

Comparison of the Fracture Strength of Endodontically Treated Teeth Restored with the Biomimetic Method and Three Types of Post-and-Core Systems

Kosar Rezaei¹,
Maryam Rezaei-Dastjerdi²,
Melika Mollaei³,
Hemmat Gholinia⁴,
Fahimeh Hamedirad^{2,5}

¹ Assistant Professor, Department of Prosthodontics, Dental Research Center, Faculty of Dentistry, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran

² Assistant Professor, Department of Prosthodontics, Dental Research Center, Faculty of Dentistry, Babol University of Medical Sciences, Sari, Iran

³ Dental Student, Student Research Committee, Faculty of Dentistry, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran

⁴ Assistant Professor, Social Determinants of Health Research Center, Health Research Institute, Babol University of Medical Sciences, Babol, Iran

⁵ Assistant Professor, Dental Materials Research Center, Health Research Institute, Babol University of Medical Sciences, Sari, Iran

(Received February 1, 2024; Accepted August 7, 2025)

Abstract

Background and purpose: In endodontically treated teeth, the use of post-cores and subsequent full-coverage crown restorations is a commonly proposed treatment modality. This study aimed to compare the fracture resistance of restored teeth using four different methods: biomimetic approach, fiber post, nickel-chromium (NiCr) cast post and core, and non-precious gold (NPG) cast post and core.

Materials and methods: In this experimental study, 40 maxillary single-rooted second premolars were selected and decoronated 2 mm above the cemento-enamel junction (CEJ). Standard root canal treatments were performed, and the teeth were randomly divided into four groups. In the NiCr, NPG, and fiber post groups, metal crowns were fabricated and cemented using glass-ionomer cement. Biomimetic specimens were restored using indirectly applied modified resin-based fiber. A load at a 45° angle was applied to all specimens using a universal testing machine, and the fracture resistance of the teeth was measured. Fracture patterns were also assessed. Fracture data were analyzed using one-way analysis of variance (ANOVA), and pairwise comparisons were conducted using Tukey's post hoc test. Failure patterns were analyzed using the Chi-square test.

Results: The highest fracture resistance values were observed in teeth restored using NPG posts (4622.37 N), followed by fiber posts (4534.22 N), NiCr posts (3794.45 N), and the biomimetic method (2329.58 N), respectively. The fracture resistance of teeth restored with NPG ($P < 0.001$), fiber ($P < 0.001$), and NiCr ($P = 0.025$) posts was significantly higher than that of teeth restored using the biomimetic method. The highest incidence of unrestorable fractures was found in the fiber post group (80.0%), followed by NiCr (70.0%), NPG (50.0%), and the biomimetic method (50.0%).

Conclusion: Using the biomimetic method for restoring endodontically treated teeth resulted in lower fracture resistance than the studied post-core systems. However, the frequency of restorable fractures with this method was higher than that observed in the other methods.

Keywords: post-core, biomimetic dentistry, fracture resistance, endodontic treatment

J Mazandaran Univ Med Sci 2025; 35 (247): 108-116 (Persian).

Corresponding Author: Fahimeh Hamedirad - Health Research Institute, Babol University of Medical Sciences, Sari, Iran.
(E-mail: Fahimeh.hamedirad@gmail.com)

مقایسه‌ی استحکام شکست دندان‌های اندو شده ترمیم شده با روش بایومیمتیک و سه نوع پست و کور

کوثر رضایی^۱مریم رضایی دستجردی^۲ملیکا ملایی^۳همت قلی‌نیا^۴فهمیه حامدی راد^{۵*}

چکیده

سابقه و هدف: در دندان‌های درمان ریشه شده، درمان پست و کور و به دنبال آن، پوشش تاج با روکش درمان انتخابی است. تحقیق حاضر با هدف مقایسه‌ی استحکام شکست دندان‌های ترمیم شده با استفاده از چهار روش مختلف (بایومیمتیک، فایبر پست، پست و کور ریختگی نیکل-کروم (NiCr)، و پست و کور ریختگی Non-precious gold (NPG))، انجام پذیرفت.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه آزمایشگاهی، چهل دندان پرمولر دوم تک ریشه‌ای ماگزینا انتخاب و تاج آن‌ها از mm ۲ بالایی CEJ قطع شد. درمان ریشه‌ی استاندارد در نمونه‌ها انجام شد و دندان‌ها در ۴ گروه تقسیم شدند. در گروه‌های پست ریختگی NiCr، NPG و فایبر پست، روکش‌های تمام فلزی ساخته شده و با گلاس آینومر سمان شدند. نمونه‌های بایومیمتیک از طریق قرار گرفتن فایبرهای رزینی تقویتی و به طور مستقیم ترمیم شدند و سپس با روکش‌های تمام فلزی باز سازی شدند. نیروهای ۴۵ درجه‌ای در دستگاه universal به روکش‌ها وارد شده و استحکام شکست دندان‌ها محاسبه و الگوهای شکست آن‌ها تعیین شد. استحکام گروه‌ها با آزمون آنالیز واریانس مقایسه شده و مقایسات دو به دو با آزمون Tukey انجام شد. الگوهای شکست با آزمون chi-square بررسی شدند.

یافته‌ها: بیش‌ترین مقادیر استحکام شکست به ترتیب در پست‌های NPG (۴۶۲۲/۳۷ نیوتن)، فایبرپست (۴۵۳۴/۲۲ نیوتن)، NiCr (۳۷۹۴/۴۵ نیوتن) و روش بایومیمتیک (۲۳۲۹/۵۸ نیوتن) دیده شد. استحکام پست‌های (NPG) $(p = 0/001)$ ، فایبر (NPG) $(P = 0/001)$ و NiCr $(P = 0/025)$ به طور معنی‌داری بیش از روش بایومیمتیک بوده و بیش‌ترین و کم‌ترین فراوانی شکست‌های غیرقابل ترمیم به ترتیب در گروه‌های فایبرپست (۸۰/۰ درصد) و بایومیمتیک (۵۰/۰ درصد) دیده شد.

استنتاج: روش بایومیمتیک برای تقویت دندان‌ها استحکام شکست کم‌تری نسبت به سیستم‌های پست-کور ایجاد کرده ولی فراوانی شکست‌های قابل ترمیم در آن بیش‌تر از گروه‌های دیگر مورد آزمایش بوده است.

واژه‌های کلیدی: پست-کور ریختگی، فایبرپست، دندانپزشکی بایومیمتیک، استحکام شکست

E-mail: Fahimeh.hamedirad@gmail.com

مؤلف مسئول: فهمیه حامدی راد- بابل: دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی بابل

۱. استادیار، گروه پروتزهای دندانی، مرکز تحقیقات دندانپزشکی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران

۲. استادیار، گروه پروتزهای دندانی، مرکز تحقیقات دندانپزشکی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی بابل، بابل، ایران

۳. دانشجوی دندانپزشکی، کمیته تحقیقات دانشجویی، مرکز تحقیقات دندانپزشکی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران

۴. استادیار، مرکز تحقیقات عوامل اجتماعی سلامت، پژوهشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی بابل، بابل، ایران

۵. استادیار، مرکز تحقیقات مواد دندانی، پژوهشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی بابل، ساری، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۱/۱۳ تاریخ ارجاع جهت اصلاحات: ۱۴۰۳/۱۱/۱۷ تاریخ تصویب: ۱۴۰۴/۴/۱۶

مقدمه

ترمیم دندان‌های اندو شده به دلایلی نظیر حفظ ساختمان باقیمانده‌ی دندان، جلوگیری از ریزش تاجی و داشتن عملکرد و زیبایی مطلوب امری دشوار است (۱، ۲). نسج دندان‌های درمان ریشه شده به علت از دست دادن رطوبت شکننده می‌شود، از این رو برای افزایش استحکام داخلی در این دندان‌ها از پست استفاده شود (۳، ۴).

پست و کورهای ریختگی فلزی به دلیل موفقیت بالا، پروگنوز طولانی مدت، کاربرد آسان و هزینه‌های پایین محبوبیت بالایی دارند (۵، ۶). با این وجود، کروژن، انتقال مستقیم نیروها از پست به سطح تماس، و شکست طولی ریشه سبب شده که این روش به عنوان استاندارد طلایی در رستوریشن‌های دندان‌های اندو شده مطرح نباشند (۷، ۸). بر خلاف پست‌های نیکل-کروم (NiCr)، پست‌های Non-pieuous gold (NPG) ضریب الاستیک نزدیک تری به عاج دارند و علاوه بر خواص مکانیکی و فیزیکی مطلوب، آماده سازی و تراش ساده تری نسبت به پست‌های NiCr دارد (۹).

برای افزایش زیبایی، امروزه پست‌های فایبرکربن که سفید و شفاف هستند، پیشنهاد شده‌اند. این پست‌ها از الیاف کربن پیوسته و یک طرفه در یک ماتریکس رزین اپوکسی تهیه می‌شوند. سختی بالا، استحکام کششی و رسانایی، الکتریسیته، و سمیت نسبتاً کم تر از مزایای استفاده از این تکنیک هستند (۱۰).

از دیدگاه بایومیمتیک، نگهداری ساختار باقیمانده‌ی دندان برای ایجاد تعادل بین پارامترهای بیولوژیک، مکانیکی، ادهیژن، فانکشنال و زیبایی ضروری است. دندان‌هایی که با روش بایومیمتیک ترمیم می‌شود، خاصیت ارتجاعی مانند دندان طبیعی دارد. در دندانپزشکی بایومیمتیک، موضوعاتی مانند حفاظت از پالپ دندان، ترمیم یا رفع عیوب دندان، صرفه‌جویی و تقویت ساختار دست نخورده دندان و تأخیر در چرخه درمان مجدد مطرح شده است (۱۱).

پژوهش Fadag و همکاران گزارش داد که دندان‌های درمان ریشه شده که با پست زیرکونیا، پست فایبرگلاس، پست تیتانیومی یا پست ترکیبی ترمیم شده بودند، در مقایسه با دندان‌هایی که با پست فایبر کربنی یا پست و کور ریخته‌گری ترمیم شده بودند، در برابر بارهای شکستگی مقاومت بیش تری داشتند (۱۲). با این وجود، پژوهش Kaur و همکاران نشان داد که پست‌های NiCr مقاومت به شکستگی بیش تری نسبت به پست‌های تیتانیومی و فایر گلس داشتند (۱۳). وجود این تناقضات در بین مطالعات مختلف، نیاز به مطالعات جدید در این زمینه را ایجاب می‌کند. از این رو، مطالعه حاضر با هدف مقایسه‌ی استحکام شکست دندان‌های درمان ریشه شده، درمان شده سیستم‌های پست و کور ریختگی فلزی NiCr، NPG، فایبرپست و ترمیم با روش بایومیمتیک انجام شد.

مواد و روش‌ها

طی این مطالعه آزمایشگاهی، با کد اخلاق IR.MUBABOL.HRI.REC.1400.219، ۴۰ دندان پرمولر دوم تک ریشه‌ای ماگزینا سالم و فاقد هرگونه پوسیدگی و ترمیم قبلی که به دلایل ارتودنسی کشیده شده بودند، وارد مطالعه شدند. معیارهای ورود عبارت بودند از داشتن طول ریشه حداقل ۱۵ mm، بدون سایش و ترک که حداکثر ۶ ماه از زمان کشیده شدنشان گذشته باشد. نمونه‌ها تا زمان اجرای مداخلات در نرمال سالین ۰/۹ درصد نگهداری شدند.

نمونه‌ها قبل از آغاز آزمایشات تحقیق، به مدت ۲ روز در محلول کلرآمین (NSK, Nakanishi, Japan) نگهداری و ضد عفونی و تمیز شدند. درمان کانال ریشه برای آن‌ها به روش Step back انجام گردید و تاج آن‌ها از ۲mm بالای CEJ قطع شد. سپس، به طور تصادفی در ۴ گروه، گروه اول، ترمیم با پست و کور با آلیاژ NiCr، گروه دوم، ترمیم با پست و کور با آلیاژ NPG، گروه سوم، ترمیم با فایبر پست و گروه چهارم، ترمیم از طریق بیلد آپ با روش بایومیمتیک، قرار گرفتند.

سوم با فایبر پست (Mirafit, Hager Werken, Germany) به وسیله سمان رزینی (TheraCem, Bisco, USA) ترمیم شدند.

برای نمونه‌های سه گروه اول برای تهیهی روکش تمام فلز و وکس آپ ساخته شدند. پس از انجام تنظیمات لازم و اطمینان و تأیید نشست کلیه‌ی پست‌ها در داخل کانال با استفاده از کلیشه‌ی رادیوگرافی، پست‌ها با استفاده از سمان گلاس آینومر لوتینگ F2 Flex Fuse (FujiCEM, GC, Japan) درون کانال قرار گرفتند (۱۵).

گروه چهارم با روش بایومیمتیک ترمیم شدند. برای این نوع ترمیم، یک نوار فایبر پلی اتیلن (Ribbond, Seattle, USA) به عرض ۲mm و طول ۸mm آغشته به رزین (Angelus, interlig, Brazil) در حفره، در جهت مزیا-دیستال و تا حد امکان نزدیک به بافت دندان قرار داده شد تا ضخامت رزین مورد استفاده به حداقل برسد. برای این کار، فقط ۲mm بالای CEJ از دندان باقی ماند. دندان‌ها با استفاده از روش توتال-اچ سه مرحله‌ای و توسط باندینگ نسل ۴ (OptiBond FL, Kerr, USA) آماده‌سازی شده و بعد از کیور ۲۰ ثانیه‌ای، بلافاصله از کامپوزیت فلو (VERICOM, DentFil, South Korea) برای پوشش رزین استفاده شد. از فایبرهای تقویت کننده‌ی کامپوزیت خلفی (EverX, GC, Japan) پس از غوطه‌وری آن‌ها در یک رزین (Unfilled Resin, Cosmodent, USA) در زیر هر کاسپ از دست رفته استفاده شد و پس از آن، دندان به صورت غیرمستقیم بازسازی شد (۱۶).

برای اعمال نیرو از دستگاه universal testing machine (TB-5T, Koopa, Iran) استفاده شد. به منظور وارد کردن نیروهای ۴۵ درجه‌ای، نمونه‌ها در درون یک نگهدارنده قرار گرفت و نیروها با سرعت ۰/۵ mm/min به ناحیه‌ی شیار مرکزی دندان‌ها با گوه‌ای کروی با قطر ۴mm وارد شدند (۱۷).

در هر نمونه، نخستین افت ناگهانی در نمودار استرس به عنوان نقطه‌ی شکست در نظر گرفته شد و

تاج تمام دندان‌ها توسط توربین (CX207-B, COXO, China) سرعت بالا که به سروپور (Talleres, Mestra, Spain) جهت استاندارد سازی تراش متصل بود و به همراه آب فراوان تراش داده شدند، به نحوی که خط خاتمه تراش، حداقل ۲mm نسج تاجی سالم برای ایجاد فرول (ferrule) باقی بماند. در گروه‌هایی که روکش دریافت کردند، ختم تراش چمفر با استفاده از فرز فیشور روند اند تیپر (D&Z, Germany) ۰/۵ mm بالاتر از CEJ و به عرض ۱ mm در تمام سطوح دندان داده شد (۹).

درمان ریشه‌ی استاندارد بر روی تمام نمونه‌ها انجام شده برای آماده‌سازی فضای پست، با در نظر گرفتن طول کارکرد، گوتاپرکا تا حدی خارج گردید که حداقل ۴mm از آن برای برقراری سیل اپیکال باقی بماند (۱۴). برای بازسازی الیاف لیگامان پرپودنتال، سطح ریشه‌ها تا ۲mm زیر خط سرویکال در داخل موم (Cavex, Netherland) ذوب شده فرو برده شد. پس از آن، دندان‌ها در بلوک آکریل فوری (Acropars, Iran) و ۲mm پایین‌تر از CEJ مانت شدند (۱۵). موم از سطح ریشه‌ی داخل بلوک آکریلی از طریق حرارت حذف شده و فضای باقیمانده‌ی بین ریشه دندان و بلوک آکریلی با سیلیکون رقیق (Speedex, Colten AG, Altstattea, Switzerland) پر شد. با این کار، ضخامت حدود ۰/۲ تا ۰/۳mm ایجاد شد که معادل ضخامت لیگامان پرپودنتال بوده است (۵).

در گروه‌های اول و دوم، الگوی پست و کور یکپارچه با استفاده از آکریل الگوی رزینی (GC Corporation, Tokyo, Japan) با روش مستقیم ساخته شد. گروه اول با آلیاژ NiCr (Wiron99, BEGO, Bremen, Germany) و گروه دوم با آلیاژ NPG (Alba Dent, USA) طبق دستور کارخانه سازنده ریخته شدند. در مرحله‌ی بعدی، پست‌ها طبق دستور کارخانه سازنده با سمان گلس آینومر (FujiCEM, GC, Japan) سمان شدند. گروه

پست‌های NiCr و دندان‌های تقویت شده با روش بایومیمتیک ($P=0/025$) و نیز دندان‌های تقویت شده با پست‌های NPG و بایومیمتیک ($P<0/001$) و دندان‌های تقویت شده با پست‌های فایبر و روش بایومیمتیک ($P<0/001$) از نظر استحکام شکست دندان‌ها وجود داشت، ولی تفاوت‌های معنی‌داری بین دندان‌های تقویت شده با پست‌های NiCr و NPG ($P=0/35$) دندان‌های تقویت شده با پست‌های NiCr و فایبرپست‌ها ($P=0/45$) و نیز دندان‌های تقویت شده با پست‌های فایبر و NPG وجود نداشته است (جدول شماره ۲) ($P=0/99$).

جدول شماره ۱: شاخص‌های پراکنندگی مرکزی نیروهای استحکام شکست دندان‌های درمان شده با استفاده از سیستم‌های مختلف پست-کور

پست	تعداد	میانگین \pm انحراف معیار	خطای معیار	۹۵ درصد فاصله‌ی اطمینان میانگین	حداقل	حداکثر
NiCr	۱۰	۱۳۵۵/۲۸ \pm ۳۹۴/۴۵	۴۲۸/۵۸	۲۸۴۴/۴۴	۱۷۳۳/۱۶	۶۲۷۸/۱۳
NPG	۱۰	۱۱۰۳/۴۹ \pm ۴۶۲۲/۳۷	۳۴۸/۹۶	۲۸۳۲/۹۸	۲۶۵۳/۰۴	۵۹۶۶/۴۱
فایبرپست	۱۰	۹۷۷/۶۴ \pm ۴۵۴۴/۲۲	۳۰۹/۱۶	۲۸۳۴/۸۶	۲۸۳۰/۶۹	۵۶۹۶/۵۸
بایومیمتیک	۱۰	۹۰۶/۹۲ \pm ۲۳۳۹/۵۸	۲۸۶/۷۹	۱۶۸۰/۸۱	۷۶۵/۹۱	۳۷۵۵/۸۲

جدول شماره ۲: نتایج آزمون مقایسه‌های متعدد Tukey در بررسی میزان استحکام شکست دندان‌ها درمان شده با استفاده از سیستم‌های مختلف پست-کور

گروه ۱	گروه ۲	میانگین \pm انحراف معیار	سطح معنی‌داری
NiCr	NPG	۴۹۱/۵۷ \pm ۸۷/۸۲	۰/۳۵
NiCr	فایبرپست	۴۹۱/۵۷ \pm ۷۳۹/۷۷	۰/۴۵
NiCr	بایومیمتیک	۴۹۱/۵۷ \pm ۱۴۶۴/۸۷	۰/۰۲۵
NPG	فایبرپست	۴۹۱/۵۷ \pm ۸۸/۱۵	۰/۹۹
NPG	بایومیمتیک	۴۹۱/۵۷ \pm ۲۲۹۲/۷۹	۰/۰۰۱
فایبرپست	بایومیمتیک	۴۹۱/۵۷ \pm ۲۲۰۴/۶۴	۰/۰۰۱

در جدول شماره ۳، فراوانی انواع شکست‌های قابل ترمیم، غیرقابل ترمیم و نیز موارد عدم شکستگی در استفاده از سیستم‌های مختلف پست-کور ارائه شده است. طبق نتایج آزمون chi-square، تفاوت‌های معنی‌داری از نظر فراوانی انواع شکست‌ها در این گروه‌ها دیده نشد ($P=0/54$).

طبق نتایج تحقیق حاضر، بیش‌ترین مقادیر استحکام شکست دندان‌ها به ترتیب در گروه پست‌های NPG، فایبر پست، NiCr و روش بایومیمتیک به ثبت رسید.

اعمال نیرو متوقف شد. نمونه‌ها از نظر نحوه‌ی شکست با استفاده از میکروسکوپ بررسی و الگوهای شکست آن‌ها به، شکستگی قابل ترمیم، شکستگی در محل اتصال رستویشن رخ داده باشد، شکستگی احتمالاً قابل ترمیم، شکست در محل اتصال رستویشن همراه با آسیب و ترک جزئی در ساختار زیرین دندان روی داده باشد و شکستگی غیرقابل جبران، شکستگی در دندان یا ریشه که قابل ترمیم نبوده و نیاز به کشیدن دندان دارد، تقسیم‌بندی شدند (۱۸).

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها، از روش‌های آماری توصیفی و استنباطی استفاده شد. داده‌ها با استفاده از شاخص‌های توصیفی فراوانی، میانگین، درصد و انحراف معیار گزارش شدند. داده‌ها توسط نرم افزار SPSS نسخه ۲۲ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. آنالیزهای آماری بین گروه‌ها از نظر مقادیر استحکام شکست با آزمون آنالیز واریانس یک طرفه (one-sided analysis of variance: ANOVA) انجام شد. در صورت معنی‌دار بودن نتایج آزمون آنالیز واریانس، مقایسه‌های دو به دوی گروه‌ها هم با آزمون Tukey انجام شد. مقایسه‌ی فراوانی انواع شکست‌ها در گروه‌های چهارگانه با آزمون chi-square انجام شد و سطح معنی‌داری ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها و بحث

در این تحقیق، مقادیر استحکام شکست دندان‌های ترمیم شده با سیستم‌های مختلف پست و کور بررسی گردید. در جدول شماره ۱، شاخص‌های پراکنندگی مرکزی نیروهای استحکام شکست دندان‌ها در استفاده از سیستم‌های مختلف پست-کور ارائه شده است. طبق نتایج آزمون آنالیز واریانس، تفاوت‌های معنی‌داری از نظر مقادیر استحکام شکست دندان‌ها متعاقب تقویت با پست‌های مختلف وجود داشت ($P<0/001$).

طبق نتایج آزمون مقایسه‌های متعدد Tukey، تفاوت‌های معنی‌داری بین دندان‌های تقویت شده با

سخت تر شده و دیگر از تغییر شکل الاستیک کانال‌های ریشه پیروی نمی‌کنند. این موضوع سبب تمرکز استرس‌ها در کانال ریشه شده و در نهایت، شکست ریشه روی می‌دهد (۲۳). پژوهش Gu و همکاران نشان داد که استحکام شکست پست فایبر در دندان‌های قدامی - مخصوصاً هنگامی که با سمان رزینی همراه شوند، بالاتر از پست‌های ریختگی NiCr می‌باشد (۲۴). پژوهش Abdelaziz و همکاران فایبر پست و کور کامپوزیتی را بهترین انتخاب در بازسازی پروتزی دندان‌های با ریشه‌های تیلت‌دار عنوان کرده است و علت آن را با خواص بیومکانیکی مطلوب این پست‌ها و ضریب الاستیک مشابه آن‌ها با عاج در مقایسه با پست‌های ریختگی NiCr مرتبط دانستند، که مغایر با یافته‌های فعلی می‌باشد (۲۵). این تفاوت ممکن است به دلیل اختلاف در روش‌های مورد استفاده در سنجش مقاومت نمونه‌ها و همچنین اختلاف در روش بازسازی دندان‌ها باشد.

طبق نتایج تحقیق حاضر، میزان استحکام شکست دندان‌های تقویت شده با روش بایومیمتیک به طور معنی‌داری کم‌تر از سایر دندان‌ها بوده است. روش بایومیمتیک ترمیم و تقویت دندان‌های درمان ریشه شده با تقلید از خصوصیات دندان طبیعی از نظر خصوصیات بیومکانیکی، فانکشنال و نمای ظاهری می‌باشد (۲۶). با توجه به کم‌تر بودن مقادیر استحکام شکست در دندان‌های درمان ریشه‌ی تقویت شده با این روش، به نظر می‌رسد تحقیقات بیش‌تری باید در این باره انجام شود (۲۷).

در تحقیق حاضر، استحکام شکست دندان‌های تقویت شده با پست‌های NiCr کم‌تر از پست‌های NPG و فایبرپست بوده است. همچنین، در این گروه، هیچ موردی از شکستگی‌های قابل ترمیم مشاهده نگردید. این موضوع می‌تواند با ضریب الاستیک بالای پست‌های NiCr مرتبط باشد. ضریب بالای الاستیک در این پست‌ها سبب کاهش انحنای مجموعه‌ی پست و کور در شرایط بارگذاری شده و در نتیجه، استرس‌های کم‌تر و توزیع نیروهای بیش‌تری در دندان‌ها ایجاد می‌شود (۲۸).

هیچ تفاوت معنی‌داری از نظر مقادیر استحکام شکست در مقایسه‌ی دو به دوی گروه‌های پست‌های NPG، فایبر پست و NiCr دیده نشد، ولی استحکام شکست دندان‌های تقویت شده با روش بایومیمتیک به طور معنی‌داری کم‌تر از دندان‌های تقویت شده با سایر پست‌ها برآورد گردید.

جدول شماره ۳: فراوانی انواع شکست‌های قابل ترمیم، غیرقابل ترمیم و نیز موارد عدم شکستگی در استفاده از سیستم‌های مختلف پست-کور

انواع شکستگی گروه پست‌ها	شکستگی غیرقابل ترمیم تعداد (درصد)	شکستگی قابل ترمیم تعداد (درصد)	عدم شکستگی تعداد (درصد)
NiCr	۷ (۷۰/۰)	۰	۳ (۳۰/۰)
NPG	۵ (۵۰/۰)	۲ (۲۰/۰)	۳ (۳۰/۰)
فایبرپست	۸ (۸۰/۰)	۱ (۱۰/۰)	۱ (۱۰/۰)
بایومیمتیک	۵ (۵۰/۰)	۴ (۴۰/۰)	۱ (۱۰/۰)

این یافته‌ها نشان دهنده‌ی مناسب بودن پست‌های NPG، فایبر پست و NiCr برای رستوریشن دندان‌های درمان ریشه شده و کاهش احتمال شکست این دندان‌ها است. بیش‌تر بودن مقادیر استحکام شکست دندان‌های تقویت شده با فایبرپست‌ها می‌تواند با یکسان بودن ضریب الاستیک آن‌ها با عاج و نیز توانایی آن‌ها برای باند به دندان مرتبط باشد. همزمان، نیروهای اعمال شده به پست‌های فایبر اغلب توسط خود پست‌ها جذب شد و در نتیجه، استرس‌های وارده بر ریشه کاهش یافته و احتمال شکست دندان نیز کم‌تر می‌شود (۵، ۱۹، ۲۰).

پژوهش غلامی و همکاران گزارش داد که مقاومت به شکست دندان‌های درمان ریشه شده با پست ریختگی NPG بیش‌تر از دندان‌های درمان ریشه شده با پست‌های NiCr بود که با نتایج مطالعه حاضر همخوانی دارد (۲۱). با این وجود، پژوهش خالدی و همکاران استحکام شکست بیش‌تری در پست‌های NiCr نسبت به پست‌های NPG گزارش کردند که این یافته‌ها متفاوت از تحقیق حاضر می‌باشد (۲۲). از آن‌جا که ضریب الاستیک پست‌های NiCr بیش‌تر از پست‌های NPG است، هنگام اعمال نیروها این پست‌ها

دندان‌های مورد استفاده در تحقیقات مختلف هم از عوامل مؤثر در نتایج می‌باشد.

براین اساس، روش بایومیمتیک برای تقویت دندان‌ها استحکام شکست کم‌تری نسبت به سیستم‌های پست-کور ایجاد کرد ولی فراوانی شکست‌های قابل ترمیم در آن بیش‌تر از گروه‌های دیگر مورد آزمایش بوده است. شکستگی‌های غیرقابل ترمیم در گروه دندان‌های تقویت شده با پست‌های فایبر بیش‌تر از گروه‌های دیگر بوده و نیز پست‌های NiCr، NPG و روش بایومیمتیک در رتبه‌های بعدی از این جهت قرار داشتند.

سپاسگزاری

مقاله حاضر مستخرج از پایان‌نامه دکتری تخصصی خانم دکتر کوثر رضایی با شماره طرح ۷۲۴۱۳۴۲۰۵ در دانشگاه علوم پزشکی بابل می‌باشد. از همکاری معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی بابل در حمایت از این طرح تشکر می‌گردد.

در تحقیق حاضر، شکستگی‌های غیرقابل ترمیم در گروه دندان‌های تقویت شده با پست‌های فایبر بیش‌تر از گروه‌های دیگر بود و نیز پست‌های NiCr، NPG و روش بایومیمتیک در رتبه‌های بعدی از این جهت قرار داشتند. بیش‌ترین فراوانی شکستگی‌های قابل ترمیم هم به دندان‌های تقویت شده با روش بایومیمتیک تعلق داشته است (۴۰ درصد). برخلاف نتایج تحقیق حاضر، در برخی مطالعات، در پست‌های فایبر اغلب شکست‌ها از نوع قابل ترمیم و در ناحیه‌ی CEJ بودند که منجر به جدا شدگی روکش از دندان شده بود. اکثر شکست‌ها در پست و کور ریختگی هم در پرسلن روکش و در ناحیه‌ی سرویکال ریشه به صورت ترک‌های عمودی بوده است (۹، ۲۹). تفاوت نتایج تحقیقات مختلف درباره‌ی فراوانی شکست‌های قابل ترمیم و غیرقابل ترمیم می‌تواند با خصوصیات دندان‌ها، سایزهای مختلف پست‌های به کار رفته و فرآیندهای متفاوت لابراتواری مرتبط باشد. هم‌چنین، زوایای اعمال نیروها و نیز نوع

References

- Kimble P, Stuhr S, McDonald N, Venugopalan A, Campos MS, Cavalcanti B. Decision making in the restoration of endodontically treated teeth: effect of biomimetic dentistry training. *Dent J (Basel)*. 2023;11(7):159. PMID: 37504225.
- Caussin E, Izart M, Ceinos R, Attal J-P, Beres F, François P. Advanced material strategy for restoring damaged endodontically treated teeth: a comprehensive review. *Materials (Basel)*. 2024;17(15):3736. PMID: 39124400.
- Mazumdar P, Choudhury SR. Moisture analysis of endodontically treated and sound teeth using moisture analyser and indirect gravimetric analysis. *J Evol Med Dent Sci*. 2020; 9: 3721-3725. No PMID.
- de Andrade GS, Saavedra GSFA, Augusto MG, Leon GA, Brandão HCB, Tribst JPM, et al. post-endodontic restorative treatments and their mechanical behavior: a narrative review. *Dent Rev*. 2023; 3(1):100067. No PMID.
- Habibzadeh S, Rajati HR, Hajmiragha H, Esmailzadeh S, Kharazifard M. Fracture resistances of zirconia, cast Ni-Cr, and fiber-glass composite posts under all-ceramic crowns in endodontically treated premolars. *J Adv Prosthodont*. 2017;9(3):170-175. PMID: 28680547.
- Prakash J, Golgeri MS, Haleem S, Kausher H, Gupta P, Singh P. A comparative study of success rates of post and core treated anterior and posterior teeth using cast metal posts.

- Cureus. 2022; 14(10): e30035. PMID: 36447694.
7. Mannocci F, Bitter K, Sauro S, Ferrari P, Austin R, Bhuvu B, et al. Present status and future directions: the restoration of root filled teeth. *Int Endod J.* 2022;55(Suppl 3):1059-1084. PMID: 35808836.
 8. Rippe MP, Santini MF, Bier CAS, 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: 165-173. PMID: 25025556.
 9. Habibzadeh S, Kharazifard MJ. Effect of post and core materials on fracture strength in the crown reconstruction of the root-treated tooth. *J Mashhad Dent Sch.* 2020; 44(1):23-34. No PMID.
 10. Alshabib A, Abid Althaqafi K, AlMoharib HS, Mirah M, AlFawaz YF, Algamaiah H, et al. Dental fiber-post systems: an in-depth review of their evolution, current practice and future directions. *Bioengineering (Basel).* 2023; 10(5): 551. PMID: 37237621.
 11. Buruiana AM, Biclesanu FC, Antoniac IV, Miculescu M, Predescu AM, Hancu V. Clinical-statistical study on the biomimetic adhesion of whole ceramic inlays. 2019. No PMID.
 12. Fadag A, Negm M, Samran A, Samran A, Ahmed G, Alqerban A, et al. Fracture resistance of endodontically treated anterior teeth restored with different post systems: an in vitro study. *Eur Endod J.* 2018;3(3):174-179. PMID: 32161874.
 13. Kaur J, Sharma N, Singh H. In vitro evaluation of glass fiber post. *J Clin Exp Dent.* 2012; 4(4): e204-e209. PMID: 24558556.
 14. 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): 291-299. PMID: 30355813.
 15. Li XJ, Zhao SJ, Niu LN, Tay FR, Jiao K, Gao Y, et al. Effect of luting cement and thermomechanical loading on retention of glass fibre posts in root canals. *J Dent.* 2014; 42(1): 75-83. PMID: 24200871.
 16. Bijelic-Donova J, Keulemans F, Vallittu PK, Lassila LV. Direct bilayered biomimetic composite restoration: the effect of a cuspsupporting short fiber-reinforced base design on the chewing fracture resistance and failure mode of molars with or without endodontic treatment. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2020; 103: 103554. PMID: 32090948.
 17. Xible AA, Tavarez RRJ, Araujo CRP, Conti PCR, 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: 297-303. PMID: 19089280.
 18. Aldegheishem A, Barakat R, Alrefaei NAH, Alhussain G, Alkoblan K, Al-Madi EM, et al. Fracture resistance of endodontically treated teeth restored using multifiber posts compared with single fiber posts. *Int J Polym Sci.* 2024; 2024: 3203383. No PMID.
 19. Barcellos RR, Correia DPD, Farina AP, Mesquita MF, Ferraz CCR, 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): 2572-2577. PMID: 24055192.
 20. Perumal P, Chander GN, Anitha KV, Reddy JR, Muthukumar B, Makade CS, et al. A comparative evaluation of fracture resistance of endodontically treated teeth restored with different post core systems-an in-vitro study. *J Adv Prosthodont.* 2011; 8(3): 90-95. PMID: 21814618.

21. 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): 303-308. PMID: 28808455.
22. 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 (Tehran).* 2015; 16(2): 121-128. PMID: 26046108.
23. Siso Ş, Hürmüzlü F, Turgut M, Altundaşar E, Serper A, Er K. Fracture resistance of the buccal cusps of root filled maxillary premolar teeth restored with various techniques. *Int Endod J.* 2007;40(3):161-168. PMID: 17305692.
24. Gu X, Huang J, Wang X. 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): 169-172. PMID: 17565828.
25. 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):344-350. PMID: 29387618.
26. Zafar MS, Amin F, Fareed MA, Ghabbani H, Riaz S, Khurshid Z, et al. Biomimetic aspects of restorative dentistry biomaterials. *Biomimetics (Basel).* 2020; 5(3): 34. PMID: 32679703.
27. Uctasli S, Boz Y, Sungur S, Vallittu PK, Garoushi S, Lassila L. Influence of post-core and crown type on the fracture resistance of incisors submitted to quasistatic loading. *Polymers (Basel).* 2021; 13(7): 1130. PMID: 33918203.
28. 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): 438-445. PMID: 12011860.
29. Sadeghi M. A comparison of the fracture resistance of endodontically treated teeth using three different post systems. 2006