

## اثر موقعیت و جهت رشته (فایبر) بر مقاومت در برابر شکست و الگوی شکست در ترمیم های کامپوزیتی با طرح پوشش کاسپ

فرحناز شرف الدین\* - علی اصغر علوی\*\* - مهشاد فرزین فر\*\*\*

\* استادیار گروه آموزشی دندانپزشکی ترمیمی، دانشکده ی دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شیراز  
 \*\* استادیار گروه آموزشی دندانپزشکی ترمیمی، دانشکده ی دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شیراز  
 \*\*\* متخصص دندانپزشکی ترمیمی

### چکیده

**بیان مساله:** موقعیت و جهت رشته در ترمیم های کامپوزیتی با طرح پوشش کاسپ ممکن است باعث افزایش تحمل نیرو و جلوگیری از ایجاد شکست های ترمیم ناپذیر گردد.

**هدف:** هدف از این بررسی، اثر وجود رشته و نیز، جهت و موقعیت آن در مقاومت به شکست و الگوی شکست ترمیم های کامپوزیتی با طرح پوشش کاسپ می باشد.

**مواد و روش:** در این بررسی تجربی، حفره ی MOD به همراه کوتاه کردن ۲/۵ میلی متر کاسپ ها در ۵۰ دندان کشیده شده پره مولر فک بالا ایجاد شد. دندان ها به پنج گروه ۱۰ تایی بخش و ترمیم در همه ی گروه ها با کامپوزیت P60 انجام گرفت. در گروه نخست، ترمیم کامپوزیت بدون استفاده از رشته، در گروه دوم، یک رشته در جهت باکوپالاتال، در گروه سوم، دو رشته در جهت باکوپالاتال و مزیدستال با تقاطع در بخش مرکزی حفره، در گروه چهارم، یک رشته در جهت زاویه ی خطی مزیبوکال به دیستوپالاتال و رشته ی دیگر در جهت دیستوبوکال به مزیبوکال و در گروه پنجم، دو رشته در جهت باکوپالاتال در دو سوی مرکز دندان با فاصله ی ۱/۵ میلی متر قرار داده شد. نمونه ها به مدت ۷ روز در دمای اتاق نگهداری، سپس زیر ۵۰۰ چرخه ی دمایی در دمای  $2 \pm 60$  و  $2 \pm 60$  درجه ی سانتی گراد قرار گرفتند. سرانجام، با دستگاه اینسترون از سطح اکولوزال نیروی عمودی فشاری وارد شد. در لحظه ی شکست، میزان نیرو ثبت گردید. اندازه های به دست آمده، به وسیله ی آزمون آماری مان-ویتنی (Mann-Whitey) و آنووا (ANOVA) ( $p < 0.05$ ) بررسی شدند. گونه ی شکست نمونه ها نیز، به وسیله ی آنالیز آماری فیشر (Fisher) بررسی گردید ( $p < 0.05$ ).

**یافته ها:** واکاوی آماری نشان داد، که مقاومت به شکست همه ی گروه ها به گونه ای معنادار از گروه شاهد بیشتر بود ( $p < 0.05$ ). اختلاف آماری معنادار میان گروه های دوم و سوم ( $p = 0.034$ ) و سوم و پنجم ( $p = 0.041$ ) وجود داشت. لیکن اختلاف آماری معنادار میان جفت گروه های دیگر مشاهده نگردید. تفاوت آماری معنادار میان الگوی شکست ترمیم های کامپوزیتی بی رشته و ترمیم های کامپوزیتی دارای رشته وجود داشت (بجز گروه دوم) ( $p < 0.05$ ).

**نتیجه گیری:** وجود رشته در ترمیم های کامپوزیتی باعث افزایش استحکام شکست و بهبود الگوی شکست می شود. با افزایش رشته ها در جهاتی خاص استحکام شکست نیز، افزایش می یابد.

**واژگان کلیدی:** استحکام شکست، الگوی شکست، پوشش کاسپ، رشته، کامپوزیت

تاریخ دریافت مقاله: ۸۶/۳/۲۷

تاریخ پذیرش مقاله: ۸۶/۶/۱۰

مجله دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی شیراز ۱۳۸۶؛ دوره ی هشتم، شماره ی سه، صفحه ی ۱ تا ۱۰

\* نویسنده ی مسوول مکاتبات: فرحناز شرف الدین. شیراز- خیابان قصر دشت- دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی شیراز- گروه آموزشی دندانپزشکی ترمیمی- تلفن: ۰۷۱۱-۶۲۶۳۱۹۳-۴. پست الکترونیک: sharafedinf@yahoo.com

## درآمد

تغییر داد. جهت و موقعیت فضایی رشته ها بر روی مدلوس الاستیستیه و چقرمگی اثر می گذارند<sup>(۹ و ۱۰)</sup>. پژوهشی نشان داد که، طرح پوشش کاسپ مقاومت به شکست را در ترمیم های کامپوزیت مستقیم افزایش می دهد، ولی در این گونه ترمیم ها، بیشتر شکست ها از زیر محل اتصال سمنتوم به مینا ایجاد می شود، که ترمیم دوباره را دشوار می سازد<sup>(۱۱)</sup>. کاربرد کامپوزیت های تقویت شده با رشته ممکن است در ترمیم های کامپوزیتی با طرح پوشش کاسپ از ایجاد شکست ترمیم ناپذیر جلوگیری کند<sup>(۱۲)</sup>. در زمینه ی اثر جهت و موقعیت رشته در مقاومت به شکست ترمیم های کامپوزیتی با طرح پوشش کاسپ، بررسی هایی کم شمار انجام گرفته است. هدف از این پژوهش، بررسی آزمایشگاهی اثر وجود رشته و نیز، جهت و موقعیت آن در مقاومت به شکست و الگوی شکست ترمیم های کامپوزیتی با طرح پوشش کاسپ در دندان های پره مولر فک بالاست.

## مواد و روش

این بررسی تجربی بر روی ۵۰ دندان پره مولر سالم انسانی در دامنه ی سنی ۱۵ تا ۲۵ سال انجام گرفت، که برای درمان ارتودنسی کشیده شده بودند. دندان ها بی هر گونه پوسیدگی، سایش و نقایص دیگر بودند. در مدت گردآوری، دندان ها در آب مقطر نگهداری شدند. سپس، به مدت ۲۴ ساعت در درون محلول ۰/۵ درصد کلرامین تی (Halidies-Chemicals, India) قرار داده شدند. برپایه ی پیشنهاد ایکل (Eakle)<sup>(۱۳)</sup>، در بخش یک سوم اکلوژالی دندان ها، حداکثر ابعاد باکولینگوالی و مزبودیستالی را اندازه گیری کرده و دو عدد به دست آمده را در هم ضرب کرده و به عنوان عاملی برای اندازه ی هر نمونه در نظر گرفته شد. سپس، نمونه ها با توجه به این عامل، به پنج گروه ۱۰ تایی بخش شده، به گونه ای، که در هر گروه، پراکندگی یکسانی از دندان ها برپایه ی اندازه ی آنها ایجاد شود. به این ترتیب، تا آنجا که

در دندان های پره مولر برای تامین زیبایی بهتر است از مواد ترمیمی هم رنگ مانند کامپوزیت برای بازسازی کاسپ استفاده شود. طرح پوشش کاسپ در دندان های پستی باعث افزایش استحکام شکست در ترمیم های کامپوزیتی می شود<sup>(۱۱ و ۱۲)</sup>. حتی با وجود کاربرد کامپوزیت های خلفی تقویت شده، استحکام و چقرمگی این مواد به اندازه ی فلزات ریختگی نبوده در نتیجه، به مقاومت در برابر فشارهای کششی قادر نیستند<sup>(۲ و ۳)</sup>. رشته های تقویت کننده باعث بهبود استحکام و چقرمگی در ترمیم های کامپوزیتی می شود<sup>(۳)</sup>. این رشته ها ممکن است به سه روش وجود داشته باشند: ۱: ناپیوسته: رشته ها به صورت پراکنده در ماتریکس رزینی پخش شده اند. ۲: یک سوئی: رشته ها به صورت پیوسته ی موازی در یک جهت هستند. ۳: دو سوئی: رشته ها به صورت پیوسته به شکل به هم تابیده یا بافته آرایش یافته اند<sup>(۴)</sup>.

یک بررسی نشان داد، که استحکام خمشی و فشاری در نمونه های کامپوزیتی دارای رشته ی پلی اتیلن به شیوه ی بافته در مقایسه با نمونه های بی رشته، به گونه ای آشکار افزایش پیدا می کند<sup>(۵)</sup>. پژوهشی دیگر مشخص کرد، که کاربرد رشته در بخش عمقی ترمیم کامپوزیت های دارای فیلر (Particulate filler composite) باعث افزایش استحکام شکست می شود<sup>(۶)</sup>. از سوئی، بررسی ها نشان می دهد، که اگر جهت محور طولی رشته ها عمود بر نیروی فشاری باشد، رشته ها باعث تقویت استحکام می شوند، ولی اگر نیروی فشاری موازی محور طولی رشته ها باشد تقویت به وسیله ی رشته ایجاد نمی شود<sup>(۶ و ۷)</sup>.

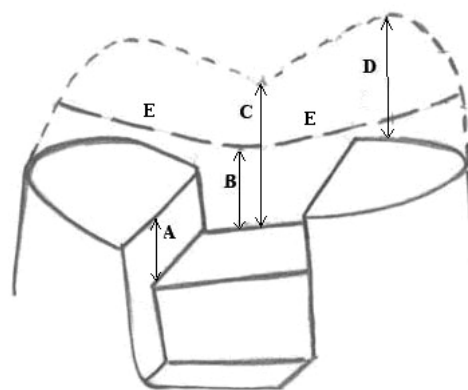
یکی از موانع در کاربرد کامپوزیت تقویت شده با فایبر، کمبود اطلاعات درباره ی اثر طراحی بر روی ویژگی های مکانیکی آنها است. با تغییراتی که در جهت، محتوا و موقعیت فضایی رشته ها در ساختمان کامپوزیت ایجاد می شود، می توان ویژگی های مکانیکی کامپوزیت های تقویت شده با رشته (FRC) را



نگاره ی ۲: تراش حفره ی MOD با طرح پوشش کاسپ

با استفاده از یک گونه ورقه ی شفاف پلاستیکی (Soft tray sheet) (Ultradent, USA) که در کیت های ویژه ی سفید کردن قرار دارد و با دما دادن قابل شکل گرفتن است، نمایه ای (ایندکس) بر روی یکی از نمونه های تراش نخورده ساخته، به گونه ای که بیانگر شیب و ارتفاع کاسپ ها باشد. از این نمایه، به هنگام ترمیم نمونه ها استفاده شد. از اسید فسفریک ۳۷ درصد (3M ESPE, USA) به صورت ژل که برای اچ کردن همزمان مینا و عاج به مدت ۱۵ ثانیه مناسب می باشد، استفاده شد. سپس شست و شو به مدت ۱۵ ثانیه انجام شد و به آرامی افزوده های آب با پوار هوا خشک گردید. با استفاده از یک برس، دو لایه ماده ی باندینگ تک جزئی (Single bond) (3M ESPE, USA) بر روی سطح مینا و عاج به کار رفت و به مدت ۲۰ ثانیه، به وسیله ی دستگاه لایت کیور هالوژنه کولتن (Coltolux II, Germany) با شدت  $4 \pm 510$  میلی وات بر سانتی متر مربع در زیر تابش نور قرار گرفت. پس از هر ترمیم، شدت نور دستگاه لایت کیور به وسیله ی رادیومتر (Dent America Co. Tivan) اندازه گیری شد. در گروه نخست (A) (گروه شاهد) پس از بستن ماتریکس بند سلولوئیدی حفره تنها با کامپوزیت (3M ESPE, USA) P60 در سه لایه بازسازی شد، به گونه ای که، نخستین لایه به ضخامت یک میلی متر در کف باکس به طور افقی قرار گرفت و به مدت ۴۰ ثانیه کیور گردید. حداکثر ضخامت لایه های بعدی  $1/5$  میلی متر بود. هر لایه برای ۴۰ ثانیه کیور شد تا هر

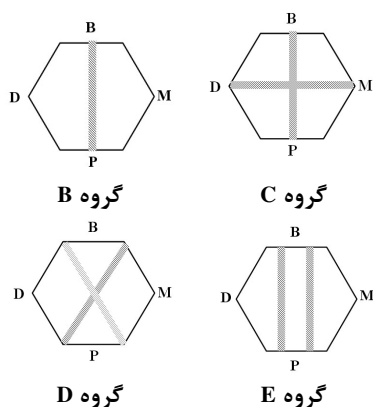
می شد، تفاوت در اندازه ها و ریخت شناسی دندان ها به عنوان متغیر حذف گردید. دندان ها در مولد استوانه ای شکل از جنس آکريل خود سخت شونده (آکروپارس ۲۰۰ - مارلیک - تهران - ایران) مانت شدند. ریشه ی دندان ها تا فاصله ی دو میلی متر از زیر محل اتصال سمنتوم به مینا در آکريل قرار گرفت. در همه ی دندان ها، حفره های MOD ایجاد شد، به گونه ای که عمق حفره ها در شیار مرکزی، سه میلی متر بود و پهنای حفره را، با توجه به بعد باکولینگوالی هر دندان، تعیین کرده به گونه ای که دو سوم فاصله ی مرکزی، تا نوک کاسپ های باکال و لینگوال را از هر طرف طی کند. سپس، هر دو کاسپ، با توجه به شکل کالبدی دندان،  $2/5$  میلی متر کوتاه شد تا فضای کافی برای قرار دادن کامپوزیت و فایبر فراهم گردد<sup>(۷)</sup>. در ناحیه ی باکس، کف حفره یک میلی متر بالاتر از محل اتصال سمنتوم به مینا قرار گرفت. پهنای باکولینگوالی سه میلی متر و پهنای مزودیستالی دو میلی متر در نظر گرفته شد (نگاره ی ۱ و ۲).



نگاره ی ۱: نمای شماتیک از تراش حفره ی MOD با طرح پوشش کاسپ

- A: یک میلی متر
- B:  $1/5$  میلی متر
- C: ۳ میلی متر
- D:  $2/5$  میلی متر
- E: محل قرار گیری فایبر

با استفاده از استوانه ی فلزی به قطر دو میلی متر، که به تیغه ی دستگاه متصل است، با سرعت یک میلی متر در دقیقه، به نمونه ها نیروی فشاری وارد شد. میله ی استوانه ای به ناحیه ی فیشور مرکزی و شیب کاسپ تکیه داشت و نیروی وارد شده، سرانجام به شکست منجر شد. پس از اندازه گیری مقادیر استحکام شکست نمونه ها با استفاده از آزمون آنووا و آزمون تکمیلی مان-ویتنی، واکاوی آماری انجام گرفت ( $p < 0.05$ ).



نگاره ی ۳: نحوه قرارگیری فایبر در گروه های گوناگون

**B:** باکال، **P:** پالاتال، **M:** مزیا، **D:** دیستال  
**گروه B:** کامپوزیت دارای یک رشته در جهت باکوپالاتال  
**گروه C:** کامپوزیت دارای دو رشته در جهت باکوپالاتال و مزیدیستال  
**گروه D:** کامپوزیت دارای دو رشته که زاویه های خطی مقابل را در دندان متصل می کند.  
**گروه E:** کامپوزیت دارای دو رشته در جهت باکوپالاتال در دو طرف مرکز دندان با فاصله ۱/۵ میلی متر

شکست در نمونه های ترمیم شده، از نظر مقایسه به سه گونه بخش شد. این گونه رده بندی بر گرفته از ارزیابی پژوهشگری به نام بروک (Burke) است<sup>(۱۴)</sup>. شکست گونه ی ۱: یک سوم تا یک دوم ترمیم، شکسته شده است. شکست گونه ی ۲: بیشتر از یک دوم ترمیم، شکسته شده است. شکست گونه ی ۳: میزان شکستگی در دندان گسترده است (دندان، بازسازی نشدنی) (نگاره ی ۴). گونه ی شکست نمونه ها نیز، به وسیله ی

کاسپ با کامپوزیت بازسازی شود. در چهار گروه بعدی، رشته های پلی اتیلن به هم تابیده (Braided) (NSI Dental Pty Ltd Australia) با جهات و موقعیت های گوناگون (نگاره ی ۳) در فاصله ی ۱/۵ میلی متر از کف حفره، در درون ترمیم قرار گرفتند، به گونه ای که فایبر با فاصله از کف حفره بر بستری از کامپوزیت قرار گیرد. پیش از کار، رشته ها برای پنج دقیقه در رزین Resist (NSI Dental Pty Ltd Australia) آغشته شدند. در گروه دوم (B)، حفره را تا عمق ۱/۵ میلی متری بر روی دیواره ی پالپال با کامپوزیت P60 بازسازی و کیور کرده، سپس، یک رشته فایبر در جهت باکوپالاتال در بخش مرکزی دندان در درون حفره جا گرفت.

در مرحله ی دیگر، بقیه ی حفره با کامپوزیت P60 بازسازی و کیور گردید. در گروه سوم (C)، ترمیم همانند گروه دوم بوده، ولی به جای یک رشته فایبر، دو رشته فایبر، یکی در جهت باکوپالاتال و دیگری در جهت مزیدیستال به گونه ای که تقاطع آنها در بخش مرکزی دندان بود، در درون کامپوزیت جا گرفتند. در گروه چهارم (D)، یک رشته فایبر، زاویه ی خطی مزیوباکال را به زاویه ی خطی دیستولینگوال وصل کرده و رشته ی دیگر، زاویه ی خطی دیستوباکال را به مزیوپالاتال متصل کرد. در گروه پنجم (E)، دو رشته فایبر در جهت باکوپالاتال در دو سوی مرکز دندان با فاصله ی ۱/۵ میلی متری قرار گرفت. پس از شفاف نمودن نمونه ها به وسیله ی فرز الماسی نرم و سیلیکون رابر نمونه ها به مدت هفت روز در دمای اتاق به منظور گذشت زمان (Aging) اولیه نگهداری شدند. همه ی نمونه ها در دستگاه ترموسیکل (SANAF-ایران) در زیر ۵۰۰ چرخه ی دمایی  $2 \pm 60$  و  $2 \pm 6$  درجه ی سانتی گراد و به مدت ۲۰ ثانیه و با زمان انتقال ۳۰ ثانیه قرار گرفتند. برای اندازه گیری استحکام شکست برپایه ی کیلونیوتن (KN) از دستگاه Universal testing machine (Instron Corp, Model 4302-Germany) استفاده شد.

آزمون فیشر واکاوی گردید ( $p < 0.005$ ).

رشته (شاهد) به گونه ای معنادار از گروه های دارای رشته کمتر است ( $p < 0.05$ ). برای مقایسه ی استحکام شکست در میان گروه ها، از آزمون مان ویتنی استفاده شد. برپایه ی این واکاوی نیز، اندازه ی استحکام شکست گروه شاهد به گونه ای معنادار از گروه های دارای رشته کمتر است ( $p < 0.05$ ). میان گروه های B با C ( $p = 0.03$ ) و B با E ( $p = 0.04$ ) تفاوت معنادار مشاهده شده، در حالی که، میان گروه های B با D ( $p = 0.15$ ) و C با D ( $p = 0.29$ ) و C با E ( $p = 0.70$ ) و D با E ( $p = 0.49$ ) اختلاف آماری معنادار دیده نشد (جدول ۱).



نگاره ی ۴: شکست گونه ی ۱ و ۳

#### یافته ها

جدول ۱، اطلاعات آماری مربوط به استحکام شکست برپایه ی کیلونیوتن (KN) را برای روش های گوناگون ترمیم نشان می دهد. برای مقایسه ی هر گروه با گروه شاهد، آزمون آنوای یک سویه به کار رفت. نتیجه این واکاوی، مشخص کرد، که اندازه ی استحکام شکست گروه بی

اطلاعات مربوط به گونه ی شکست، در جدول ۲ آورده شده است. برپایه ی واکاوی فیشر ( $p < 0.005$ ). اختلاف آماری معنادار میان الگوی شکست گروه شاهد نسبت به دیگر گروه ها مشاهده می شود ( $p < 0.001$ ). در گروه شاهد، بیشترین اندازه ی شکست از گونه ی ۳ و در گروه های دارای رشته، گونه ی ۱ و ۲ بوده است و در گروه های دارای رشته، کمترین اندازه ی شکست گونه ی ۳ بوده است.

جدول ۱: مقایسه ی میزان استحکام شکست برپایه ی کیلونیوتن در پنج گروه مورد آزمایش

| گروه ها | انحراف معیار | میانگین | حداکثر | حداقل | مقایسه ی استحکام شکست ( $p < 0.05$ ) |       |       |       |
|---------|--------------|---------|--------|-------|--------------------------------------|-------|-------|-------|
|         |              |         |        |       | E                                    | D     | C     | B     |
| A       | ۰/۲۷         | ۱/۱۰    | ۱/۰۴   | ۰/۵۳  | ۰/۰۰۰                                | ۰/۰۰۱ | ۰/۰۰۰ | ۰/۰۰۷ |
| B       | ۰/۴۱         | ۱/۵۵    | ۲/۵۴   | ۱/۱۰  | ۰/۱۴۱                                | ۰/۱۵۱ | ۰/۰۳۴ | -     |
| C       | ۰/۵۳         | ۱/۹۷    | ۲/۸۲   | ۱/۲۹  | ۰/۷۰۵                                | ۰/۲۹۰ | -     | ۰/۰۳۴ |
| D       | ۰/۲۵         | ۱/۶۹    | ۲/۱۴   | ۱/۲۲  | ۰/۴۹۶                                | -     | ۰/۲۹۰ | ۰/۴۹۶ |
| E       | ۰/۳۴         | ۱/۸۴    | ۲/۵۱   | ۱/۴۷  | -                                    | ۰/۴۹۶ | ۰/۷۰۵ | ۰/۰۴۱ |

گروه A: کامپوزیت بی رشته

گروه B: کامپوزیت دارای یک رشته در جهت باکوپالاتال

گروه C: کامپوزیت دارای دو رشته در جهت باکوپالاتال و مزیديستال

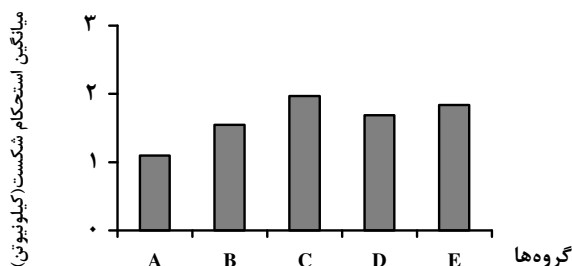
گروه D: کامپوزیت دارای دو رشته، که زاویه های خطی روبه رو را در دندان متصل می کند.

گروه E: کامپوزیت دارای دو رشته در جهت باکوپالاتال در دو سوی مرکز دندان با فاصله ی ۱/۵ میلی متر

**جدول ۲: الگوی شکست دندان های ترمیم شده در گروه های گوناگون**

| گروه ها | گونه شکست |   |   |
|---------|-----------|---|---|
|         | ۱         | ۲ | ۳ |
| A       | ۰         | ۲ | ۸ |
| B       | ۳         | ۴ | ۳ |
| C       | ۵         | ۳ | ۲ |
| D       | ۴         | ۴ | ۲ |
| E       | ۵         | ۴ | ۱ |

شکست گونه ی ۱: یک سوم تا یک دوم ترمیم شکسته است  
 شکست گونه ی ۲: بیشتر از یک دوم ترمیم شکسته است  
 شکست گونه ی ۳: شکستگی ترمیم ناپذیر



**نمودار ۱: مقایسه ی میانگین استحکام شکست برپایه ی کیلو نیوتن نمونه های کامپوزیتی در پنج گروه مورد آزمایش**

### بحث

کاربرد رشته (فایبر) باعث بهبود خواص مکانیکی کامپوزیت، چون استحکام خمشی، چقرمگی و ضریب کشسانی می شود<sup>(۸ و ۹)</sup>. بالو (Ballo) نشان داد، که اگر در ترمیم یک سوم اینسیزالی دندان های سنترال شکسته شده ی فک بالا از یک رشته در عمق ترمیم به وسیله ی کامپوزیت دارای فیلر (PFC) استفاده شود، توان تحمل نیرو به گونه ای بارز افزایش پیدا می کند<sup>(۱۵)</sup>. برپایه ی بررسی گاروشی (Garoushi)، کاربرد یک لایه ی کامپوزیت دارای رشته (FRC) در بخش عمقی کامپوزیت دارای فیلر (PFC) در انله های کامپوزیتی باعث افزایش استحکام به شکست انله های کامپوزیتی می شود<sup>(۱۶)</sup>. بلی (Belli) نشان داد، که در دندان های مولر درمان ریشه شده با حفره های MOD، جاگیری

رشته های پلی اتیلن بافته شده در جهت باکوپالاتال در بخش عمقی ترمیم های کامپوزیتی باعث افزایش چشمگیر استحکام شکست در مقایسه با ترمیم های کامپوزیتی بی رشته می شود<sup>(۱۷)</sup>. بررسی نتایج کنونی نشان می دهد، که استحکام شکست ترمیم های کامپوزیتی دارای رشته بیشتر از ترمیم های کامپوزیتی بی رشته است بنابراین، رشته باعث افزایش استحکام شکست ترمیم های کامپوزیتی می شود.

چونگ (Chung) نشان داد، که موقعیت و جهت رشته ها، بر ویژگی های مکانیکی کامپوزیت های تقویت شده با رشته اثر می گذارد<sup>(۱۸)</sup>. دایر (Dyer) در دو بررسی نشان داد، که تغییراتی ناچیز در جهت و موقعیت رشته باعث می شود تا استحکام خمشی نمونه های کامپوزیتی دارای رشته به گونه ای چشمگیر تغییر کند، ولی نتوانست رابطه ای میان این تغییر جهت رشته و تغییرات استحکام خمشی را توضیح دهد و تنها به این نتیجه رسید، که در آزمون خمشی سه نقطه ای (3 point bending)، جاگیری رشته ها در سمت کشش باعث افزایش استحکام خمشی می گردد<sup>(۸ و ۹)</sup>.

برپایه ی نتایج بررسی کنونی، بیشترین اندازه ی استحکام شکست در گروه دارای دو رشته در جهت باکوپالاتال و مزیدستال و نیز، گروه دارای دو رشته ی فایبر در جهت باکوپالاتال در دو سوی مرکز دندان بوده است. همچنین بررسی کنونی نشان می دهد، که در ترمیم های کامپوزیتی دارای دو رشته، استحکام شکست بیشتر از ترمیم های کامپوزیتی دارای یک رشته است، ولی اگر در ترمیم، دو رشته زاویه های خطی روبه رو را در دندان به هم متصل کند، در مقایسه با ترمیم های کامپوزیتی دارای یک رشته، استحکام شکست به گونه ای چشمگیر افزایش پیدا نمی کند. بنابراین، می توان این گونه نتیجه گرفت، که افزایش رشته ها باعث افزایش استحکام شکست می شود، ولی این افزایش در جهاتی خاص اثر گذارتر است. به گونه ای، که در ترمیم های کامپوزیتی دندان های پره مولر با طرح پوشش کاسپ، متصل کردن بخش باکال به

دوباره ی آنها را دشوار می‌سازد<sup>(۱۱)</sup>. برپایه ی بررسی دیگر کاربرد FRC، به عنوان لایه ی نخست در ترمیم‌های کامپوزیتی با طرح پوشش کاسپ در دندان‌های پره مولر فک بالا باعث تغییر الگوی شکست می‌شود، به گونه ای، که بیشتر شکست‌ها در بالای محل اتصال سمنتوم به مینا ایجاد می‌شود<sup>(۱۹)</sup>.

برپایه ی بررسی برون‌تون (Brunton) در انله‌های کامپوزیتی تقویت شده با رشته، شکست‌های ترمیم ناپذیر کمتر از انله‌های کامپوزیتی بی رشته بوده است<sup>(۱۲)</sup>. به نظر می‌رسد، که در ترمیم کامپوزیتی، رشته‌ها میزان گسترش و پیشرفت شکاف به سمت بافت‌دندانی را کاهش می‌دهند<sup>(۲۱)</sup>. در این بررسی اختلاف آماری معنادار میان الگوی شکست ترمیم‌های کامپوزیتی بی رشته و ترمیم‌های کامپوزیتی دارای رشته بجز گروه B وجود داشت. بنابراین، با حضور رشته‌ها در ترمیم‌های کامپوزیتی شکستگی ترمیم‌ناپذیر کمتر مشاهده می‌شود. در نتیجه، می‌توان اظهار داشت، که رشته‌ها با جلوگیری از ایجاد شکاف و پیشرفت آن از ترمیم به سمت دندان باعث بهتر شدن الگوی شکست می‌شوند. با توجه به یافته‌های بررسی انجام گرفته، پیشنهاد می‌شود، که در آینده بررسی‌های بالینی در این باره انجام گیرد تا در دراز مدت اثر رشته بر استحکام در برابر شکست و الگوی شکست ترمیم‌های کامپوزیتی به روش بالینی ارزیابی شود.

### نتیجه گیری

از رشته‌ها پلی اتیلن با طرح به هم بافته (Braided) می‌توان برای افزایش استحکام شکست و بهبود الگوی شکست ترمیم‌های کامپوزیتی با پوشش کاسپ استفاده کرد. بودن رشته در چنین ترمیم‌هایی باعث تقویت آن شده و با افزایش رشته‌ها در جهات خاصی استحکام شکست نیز، افزایش می‌یابد.

پالاتال و بخش مزپال به دیستال در ترمیم به وسیله ی رشته باعث افزایش چشمگیر در استحکام شکست می‌شود. همچنین، اگر کاسپ باکال از سمت مزپال و دیستال به وسیله ی رشته به کاسپ پالاتال متصل شود، این امر باعث تقویت و تحکیم کاسپ‌ها می‌گردد. در گروه E، دو کاسپ از دو سو به هم متصل شده اند و رشته در واقع، نقش ریج کناری را در دو سو بازی می‌کند. در گروه C، نقش رشته در بعد مزودیستالی و باکوپالاتالی است. بنابراین، سطوح دندانی به گونه ای به هم اسپلینت گردیده است، که این امر می‌تواند نقشی موثر در افزایش استحکام شکست داشته باشد.

فنیس (Fennis)، استحکام شکست ترمیم‌های کامپوزیتی تقویت شده با رشته را در دندان‌های پره مولر فک بالا بررسی کرد. در بررسی وی، اختلاف آماری معنادار میان ترمیم‌های کامپوزیتی دارای یک رشته در جهت باکوپالاتال و ترمیم‌های دارای دو رشته در جهت باکوپالاتال و مزودیستال مشاهده نشد<sup>(۱۹)</sup>. علت این امر می‌تواند ناشی از جای قرارگیری رشته نسبت به کف حفره باشد. در بررسی وی، رشته‌ها در کف حفره جا گرفته، در حالی که، در بررسی کنونی، رشته‌ها با فاصله ی ۱/۵ میلی‌متری از کف حفره ی درون ترمیم کامپوزیتی جا گرفتند.

با توجه به پژوهشی که به وسیله ی علوی و همکار در سال ۱۳۸۰ انجام گرفت، نیز نشان داده شد، که پوشش کاسپ به وسیله ی ترمیم‌های کامپوزیتی به روش مستقیم و غیرمستقیم قادر به استحکام بخشیدن به دندان است، ولی اغلب به شکستگی‌های ترمیم‌ناپذیر در دندان دچار می‌شود<sup>(۲۰)</sup>. فنیس نشان داد، که طرح پوشش کاسپ در ترمیم‌های کامپوزیت مستقیم مقاومت به شکست را افزایش می‌دهد، ولی در این گونه ترمیم‌ها، اغلب شکست‌ها از زیر ناحیه ی محل اتصال سمنتوم به مینا ایجاد می‌شود، که ترمیم

## References

1. Fennis WM, Kuijs RH, Barink M, Kreulen CM, Verdonschot N, Creugers NH. Can internal stresses explain the fracture resistance of cusp-replacing composite restorations? *Eur J Oral Sci* 2005; 113: 443-448.
2. Ulusoy N, Nayyar A, Morris CF, Fairhurst CW. Fracture durability of restored Functional cusps on maxillary nonvital premolars teeth. *J Prosthet Dent* 1991; 66: 330-335.
3. Christensen GJ. Porcelain-fused-to-metal vs. nonmetal crowns. *J Am Dent Assoc* 1999; 130: 409-411.
4. Kani T, Avikawa H, Ban S. Mechanical properties of woven glass fiber reinforced composites. *Dent Mater J* 2006; 25: 377-381.
5. Kanie T, Fuji K, Arikawa H. Flexural properties and impact strength of denture base polymer reinforced with woven glass fibers. *Dent Mater* 2000; 16:150-158.
6. Garoushi S, Lassila LV, Tezvergil A, Vallittu PK. Static and fatigue compression test for particulate filler composite resin with fiber-reinforced composite substructure. *Dent Mater* 2007; 23: 17-23.
7. Freilich MA. Fiber-reinforced composites in clinical dentistry. Illinois: Kimberly drive: Quintessence Publishing Co; 2000. p. 27, 54-55.
8. Dyer SR, Lassila LV, Jokinen M, Vallittu PK. Effect of cross-sectional design on the modulus of elasticity and toughness of fiber-reinforced composite materials. *J Prosthet Dent* 2005; 94: 219-26.
9. Dyer SR, Lassila LV, Jokinen M, Vallittu PK. Effect of fiber position and orientation on fracture load of fiber-reinforced composite. *Dent Mater* 2004; 20: 947- 955.
10. Ellakwa AE, Shortall AC, Shehata MK, Marquis PM. The influence of fiber placement and position on the efficiency of fiber reinforced composite bridge work. *J Oral Rehabil* 2001; 28: 785-791.
11. Fennis WM, Kuijs RH, Kreulen CM, Verdonschot N, Creugers NH. Fatigue resistance of teeth restored with cuspal coverage composite restorations. *Int J Prosthodont* 2004; 17: 313-317.
12. Brunton PA, Cattell P, Burke FJ, Wilson NH. Fracture resistance of teeth restored with onlays of three contemporary tooth-colored resin-bonded restorative materials. *J Prosthet Dent* 1999; 82: 167-171.
13. Eakle WS. Fracture resistance of teeth restored with ClassII bonded composite resin. *J Dent Res* 1986; 65: 149-153.
14. Burke FJ. Tooth Fracture in vivo and in vitro. *J Dent* 1992; 20: 131-139.
15. Garoushi SK, Ballo AM, Lassila LV, Vallittu PK. Fracture resistance of fragmented incisal edges restored with fiber-reinforced composite. *J Adhes Dent* 2006; 8: 91-95.



16. Garoushi SK, Lassila LV, Vallittu PK. Fiber reinforced composite substructure: Load-bearing capacity of an onlay restoration. *Acta Odontol scand* 2006; 64: 281-285.
17. Belli S, Erdemir A, Ozcopur M. The effect of fibre insertion on fracture resistance of root filled molar teeth with MOD preparations restored with composite. *Int End J* 2005; 38: 73-80.
18. Chung KH, Lin T, Wang F. Flexural strength of a provisional resin material with fibre addition. *J Oral Rehabil* 1998; 25: 214-217.
19. Fennis WM, Tezvergil A, Kuijs RH, Lassila LV, Kreulen CM, Creugers NH. In vitro fracture resistance of fiber reinforced cusp-replacing composite restorations. *Dent Mater* 2005; 21: 565-572.
۲۰. علوی علی اصغر، خیری فروزنده. مقایسه خارج دهانی استحکام شکست دندانهای ترمیم شده با کامپوزیت و آمالگام با طرح پوشش کاسپ، پایان نامه دکترای تخصصی دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی شیراز، ۱۳۸۰.
21. Bae JM, Kim KN, Hattori M. The fiber-reinforced composite with light-polymerized polymer matrix. *Int J Prosthodont* 2001; 14: 33-39.

## Abstract

---

### Effect of Fiber Orientation and Position on Fracture Resistance and Failure Mode of Cuspal Coverage Composite Restorations

**Sharaffedin F.** \* - **Alavi AA.** \*\* - **Farzinfar M.** \*\*\*

\* Assistant Professor, Department of Operative Dentistry, School of Dentistry, Shiraz University of Medical science

\*\* Professor, Department of Operative Dentistry, School of Dentistry, Shiraz University of Medical science

\*\*\* Specialist in Operative Dentistry

**Statement of Problem:** Position and orientation of fiber may lead to increase load bearing capacity and prevent undesirable fractures in cuspal coverage composite restorations.

**Purpose:** The aim was to evaluate the effect of fiber position and orientation on fracture resistance and failure mode of composite cusp capping restorations.

**Materials and method:** In this experimental study, MOD cavities with 2.5mm cuspal reduction were prepared in 50 human maxillary premolars. The teeth were divided into five groups (n=10) and all teeth were restored with packable composite resin (P60). In the first group no fibers were applied. In the second group one strip of fiber was inserted into resin composite in buccal to palatal direction. In the third group two strips of fiber were inserted in buccal to palatal and mesial to distal direction by crossing in central part of cavity. In the fourth group, one strip was directed from mesiobuccal to distopalatal and the other from distobuccal to mesiopalatal line angle. In the fifth group, two strips of fiber were inserted in buccal to palatal direction with 1.5 mm distance. The teeth were stored in water for 7 days in room temperature and then thermocycled 500 times between  $6\pm 2$  and  $60\pm 2$  centigrade degrees. The specimens were subjected to compressive loading perpendicular to the occlusal surface. The necessary fracture loads were recorded in (KN) and the results were statistically analyzed by Mann-Whitney and ANOVA tests. Mode of fracture was analyzed by using Fisher test.

**Results:** Statistical analysis showed a significant increase of fracture load from control to the other four groups ( $p < 0.05$ ). There were statistically significant differences between second and third groups ( $p = 0.034$ ) as well as second and fifth groups ( $p = 0.041$ ). No significant differences were found between other pairs of groups. Also significant differences were observed in failure mode between composite restorations with and without fiber, except for second group ( $p < 0.005$ ).

**Conclusion:** Fiber reinforced composites improve fracture resistance and failure mode of restorations with cusp capping. With increase use of fiber strips in special directions, fracture resistance will be rised.

**Key words:** Fracture resistance- Failure mode- Cusp capping- Fiber- composite

*Shiraz Univ Dent J 2007; 8(3): 1-10*

---