The Effect of Diode Laser and Resin Infiltration on the Shear Bond Strength of Orthodontic Brackets Bonded to Demineralized Enamel

Mohammad Hossein Toodezaeim[1], Asma Mohammadi[2*]

[1]Associate Professor, Department of Orthodontics, School of Dentistry, Yazd University of Medical Sciences, Yazd, Iran
[2]Post-graduate Student, Department of Orthodontics, School of Dentistry, Yazd University of Medical Sciences, Yazd, Iran

Received: 24 August 20 24 , Accepted*: *26 February 2025

Background: The purpose of this study was to compare the effect of diode laser and resin infiltration on the shear bond strength (SBS) of orthodontic brackets bonded to demineralized enamel surfaces.
Methods and Materials: Thirty six sound extracted maxillary premolars were collected for this in-vitro study. Samples were demineralized at 37ºC over the course of 48 hours. Specimens were randomly divided into three equal groups (n=12), namely: Group 1 (control group): no surface treatment was applied. Group 2: resin infiltration (DMG, Hamburg, Germany) was preformed prior to bonding. Group 3: enamel surfaces were irradiated with diode laser (970 nm, 2 W) for 15 seconds with continuous scanning. Orthodontic brackets were bonded to the prepared surfaces of all specimens. The SBS values were recorded using a Universal Testing machine. ANOVA was used to compare SBS values between different study groups followed by Tukey's post hoc test for pairwise comparison. P-value <0.05 was considered statistically significant.
Results: Group 2 demonstrated the highest mean SBS values (6.62 ± 0.75 MPa), followed by group 1 (6.24 ± 0.76 MPa) and group 3 (4.80 ± 0.68 MPa), in descending order. According to ANOVA, there was a statistically significant difference between the average SBS values among the three study groups (P=0.001). Pairwise comparison revealed that the mean SBS value recorded for the laser-treated group, was significantly lower than that of the resin infiltration and control groups (P=0.001 for both). However, the difference between the SBS of the resin infiltration group and the control group was not statistically significant (P=0.423).
Conclusion: Surface pretreatment with diode laser irradiation resulted in low SBS values, indicating a weak bond strength between the orthodontic brackets and demineralized enamel surfaces. These findings suggest that diode laser surface treatment is not effective for bonding orthodontic brackets to teeth with white spot lesions.
Keywords: Dental White Spot, Diode Lasers, Resin Infiltration, Shear Strength, Orthodontic Brackets
***Corresponding Authors: dr.asma.mdi.1993@gmail.com**
➢ **Please cite this paper as:** Toodezaeim MH, Mohammadi A. The effect of diode laser and resin infiltration on the shear bond strength of orthodontic brackets bonded to demineralized enamel. *J Mashhad Dent Sch 2025; 49(1):16-25.*
➢DOI: 10.22038/jmds.2025.25656

Copyright © 2025 Mashhad University of Medical Sciences. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Noncommercial 4.0 International License https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.en

بررسی آزمایشگاهی اثر لیزر دیود و رزین اینفیلتره بر استحکام باند برشی براکت‌های ارتودنسی باند شده به مینای دمینرالیزه

محمدحسین توده زعیم[۱]، اسما محمدی[۲]*

[۱]دانشیار، گروه ارتودونسی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد، یزد، ایران
[۲]دستیار تخصصی، گروه ارتودونسی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد، یزد، ایران

تاریخ ارائه مقاله: ۱۴۰۳/۶/۳– تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۸

چکیده

مقدمه: هدف از این مطالعه بررسی آزمایشگاهی اثر لیزر دیود و رزین اینفیلتره بر استحکام باند برشی براکت‌های ارتودنسی باند شده به مینای دمینرالیزه بود.

مواد و روش‌ها: به منظور انجام این مطالعه آزمایشگاهی، ۳۶ عدد دندان پره مولر ماگزیلاری کشیده شده سالم، جمع‌آوری شدند. نمونه‌ها به طور تصادفی در سه گروه که شامل ۱۲ نمونه بود، قرار گرفتند. در ابتدا نمونه ها به مدت ۴۸ ساعت در محلول دمینرالیزه در دمای ۳۷ درجه سانتی گراد قرار گرفتند. برای گروه اول (کنترل) پس از دمینرالیزاسیون، هیچ تیماری اعمال نشد. برای گروه دوم، از رزین اینفیلتره (DMG, Hamburg, Germany)برای تیمار نمونه‌ها استفاده شد. برای گروه سوم (لیزر دیود): یک لیزر دیود تجاری (با طول موج ۹۷۰ نانومتر و توان ۲ وات) در حالت پیوسته به سطوح دندانی آماده شده برای ۱۵ ثانیه استفاده شد. سپس براکت‌های ارتودنسی به دندان‌ها باند شدند. استحکام باند برشی براکت‌های باند شده با استفاده از Universal Testing Machine در سرعت یک میلی‌متر در دقیقه اندازه‌گیری شد. داده‌ها با استفاده از آزمون ANOVA و مقایسه دو به دو توکی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. سطح معنی‌داری در این مطالعه ۰/۰۵ در نظر گرفته‌شد.

یافته‌ها: میانگین استحکام باند برشی از بیشترین به کمترین، به ترتیب در گروه‌های رزین انفیلتره (۰/۷۵± ۶/۶۲ مگاپاسکال)، کنترل (۰/۷۶± ۶/۲۴ مگاپاسکال) و لیزر دیود (۰/۶۸± ۴/۸۰ مگاپاسکال) بود. نتایج آزمون ANOVA یک طرفه نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین گروه‌ها از نظر استحکام باند برشی وجود داشت (p=۰/۰۰۱). نتایج مقایسه زوجی بین گروه‌ها نشان داد که میانگین استحکام باند برشی ثبت شده برای گروه لیزر دیود به طور معنی‌داری کمتر از دو گروه کنترل (p=۰/۰۰۱) و گروه رزین انفیلتره (p=۰/۰۰۱) بود. اما تفاوت استحکام باند برشی بین گروه رزین انفیلتره و کنترل از نظر آماری معنی‌دار نبود (p=۰/۴۲۳).

نتیجه‌گیری: براساس نتایج این مطالعه، استفاده از لیزر دیود در ضایعات لکه سفید به طور معناداری استحکام باند برشی کمتری در مقایسه با گروه‌هایی که لکه‌های سفید در معرض هیچ نوع درمانی قرار نگرفته بودند و یا از رزین اینفیلتراسیون استفاده شده بود، ایجاد می‌کند. لذا این نوع درمان برای دندان‌های با ضایعات لکه سفید و یا دمینرالیزه که قرار است تحت درمان ارتودنسی ثابت قرار گیرند، توصیه نمی‌شود.

کلمات کلیدی: ضایعات لکه سفید، لیزر دیود، رزین اینفیلتریشن، استحکام برشی ، براکت ارتودنسی

مجله دانشکده دندانپزشکی مشهد / سال ۱٤۰٤ / دوره ٤۹ / شماره ۱: ۲۵-۱٦.

* مؤلف مسؤل، نشانی: دستیار تخصصی، گروه ارتودونسی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد

E-mail: dr.asma.mdi.1993@gmail.com

مقدمه

ضایعات لکه سفید به عنوان اولین مرحله از دمینرالیزاسیون در مینای دندان شناخته می‌شوند و به راحتی قابل تشخیص هستند. این ضایعات نه تنها زیبایی بیمار را تحت تأثیر قرار می‌دهند، بلکه دندان‌های آسیب‌دیده را مستعد پوسیدگی می‌کنند. [۱و۲] بروز این ضایعات معمولاً پس از اتمام درمان ارتودنسی و جدا کردن براکت‌ها مشاهده می‌شود.[۳]

در طول درمان ارتودنسی، براکت‌ها و آرچ وایرها، حفظ بهداشت دهان را دشوار می‌کنند و منجر به تجمع پلاک می‌شوند. باکتری‌های پوسیدگی‌زا با آزاد کردن اسید لاکتیک، **pH** را کاهش می‌دهند و در نهایت به دمینرالیزاسیون و تشکیل ضایعات لکه سفید منجر می‌شوند.[٤] این ضایعات معمولاً در دو مرحله تشکیل می‌شوند: نرم شدن مینای دندان و سپس تشکیل ضایعات زیرسطحی.

شیوع ضایعات لکه سفید، از ۵۰ تا ۹۰ درصد متغیر است و بیشتر در دندان نیش و ثنایای جانبی مشاهده می‌شود.[٦ و٥] بیماران نوجوان و طول مدت درمان از عوامل مؤثر در ایجاد این ضایعات هستند.[۸و۷] روش‌های سنتی درمان شامل رمینرالیزاسیون با فلوراید است.[۹] فرآیند رمینرالیزاسیون شامل انتشار یون‌های کلسیم و فسفات به داخل ضایعه زیر سطحی برای بازیابی ساختار دندان از دست رفته‌است.[۱۰] فلوراید به سفت شدن ساختار دندان کمک می‌کند، اما در مورد بهبود رنگ مینای متخلخل اختلاف نظر وجود دارد.[۱۱-۱۳] روش‌های جدید شامل استفاده از رزین‌های اینفلتره برای پوشاندن لکه‌ها است که به تثبیت ضایعات و جلوگیری از دمینرالیزاسیون کمک می‌کند.[۱٤، ۱۵] علاوه‌بر این، انفیلتراسیون رزین پشتیبانی مکانیکی قابل توجهی را برای بافت دندان فراهم می‌کند (حفظ ساختار آن)، نیاز به درمان ترمیمی را به تاخیر می‌اندازد یا از بین می‌برد و خطر حساسیت پس از عمل و التهاب پالپ را از بین می‌برد.[۱٦]

لیزر نیز به عنوان یک روش درمانی جدید مورد بررسی قرار گرفته‌است. تحقیقات نشان داده‌اند که لیزر دایود می‌تواند تأثیر مثبتی بر مینای دندان داشته‌باشد و ممکن است تغییراتی در ساختار مینا ایجاد کند.[۲۰-۱۷]

به دلیل شیوع بالای دباند براکت‌های ارتودنسی ناشی از تنش‌های مکانیکی و حرارتی، یا به دلیل نیاز به تغییر موقعیت براکت‌ها، ریباند براکت‌ها یک امر متداول در طول درمان ارتودنسی است.[۲۱، ۲۲] ضایعات لکه سفید ممکن است در سطح باکال دندان، در حین ریباند مشاهده شوند. تنها چند مطالعه تأثیر درمان ضایعات لکه سفید را بر استحکام باند برشی براکت‌های ارتودنسی نشان داده‌اند.[۲٤، ۲۳، ۲۱]

هنگام اچ مینای دمینرالیزه، باید احتیاط کرد و بهتر است مینای دمینرالیزه اچ نشود. اگر اجتناب از اچ کردن مینا غیرممکن باشد، زمان اچینگ کوتاه و یا درمان سطحی این ضایعات می‌بایست مد نظر قرار گیرد.[۲۵] به‌علاوه وجود این ضایعات، همراه با بهداشت نامناسب، می‌تواند منجر به کروژن فلزی و رنگ پایدار در لکه‌های سفید زیرین شود.[۲٦]

این مطالعه، به بررسی تأثیر درمان با لیزر دیود و رزین اینفیلتره بر استحکام باند برشی براکت‌های ارتودنسی در ضایعات لکه سفید که به صورت مصنوعی ایجاد شده بود، پرداخت.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه آزمایشگاهی با کد اخلاق IR.SSU.REC.1402.048، ۳٦ دندان پره مولر ماگزیلاری کشیده شده سالم، جمع‌آوری شدند. تمام نمونه‌ها با آب شسته و به مدت ٤۸ ساعت در محلول تیمول ۰/۱ درصد قرار داده‌شدند تا از کم آبی و رشد باکتری جلوگیری شود.[۲۷] سپس نمونه‌ها تا انجام مراحل کارهای پژوهشی در آب مقطر قرار داده شدند و برای جلوگیری از رکود (deterioration)، آب مقطر هر ۲٤ ساعت یکبار تعویض شد.[۲۸] قبل از ایجاد ضایعات لکه سفید، لاک مقاوم به اسید (لاک ناخن) در تمام سطوح دندان به جز یک مربع ۳ میلی‌متر در ۳ میلی‌متر در یک سوم سرویکال تاج، اعمال شد.[۲۹] پس از تثبیت کامل لاک ناخن، تمام نمونه‌ها در ۲۰ میلی‌لیتر محلول دمینرالیزاسیون بافر اسیدی شده به مدت ٤۸ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد معلق شدند. محلول دمینرالیزاسیون حاوی ۲/۲ میلی‌مول در لیتر CaCl2 ، ۲/۲ میلی مول در لیتر NaH2PO4 و ۵۰ میلی‌مول در لیتر اسید استیک با PH ٤/۵ با NaOH تنظیم شد.[۳۰]

پس از دمینرالیزاسیون، تمامی نمونه‌ها به طور تصادفی در سه گروه که هر گروه شامل ۱۲ نمونه بود، قرار گرفتند. گروه اول (کنترل): پس از دمینرالیزاسیون هچ تیماری اعمال نمی‌شد و نمونه‌ها در بزاق مصنوعی در دمای ۳۷ درجه قرار گرفتند. سپس برای باندینگ براکت‌ها آماده شدند. گروه دوم (رزین اینفیلتره): در این گروه از رزین اینفیلتره (DMG, Hamburg, Germany) برای تیمار نمونه‌ها استفاده شد. پس از فرآیند دمینرالیزاسیون، سطح مینای دندان با آیکون اچ (HCL ۱۵٪) به مدت ۲ دقیقه اچ شد، سپس به مدت ۳۰ ثانیه با آب شستشو داده شد و پس از شستشو، آیکون خشک به مدت ۳۰ ثانیه اعمال و سپس خشک شد. پس از این مرحله، آیکون اینفیلتره به مدت ۳ دقیقه اعمال گردید، سپس با هوا پراکنده و به مدت ٤۰ ثانیه کیور شد. دوباره آیکون اینفیلتره به عنوان لایه دوم به مدت ۱ دقیقه اعمال و به مدت ٤۰ ثانیه کیور شد.[۳۱] گروه سوم (لیزر دیود): یک لیزر دیود تجاری Gigga (Whuhan, China, OptronicsTechnology) با طول موج ۸۱۰ نانومتر و توان ۲ وات در حالت پیوسته به سطوح دندانی آماده شده برای ۱۵ ثانیه استفاده شد.[۳۲,۳۳] لیزر به یک فیبر کنداکتور اپتیک ۲۲۰ میکرومتری به عنوان عامل انتقال متصل شد. پرتو لیزر بر روی پنجره‌های مشخص شده در قسمت سطوح لیبیال تاج دندان‌های آماده شده اعمال شد. نوک فیبر اپتیک در حالت غیرتماسی با فاصله استاندارد ۲ میلی‌متر استفاده شد.[۳٤]

در ادامه براکت‌های ارتودنسی (American Orthodontics, Wisconsin, USA) باند شدند. قبل از مراحل باندینگ، دندان‌ها در یک بلوک آکریلی قرار داده شدند. مینای دندان با یک کاپ لاستیکی و پامیس بدون فلوراید صیقل داده و با آب اسپری شد و سپس با جریان هوای فشرده خشک گردید. براکت‌های استیل اسلات ۲۲ MBT برای دندان های پره مولر بالا استفاده شد. دندان‌ها اچ شده (ژل اسید فسفریک ۳۵ درصدDora.Etch Plus Jumbo, IRAN ، ۳۰ ثانیه)، با آب شسته و با دمیدن هوا خشک شدند. سپس براکت‌ها توسط کامپوزیت (BracePaste Light Cure American Adhesive - Bracket Cemenet) به دندان‌ها باند شدند. براکت‌ها در موقعیت متناسب روی سطح مینا قرار گرفتند و ادهزیو اضافی با یک سوند حذف شد. سپس به مدت چهل ثانیه کیور شدند. در نهایت نمونه‌ها به مدت ۲٤ ساعت در آب مقطر (۳۷ درجه سانتی‌گراد) نگهداری شدند. استحکام باند برشی براکت‌های باند شده با استفاده از

Universal Testing Machine در سرعت یک میلی‌متر در دقیقه اندازه‌گیری شد. دستگاه نیروی شکست را به واحد نیوتن (N) اندازه‌گیری می‌کرد که با تقسیم مقدار نیروی شکست به سطح بیس براکت به واحد مگاپاسکال تبدیل شد. سطح بیس براکت توسط یک کولیس دیجیتال اندازه‌گیری شد. پس از اندازه‌گیری استحکام باند برشی براکت‌ها، میانگین سه گروه توسط تست‌های آماری مورد ارزیابی قرار گرفت. میزان استحکام باند با استفاده از نیروی اعمال شده در هنگام شکست باند محاسبه شد.

داده‌ها پس از جمع‌آوری وارد نرم‌افزار SPSS ورژن ۲۲ شده و با استفاده از فراوانی، درصد، میانگین و انحراف معیار توصیف شدند. سپس توزیع نرمال داده‌ها توسط آزمون کولموگروف-اسمیرنوف بررسی شد. با توجه به نرمال بودن داده‌ها، از آزمون ANOVA و مقایسه دو به دو توکی برای تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شد. سطح معنی‌داری در این مطالعه ۰/۰۵در نظر گرفته‌شد.

یافته‌ها

با توجه به جدول ۱، میانگین استحکام باند برشی از بیشترین به کمترین به‌ترتیب مربوط به گروه‌های رزین انفیلتره (۰/۷۵ ± ۶/۶۲ مگاپاسکال)، کنترل (۰/۷۶ ± ۶/۲۴ مگاپاسکال) و لیزر دیود (۰/۶۸ ± ۴/۸۰ مگاپاسکال) بود. نتایج آزمون ANOVA یک طرفه نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین گروه‌ها از نظر استحکام باند برشی وجود داشت (P=۰/۰۰۱).

با توجه به جدول ۲، نتایج مقایسه زوجی بین گروه‌ها با استفاده از آزمون تعقیبی Tukey HSD نشان داد که میانگین استحکام باند برشی برای گروه لیزر دیود به طور معنی‌داری کمتر از دو گروه کنترل (P=۰/۰۰۱) و رزین اینفیلتره (P=۰/۰۰۱) بود. اما تفاوت استحکام باند برشی بین گروه رزین انفیلتره و کنترل از نظر آماری معنی‌دار نبود (P=۰/۴۲۳).

جدول ۱: مقایسه استحکام باند برشی بین گروه های مورد مطالعه

گروه	انحراف استاندارد ± میانگین (MPa)	کمترین (MPa)	بیشترین (MPa)	P-value*
لیزر دیود	۴/۸۰ ± ۰/۶۸	۳/۱۴	۵/۷۷	۰/۰۰۱
کنترل	۶/۲۴ ± ۰/۷۶	۴/۷۴	۷/۲۳	
رزین انفیلتره	۶/۶۲ ± ۰/۷۵	۵/۷۱	۷/۹۸	

***ANOVA**

جدول ۲: مقایسه زوجی استحکام باند برشی با استفاده از آزمون **Post Hoc**

	اختلاف میانگین	انحراف استاندارد ± میانگین (MPa)	P-value*
لیزر دیود با رزین انفیلتره	۱/۸۱	۱/۸۱ ± ۰/۳۰	۰/۰۰۱
لیزر دیود با کنترل	۱/۴۳	۱/۴۳ ± ۰/۳۰	۰/۰۰۱
رزین انفیلتره با کنترل	۰/۳۸	۰/۳۸ ± ۰/۳۰	۰/۴۲۳

***Post-hoc Test**

بحث

در مطالعه حاضر، در مجموع ۳٦ دندان پره مولر ماگزیلاری کشیده شده سالم پس از ایجاد ضایعات مصنوعی لکه سفید با استفاده از محلول دمینرالیزاسیون، در سه گروه کنترل، رزین انفیلتره و لیزر دیود قرار گرفتند. نتایج نشان داد که کمترین استحکام باند برشی مربوط به گروه لیزر دیود و بیشترین آن مربوط به گروه رزین انفیلتره بود. میانگین استحکام باند برشی برای گروه لیزر دیود به طور معنی‌داری کمتر از دو گروه کنترل و رزین انفیلتره بود. اما تفاوت استحکام باند برشی بین گروه رزین انفیلتره و کنترل از نظر آماری معنی‌دار نبود .

از زمان تکامل رویکردهای باندینگ، تحقیقات بسیاری بر بهبود پیوند بین براکت‌های ارتودنسی و مینای دندان متمرکز شده اند. در این میان راهکارهایی مطلوب هستند که همزمان با کاهش از دست دادن مینای دندان ناشی از ضایعات لکه سفید، استحکام باند قابل قبول بالینی را حفظ کنند.[۲۳، ۳۵، ۳٦] استفاده از لیزرها برای پیشگیری از ضایعات لکه سفید در مطالعات گذشته نشان داده شده است. مطالعه Nabawyو همکاران[۲۳] ، نشان داد اعمال لیزر Er,Cr:YSGG بر مینای دندان علاوه‌بر اثر آن در کاهش بروز ضایعات لکه سفید، موجب کاهش قابل توجه استحکام باند برشی براکت در مقایسه با گروه کنترل نمی‌شود. لیزرهای دیود از طریق اثرات فتوشیمیایی و تغییرات حرارتی جزئی، باعث تجزیه مواد آلی در مینای دندان می‌شوند. این فرآیند نقش مهمی در جلوگیری از انتشار یونی در سطح مینا ایفا می‌کند و بنابراین به جلوگیری از دمینرالیزاسیون مینا کمک می‌کند.[۳۷] Alqahtani و همکاران[۳۸] ، نشان دادند که تابش لیزر دیود همراه با فلوراید موضعی به طور قابل توجهی سختی را افزایش داده و ظاهر ضایعات لکه سفید را در

مقایسه با عدم درمان یا درمان فلوراید به تنهایی بهبود می‌بخشد. علاوه‌بر این، مطالعه Moharam و همکاران[۳۹] ، نشان داد استفاده از لیزر دیود به طور مثبت بر تجزیه و تحلیل شیمیایی و ریزسختی سطح ضایعات لکه سفید مینا تأثیر می‌گذارد و یک رویکرد نویدبخش برای رمینرالیزاسیون مینا محسوب می‌شود. با توجه به دانش ما، تنها یک مطالعه استحکام باند برشی براکت‌های ارتودنسی را پس از استفاده از لیزر دیود برای پیشگیری از ضایعات لکه سفید بررسی کرده‌است.

مطالعه‌ای توسط Yahya و Omar[٤۰] با هدف ارزیابی استحکام باند برشی (SBS) براکت‌های چسبانده شده به مینای دندان دمینرالیزه تیمار شده با وارنیش فلوراید (M۳)، هیپوکلریت سدیم ۵٪NaClO و رزین اینفیلتره آیکون با ویسکوزیته کم (DMG) و لیزر (YAG) با فلوراید انجام شد. تفاوت قابل توجهی در استحکام باند برشی همه گروه‌ها مشاهده شد. استحکام باند گروه دمینرالیزه که با وارنیش فلوراید ۵ درصد تیمار شده بود به طور قابل توجهی کمتر از سایر گروه‌ها بود.

مطالعه Saifeldin و همکاران[٤۱]، با هدف مقایسه تأثیر لیزر دیود و دی آمین فلوراید نقره بر استحکام باند برشی براکت‌های ارتودنسی در شرایط آزمایشگاهی انجام شد. میانگین استحکام باند برشی براکت‌های ارتودنسی هنگام اعمال لیزر دیود پس از اچ کردن مینا به‌طور معنی‌داری بیشتر از سایر گروه‌های مداخله، اما کمتر از گروه کنترل بود. در حالی که گروه لیزر دیود قبل از اچینگ مینا، کمترین میانگین استحکام باند برشی را داشتند. در مطالعه حاضر، کمترین استحکام باند برشی براکت‌ها در گروه لیزر دیود بود که به طور معنی‌داری کمتر از گروه کنترل بود. این نتایج

با یافته‌های مطالعه فوق همسو بود. این یافته‌ها حاکی از آن است که به طور کلی لیزر دیود نمی‌تواند استحکام باند برشی را به حدود گروه کنترل برساند و در واقع انتخاب مناسب درمانی در بیمارانی که قرار است درمان ارتودنسی ثابت بر روی دندان‌های دمینرالیزه انجام شود، نمی‌باشد.

انتخاب روش پیشگیری یا درمان ضایعه لکه سفید نباید بر استحکام باند برشی براکت‌های ارتودنسی تأثیر منفی بگذارد.[۴۲] در حالت ایده‌آل، براکت‌های ارتودنسی باید نیروهای ارتودنسی و جونده را بدون شکست در طول مدت درمان تحمل کنند. اگر سطح مینای دندان قبل از اتصال براکت نیاز به پیش-درمانی داشته باشد، حفظ این استحکام می‌تواند چالش برانگیز باشد. استحکام باند قابل قبول برای براکت‌های ارتودنسی معمولاً بین ۵/۹ تا ۷/۸ مگاپاسکال است.[۴۳] در مطالعه حاضر میانگین مقادیر به‌دست آمده در گروه‌های کنترل و رزین اینفیلتره، در این محدوده قرار داشت. اما در گروه لیزر دیود، این میانگین استحکام باند برشی کمتر از محدوده قابل قبول بود. این نشان می‌دهد که لیزر دیود ممکن است کاهش غیر قابل قبولی در استحکام باند برشی ایجاد کند .

استفاده از رزین اینفیلتره، یکی دیگر از رویکردهای پیشگیری و درمان ضایعات لکه سفید می‌باشد که اثربخشی آن در مطالعات گذشته نشان داده‌شده‌است.[۲۴، ۴۴] این روش نه تنها ساختار ریز منافذ را کاهش می‌دهد، بلکه به طور مکانیکی مینای دندان را تقویت می‌کند.[۴۵] در مطالعه حاضر، استحکام باند برشی براکت در نمونه‌های رزین انفیلتره به طور معنی‌داری بیشتر از گروه لیزر دیود بود و حتی به اندازه مختصر استحکام باند برشی بهتری نسبت به گروه کنترل نشان داد، هرچند این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار نبود. این نشان می‌دهد که رزین انفیلتره می‌تواند علاوه‌بر اثر ثابت شده بر پیشگیری از ضایعات لکه سفید، اثر منفی قابل توجهی بر استحکام باند برشی نداشته باشد.

مطالعه حاضر از جهاتی دارای محدودیت بود. یکی از محدودیت‌هایی که موجب می‌شود نتوان نتایج مطالعه حاضر را تعمیم داد، احتمال تاثیر عواملی همچون نوع ادهزیو، نوع براکت و شرایط آزمایش بر استحکام باند برشی باشد. هر چند سعی شد این عوامل بین دو گروه یکسان‌سازی شود اما در مقایسه با مطالعات دیگر امکان دستیابی به یک نتیجه‌گیری جامع وجود ندارد. علاوه‌بر این حجم نسبتا کم نمونه و عدم ارزیابی بالینی می‌تواند قابلیت اعتماد نتایج به‌دست آمده را تا حدودی کاهش دهد. از طرفی، در مطالعه حاضر تاثیر این دو رویکرد بر ریز سختی و شاخص‌هایی که موفقیت پیشگیری و درمان پوسیدگی را نشان می‌دهند، ارزیابی نشد و مشخص نیست که آیا هر دو روش به یک اندازه کارآمد بودند یا تاثیرها متفاوت بوده‌است.

پیشنهاد می‌شود در مطالعات آینده، تاثیر درمان با لیزر و انفیلتراسیون رزین بر سایر خصوصیات از قبیل ریز سختی مینا و پیشگیری از بروز ضایعات لکه سفید نیز بررسی شود. همچنین، مقایسه بالینی رویکردهای درمان ضایعات لکه سفید همچون استفاده از فلوراید موضعی و سایر انواع لیزر نیز توصیه می‌شود.

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج این مطالعه، استفاده از لیزر دیود در ضایعات لکه سفید به طور معناداری استحکام باند برشی کمتری در مقایسه با گروه‌هایی که لکه‌های سفید در معرض هیچ نوع درمانی قرار نگرفته بودند و یا از رزین اینفیلتراسیون استفاده شده‌بود، ایجاد می‌کند. لذا این نوع درمان برای دندان‌های

با ضایعات لکه سفید و یا دمینرالیزه که قرار است تحت درمان ارتودنسی ثابت قرار گیرند، توصیه نمی‌شود.

تشکر و قدردانی

مقاله حاضر برگرفته از پایان‌نامه با شماره طرح تحقیقاتی ۱٦۸۷۸ در دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی یزد است و از لحاظ مالی توسط معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی یزد حمایت شده‌است.

تضاد منافع

هیچ تضاد منافعی وجود نداشت.

منابع

1. Srivastava K, Tikku T, Khanna R, Sachan K. Risk factors and management of white spot lesions in orthodontics. J Orthod Sci 2013; 2(2): 43-9.
2. Sundararaj D, Venkatachalapathy S, Tandon A, Pereira A. Critical evaluation of incidence and prevalence of white spot lesions during fixed orthodontic appliance treatment: A meta-analysis. J Int Soc Prev Community Dent 2015; 5(6): 433-9.
3. Khoroushi M, Kachuie M. Prevention and treatment of white spot lesions in orthodontic patients. Contemp Clin Dent 2017; 8(1): 11-9.
4. Staudt CB, Lussi A, Jacquet J, Kiliaridis S. White spot lesions around brackets: in vitro detection by laser fluorescence. Eur J Oral Sci 2004; 112(3): 237-43.
5. Zarzycka-Kogut K, Pucek M, Szymańska J. Orthodontic treatment-complications and preventive measures. Zdrow Publiczne 2014; 124(2).
6. Eltayeb MK, Ibrahim YE, El Karim IA, Sanhouri NM. Distribution of white spot lesions among orthodontic patients attending teaching institutes in Khartoum. BMC Oral Health 2017; 17: 1-6.
7. Khalaf K. Factors affecting the formation, severity and location of white spot lesions during orthodontic treatment with fixed appliances. J Oral Maxillofac Res 2014; 5(1): e4.
8. Richter AE, Arruda AO, Peters MC, Sohn W. Incidence of caries lesions among patients treated with comprehensive orthodontics. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2011; 139(5): 657-64.
9. Ten Cate J, Buijs M, Miller CC, Exterkate R. Elevated fluoride products enhance remineralization of advanced enamel lesions. J Dent Res 2008; 87(10): 943-7.
10. Cochrane N, Cai F, Huq N, Burrow M, Reynolds E. New approaches to enhanced remineralization of tooth enamel. J Dent Res 2010; 89(11): 1187-97.
11. Poosti M, Ahrari F, Moosavi H, Najjaran H. The effect of fractional CO 2 laser irradiation on remineralization of enamel white spot lesions. Lasers Med Sci 2014; 29: 1349-55.
12. Ogodescu A, Ogodescu E, Talpoş S, Zetu I. Resin infiltration of white spot lesions during the fixed orthodontic appliance therapy. Rev Med Chir 2011; 115(4): 1251-7.
13. Mueller J, Meyer-Lueckel H, Paris S, Hopfenmuller W, Kielbassa A. Inhibition of lesion progression by the penetration of resins in vitro: influence of the application procedure. Oper Dent 2006; 31(3): 338-45.
14. Lasfargues J, Bonte E, Guerrieri A, Fezzani L. Minimal intervention dentistry: part 6. Caries inhibition by resin infiltration. Br Dent J 2013; 214(2): 53-9.
15. Meyer-Lueckel H, Bitter K, Paris S. Randomized controlled clinical trial on proximal caries infiltration: three-year follow-up. Caries Res 2012; 46(6): 544-8.
16. Kielbassa AM, Mueller J, Gernhardt CR. Closing the gap between oral hygiene and minimally invasive dentistry: a review on the resin infiltration technique of incipient (proximal) enamel lesions. Quintessence Int 2009; 40(8): 663-81.
17. Castellan CS, Luiz AC, Bezinelli LM, Lopes RM, Mendes FM, Eduardo CDP, et al. In vitro evaluation of enamel demineralization after Er: YAG and Nd: YAG laser irradiation on primary teeth. Photomed Laser Surg 2007; 25(2): 85-90.
18. Chen C-C, Huang S-T. The effects of lasers and fluoride on the acid resistance of decalcified human enamel. Photomed Laser Surg 2009; 27(3): 447-52.

19. Klim JD, Fox DB, Coluzzi DJ, Neckel CP, Swick MD. The diode laser in dentistry. Rev Wavelengths 2000; 8(4): 13-6.
20. Hirota F, Furumoto K, editors. A hypothesis for acquired acid resistance afforded by the laser irradiation. International Congress Series; 2003: Elsevier.
21. Attin R, Stawarczyk B, Keçik D, Knösel M, Wiechmann D, Attin T. Shear bond strength of brackets to demineralize enamel after different pretreatment methods. Angle Orthod 2012; 82(1): 56-61.
22. Alavi S, Ehteshami A. Comparison of shear bond strength and enamel surface changing between the two-step etching and primer and self-etch primer methods in rebonding of orthodontic brackets: An: in vitro: study. Dent Res J 2019; 16(4): 239-44.
23. Nabawy YA, Yousry TN, El-Harouni NM. Shear bond strength of metallic brackets bonded to enamel pretreated with Er, Cr: YSGG LASER and CPP-ACP. BMC Oral Health 2021; 21(1): 306.
24. Chatzimarkou S, Koletsi D, Kavvadia K. The effect of resin infiltration on proximal caries lesions in primary and permanent teeth. A systematic review and meta-analysis of clinical trials. J Dent 2018; 77: 8-17.
25. Maijer R, Smith D. Corrosion of orthodontic bracket bases. Am J Orthod 1982; 81(1): 43-8.
26. Ceen R, Gwinnett A. Indelible iatrogenic staining of enamel following debonding. A case report. Journal of clinical orthodontics: J Clin Orthod 1980; 14(10): 713-5.
27. Atashi MHA, Kachoei M. Does mechanical locking-base ceramic brackets reduce cracks at debonding. J Clin Exp Dent 2012; 4(5): 266-70.
28. Montero MMH, Vicente A, Alfonso-Hernández N, Jiménez-López M, Bravo-González L-A. Comparison of shear bond strength of brackets recycled using micro sandblasting and industrial methods. Angle Orthod 2015; 85(3): 461-7.
29. Vitale MC, Zaffe D, Botticell A, Caprioglio C. Diode laser irradiation and fluoride uptake in human teeth. Eur Arch Paediatr Dent 2011; 12: 90-2.
30. Al-Shaker SM, Nayif MM, Al-Sabawi NA. Microhardness of artificially demineralized enamel treated with different regimes of ACP-CPP and fluoride agents. Int J Enhan Res Sci Tech Eng 2014; 3: 102-7.
31. Attal J-P, Atlan A, Denis M, Vennat E, Tirlet G. White spots on enamel: treatment protocol by superficial or deep infiltration (part 2). Int Orthod 2014; 12(1): 1-31.
32. Pavithra R, Sugavanesh P, Lalithambigai G, Arunkulandaivelu T, Kumar PM. Comparison of microhardness and micromorphology of enamel following a fissurotomy procedure using three different laser systems: An in vitro study. J Dent Lasers 2016; 10(1): 10-5.
33. Yussif N, Saafan M, Mehani S. Impact of welding the dental enamel walls of the fissure system using semiconductor laser: In-Vitro study. Dentistry 2017; 7(8): 3-7.
34. Awooda E, Almuslet N. Evaluation of the effectiveness of low power diode laser with different wavelengths in dental caries prevention. J Dent Lasers 2015; 9(2): 89-93.
35. Silva-Fialho P, Ferreira R, Leal J, Tabchoury C, Vale G. Effect of high-fluoride dentifrice and bracket bonding composite material on enamel demineralization adjacent to orthodontic brackets in vitro. J Clin Exp Dent 2021; 13(5): e493.
36. Yang S-Y, Jeong IJ, Kim K-M, Kwon J-S. Time-dependent effects after enamel fluoride application on an acid etching system in orthodontic bracket bonding. Clin Oral Investig 2021; 25: 497-505.
37. De Sant'anna GR, Dos Santos EAP, Soares LES, Do Espirito Santo AM, Martin AA, Duarte DA, et al. Dental enamel irradiated with infrared diode laser and photoabsorbing cream: Part 1—FT-Raman Study. Photomed Laser Surg 2009; 27(3): 499-507.
38. Alqahtani MA, Andreana S, Rumfola JL, Davis E. Effect of diode laser and topical fluoride applications on white-spot lesions in bovine enamel. Gen Dent 2019; 67(6): 45-51.
39. Moharam L-M, Sadony D-M, Nagi S-M. Evaluation of diode laser application on chemical analysis and surface microhardness of white spots enamel lesions with two remineralizing agents. J Clin Exp Dent Res 2020; 12(3): e271.
40. Yahya NA, Omar ZQ. Evaluation of different surface treatment methods on shear bond strength of orthodontic brackets on demineralized enamel. Erbil Dent J 2021; 4(2): 159-67.
41. Saifeldin H, Samaha A, Sanafawy H. Effect Of White Spot Lesion Pretreatment With Silver Diamine Fluoride Compared To Diode Laser On The Shear Bond Strength Of Orthodontic Brackets. An In-Vitro Study. Egypt Dent J 2023; 63(1): 149-61.

42. Bakhadher W, Halawany H, Talic N, Abraham N, Jacob V. Factors affecting the shear bond strength of orthodontic brackets–a review of in vitro studies. Acta medica 2015; 58(2): 43-8.
43. Gorelick L, Geiger AM, Gwinnett AJ. Incidence of white spot formation after bonding and banding. Am J Orthod 1982; 81(2): 93-8.
44. Kannan A, Padmanabhan S. Comparative evaluation of Icon® resin infiltration and Clinpro™ XT varnish on colour and fluorescence changes of white spot lesions: a randomized controlled trial. Prog Orthod 2019; 20: 1-8.
45. Gholami S, Boruziniat A, Talebi A, Yazdandoust Y. Effect of Extent of White Spot Lesions on the Esthetic Outcome after Treatment by the Resin Infiltration Technique: A Clinical Trial. Front Dent 2023; 20: 40.