth with carbon fibre posts--a prospective study. J Can Dent Assoc 2000; 66(11):613-8.
12. Luu KQ, Walker RT. Corrosion of a nonprecious metal post: a case report. Quintessence Int 1992; 23(6):389-92.
13. Meyenberg KH, Lüthy H, Schärer P. Zirconia posts: a new all-ceramic concept for nonvital abutment teeth. J Esthet Dent 1995; 7(2):73-80.
14. Sadeghi M. A comparison of the fracture resistance of endodontically treated teeth using three different post systems. J Dentistry Tehran Univ Med Sci 2006; 3(2):69-76.
15. Rippe MP, Santini MF, Bier CA, Baldissara P, Valandro LF. Effect of root canal preparation, type of endodontic post and mechanical cycling on root fracture strength. J Appl Oral Sci 2014; 22(3):165-73.

16. Creugers NH, Mentink AG, Fokkinga WA, Kreulen CM. 5-year follow-up of a prospective clinical study on various types of core restorations. *Int J Prosthodont* 2005; 18(1):34-9.
17. Sorensen JA, Martinoff JT. Clinically significant factors in dowel design. *J Prosthet Dent* 1984; 52(1):28-35.
18. NPG™. AalbaDent (AD). Available at: URL; <http://aalbadent.com/products/crown-bridge-alloys-fmc/npg>; 2013.
19. Haghghi ZB, Jahromy AM. Comparison of fracture strength of endodontically treated teeth restored with two different cast metallic post systems. *J Dent Biomaterials* 2014; 1(2):45-9.
20. Dean JP, Jeansonne BG, Sarkar N. In vitro evaluation of a carbon fiber post. *J Endod* 1998; 24(12):807-10.
21. Stewardson DA. Non-metal post systems. *Dent Update* 2001; 28(7):326-32.
22. Friedel W, Kern M. Fracture strength of teeth restored with all-ceramic posts and cores. *Quintessence Int* 2006; 37(4):289-95.
23. Gu XH, Huang JP, Wang XX. An experimental study on fracture resistance of metal-ceramic crowned incisors with different post-core systems. *Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi* 2007; 42(3):169-72.
24. Torres-Sánchez C, Montoya-Salazar V, Córdoba P, Vélez C, Guzmán-Duran A, Gutierrez-Pérez JL, et al. Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with glass fiber reinforced posts and cast gold post and cores cemented with three cements. *J Prosthet Dent* 2013; 110(2):127-33.
25. Naumann M, Koelpin M, Beuer F, Meyer-Lueckel H. 10-year survival evaluation for glass-fiber-supported postendodontic restoration: a prospective observational clinical study. *J Endod* 2012; 38(4):432-5.
26. Gómez-Polo M, Llidó B, Rivero A, Del Rio J, Celemín A. A 10-year retrospective study of the survival rate of teeth restored with metal prefabricated posts versus cast metal posts and cores. *J Dent* 2010; 38(11):916-20.
27. Bittner N, Hill T, Randi A. Evaluation of a one-piece milled zirconia post and core with different post-and-core systems: an in vitro study. *J Prosthet Dent* 2010; 103(6):369-79.
28. Streacker AB, Geissberger M. The milled ceramic post and core: a functional and esthetic alternative. *J Prosthet Dent* 2007; 98(6):486-7.
29. Awad MA, Marghalani TY. Fabrication of a custom-made ceramic post and core using CAD-CAM technology. *J Prosthet Dent* 2007; 98(2):161-2.
30. Stricker EJ, Göhring TN. Influence of different posts and cores on marginal adaptation, fracture resistance, and fracture mode of composite resin crowns on human mandibular premolars: an in vitro study. *J Dent* 2006; 34(5):326-35.
31. Rosentritt M, Fürer C, Behr M, Lang R, Handel G. Comparison of in vitro fracture strength of metallic and tooth-coloured posts and cores. *J Oral Rehabil* 2000; 27(7):595-601.
32. Akkayan B, Gülmez T. Resistance to fracture of endodontically treated teeth restored with different post systems. *J Prosthet Dent* 2002; 87(4):431-7.
33. Heydecke G, Butz F, Hussein A, Strub JR. Fracture strength after dynamic loading of endodontically treated teeth restored with different post and core systems. *J Prosthet Dent* 2002; 87(4):438-45.
34. Xible AA, de Jesus Tavarez RR, de Araujo Cdos R, Conti PC, Bonachella WC. Effect of cyclic loading on fracture strength of endodontically treated teeth restored with conventional and esthetic posts. *J Appl Oral Sci* 2006; 14(4):297-303.
35. Soares PV, Santos-Filho PCF, Martins LRM, Soares CJ. Influence of restorative technique on the biomechanical behavior of endodontically treated maxillary premolars. Part I: fracture resistance and fracture mode. *J Prosthet Dent* 2008; 99(1):30-7.
36. Khaledi AAR, Sheykhan S, Khodaei A. Evaluation of retention of two different cast post-core systems and fracture resistance of the restored teeth. *J Dent* 2015; 16(2):121-8.
37. Öztürk C, Polat S, Tunçdemir M, Gönültaş F, Şeker E. Evaluation of the fracture resistance of root filled thin walled teeth restored with different post systems. *Biomed J* 2019; 42(1):53-8.
38. Goto Y, Nicholls JJ, Phillips KM, Junge T. Fatigue resistance of endodontically treated teeth restored with three dowel-and-core systems. *J Prosthet Dent* 2005; 93(1):45-50.
39. Gholami F, Kohani P, Aalaei S. Effect of nickel-chromium and non-precious gold color alloy cast posts on fracture resistance of endodontically treated teeth. *Iran Endod J* 2017; 12(3):303-6.
40. Abduljawad M, Samran A, Kadour J, Al-Afandi M, Ghazal M, Kern M. Effect of fiber posts on the fracture resistance of endodontically treated anterior teeth with cervical cavities: an in vitro study. *J Prosthet Dent* 2016; 116(1):80-4.
41. Barcellos RR, Correia DP, Farina AP, Mesquita MF, Ferraz CC, Cecchin D. Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with intra-radicular post: the effects of post system and dentine thickness. *J Biomech* 2013; 46(15):2572-7.

42. Pfeiffer P, Schulz A, Nergiz I, Schmage P. Yield strength of zirconia and glass fibre-reinforced posts. *J Oral Rehabil* 2006; 33(1):70-4.
43. Abdelaziz KM, Khalil AA, Alsalhi IY, Almufarrij AJ, Mojathel AY. Fracture resistance of tilted premolars restored with different post-core systems. *J Int Soc Prev Community Dent* 2017; 7(6):344-50.
44. Asmussen E, Peutzfeldt A, Heitmann T. Stiffness, elastic limit, and strength of newer types of endodontic posts. *J Dent* 1999; 27(4):275-8.
45. Kurthukoti AJ, Paul J, Gandhi K, Rao DB. Fracture resistance of endodontically treated permanent anterior teeth restored with three different esthetic post systems: an in vitro study. *J Indian Soc Pedod Prev Dent* 2015; 33(4):296-301.
46. Beck N, Graef F, Wichmann M, Karl M. In vitro fracture resistance of copy-milled zirconia ceramic posts. *J Prosthet Dent* 2010; 103(1):40-4.
47. 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(1):26-36.
48. Cohen BI, Pagnillo MK, Condos S, Deutsch AS. Four different core materials measured for fracture strength in combination with five different designs of endodontic posts. *J Prosthet Dent* 1996; 76(5):487-95.
49. Freedman GA. Esthetic post and core treatment. *Dent Clin North Am* 2001; 45(1):103-6.