

The Effect of Different Access Cavity Designs on Fracture Resistance of Bulk-Fill Composite Restored Teeth

MohammadHossein Kafi¹, Niloufar Jafari^{*2}, Mostafa Sadeghi³, Negin Mehralizadeh⁴

¹Assistant Professor, Department of Endodontics, School of Dentistry, Rafsanjan University of Medical Sciences, Rafsanjan, Iran

²Assistant Professor, Department of Operative Dentistry, School of Dentistry, Rafsanjan University of Medical Sciences, Rafsanjan, Iran

³Professor, Department of Operative Dentistry, School of Dentistry, Rafsanjan University of Medical Sciences, Rafsanjan, Iran

⁴Graduated General Dentist, School of Dentistry, Rafsanjan University of Medical Sciences, Rafsanjan, Iran

Received: 10 October 2025, Accepted: 21 December 2025

Background: Access cavity design in endodontic treatment plays a crucial role in preserving tooth structure and enhancing fracture resistance. This study aimed to evaluate the effect of two access cavity designs—truss access and conventional—in MOD cavities on the fracture resistance of teeth restored with bulk-fill composite.

Methods and Materials: In this experimental *in-vitro* study, forty sound human premolars free of caries, cracks, wear, or developmental defects were selected and randomly assigned into four groups (n=10): (1) Truss access in MOD cavity with remaining enamel and dentin (TA.E&D), (2) Truss access in MOD cavity with remaining dentin (TA. Dentin), (3) Conventional access in MOD cavity, and (4) control (intact teeth). All cavities were restored with bulk-fill composite. Fracture resistance was measured in Newton, and fracture patterns were assessed for restorability. Data were analyzed using SPSS version 26 with a significance level set at 0.05.

Results: The control group showed the highest fracture resistance (1875 N), while the conventional group exhibited the lowest (1685 N). Nonetheless, no statistically significant differences were found among the groups. In terms of restorability, 90% of teeth in the control and TA.E&D groups, 80% in the TA. Dentin group, and 50% in the conventional group demonstrated restorable fracture patterns.

Conclusion: Although access cavity design and restoration type did not significantly affect fracture resistance, they did influence fracture restorability. Truss access cavity designs resulted in a higher proportion of restorable fractures compared with conventional access cavities when restored with bulk-fill composite.

Keyword: Endodontic Access Cavity Preparation, Composite Resins, Fracture Resistance, Restorability of Teeth

***Corresponding Authors:** niloufarjafari94@rums.ac.ir

➤ **Please cite this paper as:** Kafi MH, Jafari N, Sadeghi M, Mehralizadeh N. The effect of different access cavity designs on fracture resistance of bulk-fill composite restored teeth. *J Mashhad Dent Sch* 2025; 49(4):414-24.

➤ **DOI:** [10.22038/jmds.2025.27204](https://doi.org/10.22038/jmds.2025.27204)



تأثیر انواع طراحی حفره دسترسی بر مقاومت شکست دندان های ترمیم شده با کامپوزیت بالکفیل

محمدحسین کافی^۱، نیلوفر جعفری^۲، مصطفی صادقی^۳، نگین مهرعلی زاده^۴

^۱استادیار، گروه اندودانتیکس، دانشکده دندان پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان، رفسنجان، ایران
^۲استادیار، گروه دندانپزشکی ترمیمی، دانشکده دندان پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان، رفسنجان، ایران
^۳استاد، گروه دندان پزشکی ترمیمی، دانشکده دندان پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان، رفسنجان، ایران
^۴دندان پزشک عمومی فارغ التحصیل، دانشکده دندان پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان، رفسنجان، ایران

تاریخ ارائه مقاله: ۱۴۰۳/۰۷/۱۸ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۹/۳۰

چکیده

مقدمه: طراحی حفره دسترسی در درمان های اندودانتیک، نقش مهمی در حفظ ساختار دندانی و افزایش مقاومت به شکست دندان دارد. این مطالعه با هدف بررسی تأثیر انواع طراحی حفره دسترسی (conventional و truss access) در حفرات MOD، بر مقاومت شکست دندان های ترمیم شده با کامپوزیت بالکفیل انجام شد.

مواد و روش ها: در این مطالعه آزمایشگاهی-تجربی، تعداد ۴۰ دندان عاری از پوسیدگی، ترک، سایش و نواقص تکاملی انتخاب شدند؛ دندان ها به صورت تصادفی به چهار گروه ۱۰ تایی تقسیم شدند: گروه Truss Access در حفره MOD که مینا و عاج باقی مانده (TA.E&D)، گروه Truss Access در حفره MOD که عاج باقی مانده (TA.Dentin)، گروه حفره دسترسی Conventional در حفره MOD و گروه کنترل (دندان های سالم). حفرات با کامپوزیت بالکفیل ترمیم شدند. سپس مقاومت به شکست نمونه ها با واحد نیوتن اندازه گیری و الگوی شکست و قابلیت ترمیم پذیری یا غیر قابل ترمیم بودن هر نمونه بررسی شد. برای تجزیه و تحلیل داده ها از نرم افزار SPSS نسخه ۲۶ استفاده شد و سطح معناداری ۰/۰۵ تعیین گردید.

یافته ها: نتایج مطالعه نشان داد که بیشترین میزان مقاومت به شکست مربوط به گروه کنترل (۱۸۷۵ نیوتن) و کمترین میزان مربوط به گروه conventional (۱۶۸۵ نیوتن) بود، با این وجود بین هیچ کدام از گروه های دندانی از نظر مقاومت به شکست تفاوت معنی داری وجود نداشت. همچنین از نظر قابل ترمیم بودن دندان ها، گروه های کنترل و TA.E&D دارای ۹۰ درصد دندان های قابل ترمیم، گروه TA.Dentin دارای ۸۰ درصد و گروه Conventional دارای ۵۰ درصد دندان های قابل ترمیم بودند.

نتیجه گیری: اگرچه نحوه تراش حفره دسترسی و ترمیم بر مقاومت به شکست دندان ها تأثیر قابل توجهی نداشت؛ ولی بر قابلیت ترمیم دندان ها تأثیر داشته و گروه هایی که حفره دسترسی truss access داشتند، نسبت به حفرات دسترسی Conventional، بعد از ترمیم با مواد بالکفیل، شکست های قابل ترمیم بیشتری داشتند.

کلمات کلیدی: تهیه حفره دسترسی اندودانتیک، کامپوزیت رزین، مقاومت به شکست، قابلیت ترمیم پذیری

مجله دانشکده دندانپزشکی مشهد / سال ۱۴۰۴ / دوره ۴۹ / شماره ۴: ۲۴-۴۱۵.

مقدمه

پس از درمان ریشه، هر دندان برای جلوگیری از نشت و بازیابی عملکرد خود در حفره دهان نیاز به درمان ترمیمی دارد. موفقیت هر درمان کانال ریشه ارتباط نزدیکی با کیفیت ترمیم آن داشته و نوع درمان ترمیمی مورد استفاده برای این دندان‌ها بستگی به مقدار و شکل ساختار دندان باقیمانده پس از درمان ریشه دارد.^(۱)

حفظ ساختار دندان از نظر بیومیمتیک به حفظ انسجام دندان و خواص بیولوژیکی و مکانیکی آن کمک می‌کند و بستر مناسب‌تری برای استفاده از ترمیم‌های ادهزیو ایجاد می‌کند که امروزه به علت زیبایی محبوبیت بالایی دارند، همچنین باعث افزایش طول عمر ترمیم و دندان می‌شود.^(۲) از طرفی حفظ ساختار دندان تا حد امکان، باعث افزایش مقاومت در برابر شکستگی آن می‌شود^(۳) و چرخه ترمیم را محدود می‌کند.

در حین آماده‌سازی حفره دسترسی برای درمان ریشه توسط آماده‌سازی حفره دسترسی مرسوم Conventional، مقادیر زیادی از بافت دندان از جمله کاسپ، مارجینال ریج و سقف اتاقک پالپ از بین می‌رود که خطر شکستگی دندان پس از ترمیم را افزایش می‌دهد.^(۴) از سوی دیگر، مطالعات نشان داده‌اند که تنها پوشش کامل کاسپ می‌تواند محافظت لازم را برای دندان‌های درمان ریشه شده ایجاد کند، که نیاز به برداشتن مقادیر زیادی از بافت دندانی برای ایجاد فرم به اندازه کافی بادوام دارد.^(۵-۷)

برخی از مطالعات طرح‌های محافظه‌کارانه‌تر و فوق محافظه‌کارانه‌تر Ninja conservative و truss access را برای آماده‌سازی حفره دسترسی معرفی کرده‌اند.^(۸،۹) در طراحی Ninja دسترسی از طریق ایجاد یک حفره مرکزی در عمیق‌ترین قسمت سطح اکلوژال به دست می‌آید. از طریق

این سوراخ کوچک، همه کانال‌ها باید قابل دسترسی باشند.^(۱۰،۱۱)

حفره دسترسی truss access، به این صورت است که دسترسی فقط دهانه‌های کانال را هدف قرار می‌دهد و پل عاجی بین کانال‌های مزایا و دیستال (در مولرهای فک پایین) یا کانال‌های باکال و پالانال (در مولرهای فک بالا) حفظ شده است.^(۱۲) در این روش‌ها سقف اتاقک پالپ برداشته نمی‌شود^(۱۳،۱۴) و حفره کوچکی روی سطح اکلوژال برای دسترسی به دهانه کانال‌ها ایجاد می‌شود. با این حال، مطالعات نتایج متناقضی را در مورد کارایی استفاده از این طرح‌ها و همچنین تأثیر این روش‌ها در مقایسه با روش سنتی بر مقاومت به شکستگی دندان گزارش کرده‌اند.^(۱۴-۱۶) علاوه بر این، پزشکان گاهی اوقات با موارد زیادی از درمان ریشه‌هایی در کلینیک مواجه می‌شوند که دندان قبلاً ترمیم شده یا پوسیدگی داشته است که آماده‌سازی حفره دسترسی Conventional و محافظه‌کارانه امکان‌پذیر نیست. در این شرایط، طراحی مرسوم مقدار زیادی از بافت باقی‌مانده را حذف می‌کند. علاوه بر این، نمی‌توان از طرح‌های محافظه‌کارانه و فوق محافظه‌کارانه به روشی که مطالعات ذکر کرده‌اند، استفاده کرد.^(۱۷) مطالعات نشان داده‌اند از دست رفتن هر دو مارژینال ریج، مقاومت به شکست دندان‌ها را تا ۶۰٪ درصد کاهش داده^(۱۸) و شکست دندان‌ها در این حفرات معمولاً غیرقابل ترمیم و نامطلوب (non restorable-unfavorable) می‌باشد.^(۱۹)

عوامل متعددی می‌توانند در دوام و قابلیت پیش‌بینی ترمیم کامپوزیت (ادهزیو) یک دندان خلفی تأثیر بگذارند. در میان این عوامل، فاکتورهای وابسته به متریال مورد استفاده مانند کاربرد دشوار و زمان بر، انقباض پلیمریزاسیون و مقاومت ناکافی در برابر سایش، مهم‌تر و موثرتر از بقیه هستند. این موارد، دندانپزشکان را با چالش‌های جدی روبرو می‌کند،

زیرا بیماران از آنها انتظار یک ترمیم زیبا، بی نقص و بادوام دارند.^(۲۰)

اما با پیشرفت متریال مورد استفاده در دندانپزشکی، ارائه کامپوزیت‌های بالک‌فیل به بازار توانسته بخشی از این مشکلات را حل نماید. این کامپوزیت‌ها، عملکردی تقریباً مشابه کامپوزیت‌های کانونشنال داشته، اما ویژگی‌های اضافی همچون حداقل سایش و انقباض پلیمریزیشن نسبت به انواع رایج، آنها را در جایگاهی برتر از سایرین قرار داده است. کامپوزیت بالک‌فیل یک کامپوزیت لایت‌کیور یا دوال‌کیور است که اختصاصاً برای استفاده در ترمیم‌های خلفی و کور بیلدآپ طراحی شده است. این ماده را می‌توان به صورت یک لایه منفرد با ضخامت چهار میلی‌متر مورد استفاده قرار داد که این امر موجب صرفه‌جویی در زمان می‌گردد.^(۲۱) همچنین می‌توانند با انقباض پلیمریزاسیون بسیار کمتری نسبت به رزین‌های کامپوزیتی معمولی کیور شوند و به‌ویژه می‌توانند برای حفرات عمیق مفید باشند.^(۲۲)

با توجه به اینکه تاکنون مطالعه‌ای مقاومت به شکست دندان‌ها را با انواع حفره دسترسی بر اساس الگوی پوسیدگی MOD بعد از ترمیم با کامپوزیت‌های بالک‌فیل مورد بررسی قرار نداده است، هدف از مطالعه حاضر، ارزیابی تأثیر انواع حفره دسترسی truss access در حفرات MOD، بر مقاومت به شکست دندان ترمیم شده با کامپوزیت بالک‌فیل بوده است.

مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر یک مطالعه تجربی- آزمایشگاهی بود. ابتدا کد اخلاق دریافت شده (RUMS.REC.1403.049) و سپس جامعه آماری که شامل ۴۰ عدد دندان پره مولر عاری از پوسیدگی، ترک، سایش و نواقص تکاملی بود، جمع‌آوری

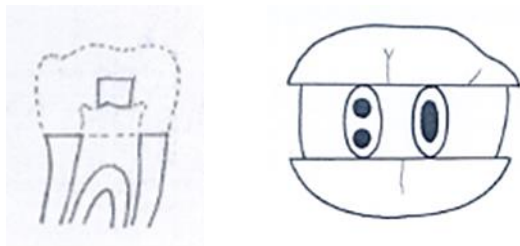
گردید. در این مطالعه دندان‌ها به چهارگروه ۱۰ تایی تقسیم شدند. تعداد دندان‌های مولر اول و دوم و سوم فک پایین و همچنین اندازه دندان‌های هر گروه بین گروه‌ها همگن شد تا متغیرهای اندازه و شکل، که ممکن بود بر نتایج تأثیر بگذارد، حذف شوند.^(۱۸) دندان‌ها ابتدا به مدت ۲۴ ساعت در محلول تیمول ۰/۲٪ به منظور ضدعفونی قرار داده شدند، سپس برای جلوگیری از دهیدراتاسیون، در نرمال سالین و در دمای ۵-۴ درجه سانتیگراد نگهداری شدند.^(۲۳) دندان‌ها با استفاده از اسکیلر از هرگونه جرم و باقی‌مانده بافت نرم تمیز شدند. برای شبیه‌سازی لیگامان پیرودتال دندان‌ها، ناحیه ریشه دندان در موم مذاب قرار گرفت تا یک لایه موم به ضخامت حدود ۰/۳ میلی‌متر بر روی ریشه دندان‌ها قرار گیرد. سپس بعد از قراردادی آکريل سلف‌کیور (Acropars, Tehran, Iran) در یک مولد استوانه‌ای، دندان‌ها به نحوی که ریشه‌ها تا سه میلی‌متری زیر CEJ وارد آکريل شوند و محور عمودی دندان کاملاً عمود بر افق باشد، داخل مولد قرار داده شدند. به منظور تسهیل خروج دندان از بلوک رزینی در مراحل بعدی، اندکی پس از مشاهده‌ی اولین علائم پلیمریزاسیون، دندان‌ها از بلوک رزینی خارج شده و مجدداً قرار داده شدند. در مرحله‌ی بعد، موم اطراف ریشه‌ها به‌طور کامل حذف گردید. سپس ماده قالبگیری (Coltène, Altstätten, Switzerland) سیلیکونی در داخل حفره، درون بلوک رزینی تزریق شده و دندان‌ها مجدداً در حفره قرار داده شدند. در نتیجه یک لایه سیلیکونی یکنواخت دور ریشه‌ها شکل گرفت.

گروه‌های مطالعه به شرح زیر بودند:

کنترل: مولرهای فک پایین بدون حفره دسترسی

TA.E&D Truss Access: حفره دسترسی Truss در حفره MOD (Mesio-occluso-distal) که مینا و عاج باقی‌مانده است.

با عمق ۲ میلی‌متر برای برداشتن مینای اکلوزال ایجاد شد و سپس جهت دسترسی به کانال‌ها با کمک رادیوگرافی از نمونه‌ها و تعیین فاصله دهانه کانال از سطوح خارجی دندان‌ها، بافت دندانی توسط فرز الماسی فیشور از سقف اتاقک پالپ فقط در نواحی بالایی دهانه عمود بر سطح دندان برداشته شد و گسترش جزئی دقیقاً به صورت دایره و بیضی روی دهانه کانال‌ها ایجاد شد. برای حذف مارجینال ریج در این گروه‌ها، باکس پروگزیمال تا CEJ با عرض یک‌دوم فاصله اینترکاسپال ایجاد و به حفره‌های دسترسی ایجادشده، متصل شد (شکل ۲). (۲۴، ۲۵)



شکل ۲. طراحی حفره TA. Dentin

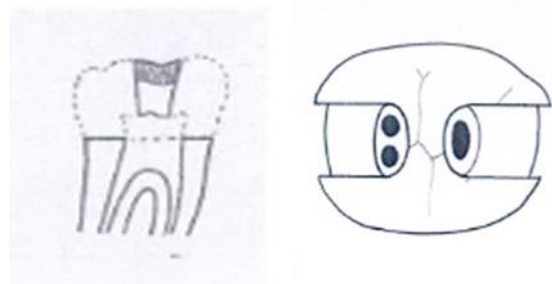
گروه حفره دسترسی سنتی در حفره MOD (Conventional): در گروه حفره دسترسی سنتی، آماده‌سازی حفره دسترسی توسط فرز الماسی شماره ۲۴۵ (Tizkavan, Tehran, Iran) تحت خنک‌کننده آب-هوا طبق اصول تهیه شد (آماده‌سازی اولیه پالپ‌چمبر با فرز الماسی انجام شد، سپس سقف اتاقک پالپ و کرونا برداشته شد، بافت پالپ خارج و در نهایت ایجاد دسترسی خط مستقیم انجام شد). (۲۵، ۲۶) باکس پروگزیمال با عرض یک‌دوم سطح پروگزیمال آماده شد و حفره دسترسی به باکس پروگزیمال متصل شد (شکل ۳).

TA. Dentin Truss Access: حفره دسترسی Truss در حفره MOD که عاج باقی مانده است.

Conventional: حفره دسترسی سنتی در حفره MOD در ۳۰ دندان مطالعه، تراش حفرات MOD با استفاده از فرز فیشور الماسی شماره یک (Tizkavan, Tehran, Iran) و با خنک‌کننده آب و هوا به شرح زیر انجام شد. در ۱۰ نمونه گروه کنترل (Control): در این گروه هیچ حفره دسترسی و تراشی روی دندان صورت نگرفت.

گروه Truss Access در حفره MOD که مینا و عاج باقی مانده است (TA. E&D): در این گروه جهت دسترسی به کانال‌ها با کمک رادیوگرافی از نمونه‌ها و تعیین فاصله دهانه کانال از سطوح خارجی دندان‌ها، بافت دندانی توسط فرز الماسی فیشور از سقف اتاقک پالپ فقط در نواحی بالایی دهانه کانال عمود بر سطح دندان برداشته شد و گسترش جزئی دقیقاً به صورت دایره و بیضی روی دهانه کانال‌ها ایجاد شد و سپس برای حذف مارجینال ریج در این گروه‌ها، باکس پروگزیمال تا CEJ با عرض یک‌دوم فاصله اینترکاسپال ایجاد و به حفره‌های دسترسی ایجاد شده، متصل شد. (۲۴، ۲۵) مینا و عاج سقف پالپ‌چمبر در تمامی مراحل دست‌نخورده باقی گذاشته شد (شکل ۱).

گروه Truss Access در حفره MOD که عاج باقی مانده است (TA. Dentin): در این گروه ابتدا یک حفره کلاس I



شکل ۱. طراحی حفره TA.E&D

پرداخت و حذف اضافات با کمک فرز های الماسی پرداخت و سپس مولت پرداخت انجام گردید.

پس از پروسه ی ترمیم، نمونه ها به مدت ۲۴ ساعت در آب مقطر در دمای 37°C نگهداری شدند و بعد از آن جهت ترموسایکلینگ در دستگاه ترموسایکل، تحت ۵۰۰ سیکل حرارتی^(۲۷) در محدوده دمایی ۵-۵۵ درجه سانتی گراد قرار گرفتند. سپس نمونه ها در دستگاه تستومتریک یونیورسال (Rochdale, England) جهت تست مقاومت به شکست قرار داده شدند و نیروی فشاری موازی محور عمودی دندان با سرعت ۰/۵ میلی متر بر دقیقه از طریق یک سری گوی مانند از جنس استنلس استیل با قطر چهار میلیمتر بر سطح اکلوزال دندان ها، وارد شد، به طوری که با شیب کاسپ ها در تماس بود.^(۲۸) منحنی استرس- استرین و حداکثر نیرو در لحظه شکست نمونه ها، به نیوتن ثبت گردید. در مرحله ی بعد نمونه های شکسته شده برای تعیین طرح شکست با بزرگ نمایی متوسط و توسط دو نفر (استاد و دانشجو) مورد بررسی قرار گرفت. دندان ها از نظر حالت شکست به دو دسته ترمیم پذیر و غیرقابل ترمیم تقسیم شدند. دندان های شکسته شده در ۲ میلی متر زیر CEJ قابل ترمیم و دندان هایی که در بیشتر از ۲ میلی متر زیر CEJ شکسته بودند، غیرقابل ترمیم در نظر گرفته شدند. نوع شکست نمونه ها (Mode) نیز بر اساس مشاهدات و طبق مشخصات زیر که توسط Burke و همکارانش^(۲۸) انجام شد، تعیین گردید:

Mode 1: تخریب جزئی دندان

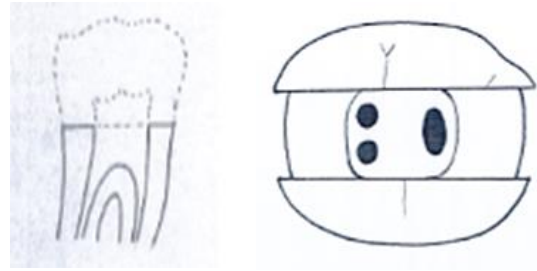
Mode 2: شکست یک کاسپ، ترمیم دست نخورده و سالم

Mode 3: شکست حداقل یک کاسپ و حداکثر یک دوم

ترمیم

Mode 4: شکست حداقل یک کاسپ و بیش از یک دوم

ترمیم



شکل ۳. طراحی حفره Conventional

در تمامی نمونه ها دقت شد که عرض تراش اکلوزالی، یک-دوم فاصله بین دو کاسپ، عرض باکس پروگزیمالی معادل یک دوم بعد فاسیو لینگوالی دندان، ارتفاع اکلوژو جینجیوالی باکس چهار میلی متر و مارجین جینجیوالی باکس روی مینا ختم شود.

برای ترمیم توسط کامپوزیت ابتدا نوار ماتریکس با کمک هولدر بسته شد. بعد از اسید اچینگ مارجین های مینایی با اسید فسفریک ۳۷٪ (Condac37, FGM, Brazil) به مدت ۲۰ ثانیه و شستشوی ۲۰ ثانیه ای با آب، حفره با گلوله ی پنبه ای خشک شد. دو لایه ادهزیو (Amber universal APS, FGM, Brazil) به طور یکنواخت به همه ی دیواره های مینایی و عاجی اعمال گردید و بین هر لایه به مدت ۵ ثانیه پوآرملایم زده شد. پس از حذف اضافات لایه دوم، کیورینگ بصورت همپوشانی و در نواحی مختلف و هر ناحیه به مدت ۲۰ ثانیه و با شدت حداقل 800 mw/cm^2 با دستگاه لایت کیور (Woodpecker, Guilin, China) انجام شد. باکس ها به طور جداگانه توسط کامپوزیت بالکفیل (Xtra fil, VOCO, Germany) پر شدند. به نحوی که ضخامت هر لایه چهار میلی متر باشد و بعد از ۱۰ ثانیه نوردهی هر باکس، قسمت اکلوزالی نیز در یک مرحله پر و کیور شد. بعد از برداشت نوار ماتریکس، هر باکس از باکال و لینگوآل به مدت ۲۰ ثانیه کیور شد. پس از انجام ترمیم،

Mode 5 : شکستگی وسیع تقریباً در همه ساختار دندان و یا شکستگی عمودی.

Mode 6 : شکست ترمیم ابزار جمع آوری اطلاعات شامل چک لیست هایی بود که بعد از جمع آوری اطلاعات در آزمایشگاه، تکمیل و پیوست شدند (پیوست شماره ۱).

داده ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۶ (SPSS Inc, Chicago, IL, U.S.A.) تجزیه و تحلیل شدند. جهت آنالیز داده ها با توجه به توزیع نرمال داده ها، از آزمون های ANOVA و مجذور کای و کروسکال والیس استفاده شد و سطح معناداری ۰/۰۵ تعیین گردید.

یافته ها

نتایج نشان داد که در مطالعه حاضر میانگین و انحراف معیار گروه کنترل، $1875/00 \pm 368/04$ نیوتون، گروه TA.E&D $1800/00 \pm 210/04$ نیوتون، گروه TA.Dentin $1775/00 \pm 191/85$ نیوتون و در گروه حفره Conventional $1685/00 \pm 251/85$ نیوتون بود. نتایج آزمون ANOVA نشان داد که اختلاف معنی داری بین گروه ها وجود نداشت. ($P=0/419$)

آزمون مجذور کای برای مقایسه توزیع کلی حالت های شکست بین گروه ها نشان داد که تفاوت معنی داری وجود نداشت ($P=0/113$) نتایج مطالعه نشان داد که در گروه کنترل، بیشترین شکست ها مربوط به mode 1 و mode 2 بوده و شکست های mode 4 و mode 6 در این گروه، دیده نشد. در گروه TA.E&D و TA.Dentin، بیشترین شکست ها از نوع mode 6 (۴۰٪) و مربوط به ترمیم بود و شکست mode 4 در این گروه ها دیده نشد. همچنین نتایج نشان داد که در گروه Conventional، شکست mode 6 دیده نشد، اما ۵۰ درصد شکست ها از نوع mode 5 غیرقابل ترمیم بودند (جدول ۱).

بیشترین میزان شکست های غیرقابل ترمیم مربوط به حفره دسترسی Conventional بود (۵۰٪ مربوط به mode 5). در مقابل در گروه های کنترل و TA.E&D، ۹۰٪ شکست ها قابل ترمیم بودند. در گروه TA.Dentin، ۸۰٪ شکست ها قابل ترمیم بودند. گروه های حفرات Truss access (TA.Dentin, TA.E&D) بیشترین میزان شکست های mode 6 را نشان دادند (۴۰٪) که نشان دهنده این است که اکثر شکست ها در ماده ترمیم بوده و ساختار دندان دچار شکست نشده است.

جدول ۱. فراوانی دندان ها از نظر نوع الگوی شکست در گروه های مورد مطالعه

گروه ها	mode 1	mode 2	mode 3	mode 4	mode 5	mode 6
Control	۳	۵	۱	۰	۱	۰
	(۳۰٪)	(۵۰٪)	(۱۰٪)	(۰٪)	(۱۰٪)	(۰٪)
TA.E&D	۳	۱	۱	۰	۱	۴
	(۳۰٪)	(۱۰٪)	(۱۰٪)	(۰٪)	(۱۰٪)	(۴۰٪)
TA.Dentin	۱	۲	۱	۰	۲	۴
	(۱۰٪)	(۲۰٪)	(۱۰٪)	(۰٪)	(۲۰٪)	(۴۰٪)
Conventional	۱	۲	۱	۱	۵	۰
	(۱۰٪)	(۲۰٪)	(۱۰٪)	(۱۰٪)	(۵۰٪)	(۰٪)

همچنین آزمون کروسکال-والیس نشان داد که الگوی شکست ($p=0/090$) و الگوی شکست بر اساس ترمیم پذیری دندان ($P=0/111$) بین گروه‌های مورد مطالعه معنی‌دار نبودند. آزمون من-ویتنی نیز نشان داد که مقایسه الگوی شکست بر اساس ترمیم‌پذیری دندان هر گروه با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشت ($p>0/05$).

بحث

طراحی مناسب حفره دسترسی در درمان‌های اندودنتیک، نقش حیاتی در موفقیت درمان و حفظ ساختار دندانی ایفا می‌کند. برداشت گسترده بافت دندانی در مرحله آماده‌سازی حفره دسترسی، موجب کاهش مقاومت دندان در برابر نیروهای اکلوژالی و افزایش احتمال شکست‌های غیرقابل ترمیم می‌شود.^(۲۹) در این راستا، رویکردهای محافظه‌کارانه در طراحی حفره دسترسی، به‌ویژه حفظ سقف پالپ‌چمبر و عاج ناحیه سرویکال، به‌عنوان راهکاری مؤثر برای افزایش دوام دندان‌های درمان‌شده مطرح شده‌اند.^(۳۰) مطالعه حاضر با هدف ارزیابی تأثیر انواع طراحی حفره دسترسی truss access در دندان‌های مولر فک پایین دارای حفرات MOD، ترمیم‌شده با کامپوزیت بالک‌فیل، انجام شد. نتایج نشان داد که اگرچه تفاوت آماری معناداری از نظر مقاومت شکست بین گروه‌ها مشاهده نشد، اما الگوی شکست‌ها تفاوت قابل‌توجهی داشت. در گروه‌های TA.E&D و TA.Dentin، بیشترین شکست‌ها از نوع قابل ترمیم (mode 6) بودند، در حالی‌که در گروه Conventional، شکست‌های غیرقابل ترمیم (mode 5)، غالب بودند. این یافته‌ها نشان می‌دهد که طراحی محافظه‌کارانه حفره دسترسی می‌تواند نقش مهمی در حفظ قابلیت ترمیم دندان ایفا کند.

از منظر بیومکانیکی، حفظ سقف پالپ‌چمبر به‌عنوان رابط بین سطوح باکال و لینگوال، موجب توزیع بهتر نیروهای اکلوژالی و کاهش تمرکز تنش در نواحی ضعیف‌تر دندان می‌شود. این موضوع با یافته‌های مطالعات Abou-Elnaga و همکاران^(۳۱) و Plotino و همکاران^(۳۰)، هم‌راستا است که تأثیر مثبت طراحی truss access بر مقاومت شکست دندان‌های درمان‌شده را گزارش کرده‌اند. در مطالعه Abou-Elnaga^(۳۱)، که طراحی حفره یکی از گروه‌ها مشابه گروه مطالعه حاضر بود، فقط دو دیواره باکال و لینگوال و سقف عاجی پالپ‌چمبر حفظ شده بود و گزارش کردند که آماده‌سازی حفره دسترسی truss در حفرات MOD، مقاومت به شکست دندان‌های درمان‌شده با حفره‌های مزیو-اکلوژو-دیستال را بهبود بخشید. نتایج این مطالعات نشان می‌دهند که مقاومت به شکست در روش‌های آماده‌سازی محافظه‌کارانه حفره دسترسی به طور قابل‌توجهی بالاتر از روش‌های سنتی می‌باشد. در مطالعه حاضر هم بین گروه‌های دندانی از نظر مقاومت شکست اختلاف وجود داشت، ولی از نظر آماری معنی‌دار نبود، که احتمالاً به دلیل حجم کم نمونه‌ها و نوع ماده ترمیمی می‌باشد. اما بین گروه‌ها از نظر الگوی شکست تفاوت معناداری دیده شد، زیرا حجم دندان‌های از دست رفته و نقطه تمرکز استرس به علت تفاوت ساختار دندان با ماده ترمیمی باعث شکست‌های غیرقابل ترمیم در حفرات بزرگتر می‌شود.

مطالعات اخیر از جمله تحقیق Shirani و همکاران^(۱۷)، نیز تأکید کرده‌اند که حفظ ساختارهای کلیدی مانند مارجینال ریج‌ها و سقف پالپ‌چمبر، نقش تعیین‌کننده‌ای در افزایش مقاومت به شکست دارد. همچنین، مطالعه Patil و همکاران^(۳۲)، نشان داد که طرح‌های محافظه‌کارانه مانند traditional endodontic access cavity design (TEC) مقایسه با conservative endodontic access cavity design

دندان‌ها استفاده شده و ترموسایکلینگ انجام شده و هم تراش حفره دسترسی در حفرات MOD بوده، این تفاوت نتایج نشان‌دهنده اهمیت شرایط آزمایشگاهی و ساختار باقی‌مانده دندان در تعیین نتایج نهایی هستند.

هنگامی که بخش زیادی از نسج دندان به دلیل پوسیدگی، تروما و یا بدنال درمان ریشه از دست می‌رود و یک حفره بزرگ ایجاد می‌شود، ترمیم آن چالش‌های خاصی را به همراه دارد که می‌تواند منجر به شکست‌های غیرقابل ترمیم شود. شکست‌های غیرقابل ترمیم در حفرات بزرگ دندانی که با کامپوزیت بالک‌فیل ترمیم شده‌اند، نتیجه ترکیبی از کاهش حمایت ساختاری دندان، تفاوت‌های بیومکانیکی بین دندان و ماده ترمیمی (از جمله مدول الاستیسیته، ضریب انبساط حرارتی و انقباض پلیمریزاسیون) و ایجاد نقاط تمرکز استرس است. درک این عوامل برای طراحی مناسب حفره، انتخاب مواد ترمیمی و تکنیک‌های کارآمد برای افزایش طول عمر ترمیم‌ها و حفظ دندان ضروری است. این موضوع تأکید می‌کند که در حفرات بزرگ، نیاز به رویکردهای ترمیمی پیچیده‌تر و شاید استفاده از تکنیک‌های تقویتی مانند استفاده از روکش‌ها (onlays/inlays) باشد.^(۳۳،۳۴)

در مجموع، یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد که طراحی محافظه‌کارانه حفره دسترسی، به‌ویژه حفظ سقف پالپ‌چمبر و عاج ناحیه سرویکال، می‌تواند نقش مهمی در افزایش قابلیت ترمیم و کاهش شکست‌های غیرقابل ترمیم ایفا کند. با این حال، برای دستیابی به نتایج قطعی‌تر، مطالعات آینده با حجم نمونه بیشتر، بررسی مواد ترمیمی متنوع و شرایط بالینی واقعی توصیه می‌شود.

(CEC)، مقاومت بالاتری در برابر شکستگی در حفرات MOD دارند. یافته‌های مطالعه Shafik و همکاران^(۳۳)، نیز نشان داد که طراحی truss access زمانی مؤثر است که ساختار دندانی به‌طور قابل‌توجهی تضعیف شده باشد و طراحی حفره دسترسی truss به‌تنهایی در افزایش مقاومت به شکست دندان تأثیر نداشت، اما زمانی که ساختار دندان تضعیف شده بود، حفره دسترسی truss تأثیر قابل‌توجهی بر بهبود مقاومت به شکست داشت، که این نتایج همسو با نتایج مطالعه حاضر می‌باشند. به‌طور کلی یکی از اهداف حفظ سقف پالپ‌چمبر در روش‌های دسترسی محافظه‌کارانه، توزیع نیروهای اکلوژالی سنگین در حین جویدن قبل از رسیدن به کف پالپ‌چمبر و همچنین حفظ عاج ناحیه سرویکال است. حفظ سقف پالپ‌چمبر و دسترسی به کانال ریشه دندان از پروگزیمال علاوه بر حفظ عاج دندان، دسترسی بهتری به انتهای کانال فراهم می‌کند.^(۸) امروزه با روش‌های پیشرفته رادیوگرافی مانند CBCT، می‌توان با استفاده از روش‌های ذکر شده در این مطالعه، دسترسی آسان به کانال‌های دندانی را با کمترین خطا فراهم کرد و نتایج تقویت قابل قبولی در دندان‌ها به دست آورد.^(۳۰)

در مقابل، برخی مطالعات مانند Özyürek و همکاران^(۳۲) و Corsentino و همکاران^(۲۹)، تفاوت معنی‌داری در مقاومت شکست بین طراحی‌های مختلف حفره دسترسی گزارش نکرده‌اند، به‌ویژه زمانی که دندان‌ها ترمیم شده باشند یا از دست رفتن مارجینال ریج‌ها در نظر گرفته شده باشد. در مطالعه Ozyurek و همکاران^(۳۲) ترمیم با کامپوزیت بالک فیل مقاومت به شکست دندان را افزایش داده، ولی طراحی حفره دسترسی نقشی در افزایش مقاومت به شکست نداشت. مطالعه Corsentino و همکاران^(۲۹) اهمیت بالاتر از دست رفتن مارجینال ریج‌ها را نشان داد. از آنجایی که در مطالعه ما هم از کامپوزیت بالک فیل (Xtrafil) جهت ترمیم

نتیجه گیری

براساس نتایج این مطالعه گروه‌های کنترل و TA.E&D دارای بیشترین دندان‌های قابل ترمیم نسبت به گروه‌های دیگر بودند. می‌توان گفت که طراحی حفره دسترسی در دندان‌هایی که تحت درمان ریشه قرار گرفته و با کامپوزیت بالک‌فیل ترمیم شدند، نقش بسیار مهمی در مقاومت شکست نهایی دندان دارد. این رویکرد محافظه‌کارانه، در کنار استفاده از مواد ترمیمی بالک‌فیل، در پایداری طولانی‌مدت دندان، می‌تواند کمک کننده باشد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان از معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی کرمان بابت فراهم‌سازی امکانات آزمایشگاهی و حمایت علمی تشکر می‌نمایند.

تضاد منافع

هیچ‌گونه تضاد منافع توسط نویسندگان گزارش نشده است. این مقاله منتج از پایانامه ای با عنوان تاثیر انواع طراحی حفره دسترسی بر مقاومت به شکست دندان ترمیم شده با کامپوزیت بالک فیل با شماره ۷۹۳ در دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان می باشد.

منابع

1. Atlas A, Grandini S, Martignoni M. Evidence-based treatment planning for the restoration of endodontically treated single teeth: importance of coronal seal ,post vs no post, and indirect vs direct restoration. Quintessence Int 2019;50(10):772-81.
2. Dietschi D, Duc O, Krejci I, Sadan A. Biomechanical considerations for the restoration of endodontically treated teeth: A systematic review of the literature, Part II (Evaluation of fatigue behavior, interfaces, and in vivo studies). Quintessence Int 2008;39(2):117-29.
3. 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;104(5):306-17.
4. Krishan R, Paqué F, Ossareh A, Kishen A, Dao T, Friedman S. Impacts of conservative endodontic cavity on root canal instrumentation efficacy and resistance to fracture assessed in incisors, premolars, and molars. J Endod 2014;40(8):1160-6.
5. Hudis SI, Goldstein GR. Restoration of endodontically treated teeth: a review of the literature. J Prosthet Dent 1986;55(1):33-8.
6. Reeh ES, Messer HH, Douglas WH. Reduction in tooth stiffness as a result of endodontic and restorative procedures. J Endod 1989; (20)15: 512-6 .
7. ElAyouti A, Serry MI, Geis-Gerstorfer J, Löst C. Influence of cusp coverage on the fracture resistance of premolars with endodontic access cavities. Int Endod J 2011;44(6):543-9.
8. Clark D, Khademi J. Modern molar endodontic access and directed dentin conservation. Dent Clin North Am 2010;54(2):249-73.
9. Shabbir J, Zehra T, Najmi N, Hasan A, Naz M, Piasecki L, et al. Access cavity preparations: classification and literature review of traditional and minimally invasive endodontic access cavity designs. J Endod 2021;47(8):1229-44.
10. Rocca GT, Saratti CM, Cattani-Lorente M, Feilzer AJ, Scherrer S, Krejci I. The effect of a fiber reinforced cavity configuration on load bearing capacity and failure mode of endodontically treated molars restored with CAD/CAM resin composite overlay restorations. J Dent 2015;43(9):1106-15.
11. Kikuti WY, Chaves FO, Di Hipólito V, Rodrigues FP, D'Alpino PHP. Fracture resistance of teeth restored with different resin-based restorative systems. Braz Oral Res 2012;26(3):275-81.
12. Ibrahim AM, Richards LC, Berekally TL. Effect of remaining tooth structure on the fracture resistance of endodontically-treated maxillary premolars: An in vitro study. J Prosthet Dent 2016;115(3):290-5.

13. Zhang Y, Liu Y, She Y, Liang Y, Xu F, Fang C. The effect of endodontic access cavities on fracture resistance of first maxillary molar using the extended finite element method. *J Endod* 2019;45(3):316-21.
14. Silva AA, Belladonna FG, Rover G, Lopes RT, Moreira E JL, De-Deus G, et al. Does ultraconservative access affect the efficacy of root canal treatment and the fracture resistance of two-rooted maxillary premolars? *Int Endod J* 2020;53(2):265-75.
15. Saberi EA, Pirhaji A, Zabetiyan F. Effects of endodontic access cavity design and thermocycling on fracture strength of endodontically treated teeth. *Clin Cosmet Investig Dent* 2020 23;12:149-56.
16. Maske A, Weschenfelder VM, Soares Grecca Vilella F, Burnett Junior LH, de Melo TAF. Influence of access cavity design on fracture strength of endodontically treated lower molars. *Aust Endod J* 2021;47(1):5-10.
17. Shirani F, Saatchi M, Shirani M, Jafari N. Evaluation of the fracture resistance of conservative and ultraconservative access cavity designs with different treatment modalities: An in vitro study. *Biomed Res Int* 2023;2023:7247375.
18. Tsertsidou V, Mourouzis P, Dionysopoulos D, Pandoleon P, Tolidis K. Fracture resistance of class ii mod cavities restored by direct and indirect techniques and different materials combination. *Polymers (Basel)* 2023;15(16):3413.
19. 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;105(6):387-93.
20. Moorthy A, Hogg CH, Dowling AH, Grufferty BF, Benetti AR, Fleming GJ. Cuspal deflection and microleakage in premolar teeth restored with bulk-fill flowable resin-based composite base materials. *J Dent* 2012;40(6):500-5.
21. Taha NA, Maghaireh GA, Ghannam AS, Palamara JE. Effect of bulk-fill base material on fracture strength of root-filled teeth restored with laminate resin composite restorations. *J Dent* 2017;63:60-4.
22. Mincik J, Urban D, Timkova S, Urban R. Fracture resistance of endodontically treated maxillary premolars restored by various direct filling materials: An in vitro study. *Int J Biomater* 2016;9(3):45-9.
23. Shafik MS, Mahran AH, Fakhr M. Impact of conservative access cavity designs and remaining tooth structure on fracture resistance of maxillary first premolars (In vitro study). *Egypt Den J* 2024; 170(1):951-8.
24. Vorster M, van der Vyver PJ, Markou G. Traditional and conservative molar endodontic access cavity designs: A classification and overview. *S Afr Dent J* 2022;77(7):407-12.
25. Ingle JI, Taintor JF. *Endodontics*. 3rd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2008. P. 92-105.
26. Patil P, Newase P, Pawar S, Gosai H, Shah D, Parhad SM. Comparison of fracture resistance of endodontically treated teeth with traditional endodontic access cavity, conservative endodontic access cavity, truss endodontic access cavity, and ninja endodontic access cavity designs: An in vitro study. *Cureus* 2022;14(8):e28090.
27. Habekost LV, Camacho GB, Azevedo EC, Demarco FF. Fracture resistance of thermal cycled and endodontically treated premolars with adhesive restorations. *J Prosthet Dent* ,2007; 98(3):186-92
28. Burke FJ. Fracture resistance of teeth restored with dentin-bonded crowns constructed in a leucite-reinforced ceramic. *Dent Mater* 1999;15(5):359-62.
29. Corsentino G, Pedullà E, Castelli L, Liguori M, Spicciarelli V, Martignoni M ,et al. Influence of access cavity preparation and remaining tooth substance on fracture strength of endodontically treated teeth. *J Endod* 2018;44(9):1416-21.
30. Plotino G, Grande NM, Isufi A, Ioppolo P, Pedullà E, Bedini R. Fracture strength of endodontically treated teeth with different access cavity designs. *J Endod* 2017;(43)4:995-1000.
31. Abou-Elnaga MY, Alkhawas MAM, Kim HC, Refai AS. Effect of truss access and artificial truss restoration on the fracture resistance of endodontically treated mandibular first molars. *J Endod* 2019;(45)6: 813-7.
32. Özyürek T, Ülker Ö, Demiryürek EÖ, Yılmaz F. The effects of endodontic access cavity preparation design on the fracture strength of endodontically treated teeth: traditional versus conservative preparation. *J Endod* 2018;(44)5: 800-5.
33. Abdulrab S, Geerts G, Al-Maweri SA, Alhaji MN, Alhadainy H, Ba-Hattab R. The influence of horizontal glass fiber posts on fracture strength and fracture pattern of endodontically treated teeth: A systematic review and meta-analysis of in vitro studies. *J Prosthodont* 2023;32(6):469-81.
34. Iraji P, Ahmadi Gh, Esmaeili B, Hashemi SS. Effect of glass fiber application with bulk-fill composite on fracture resistance of endodontically treated premolars. *J Mashhad Dent Sch* 2023;47(4):371-8. (Persian)