



Evaluation of Marginal Microleakage in Class II Composite Restorations Using Open Sandwich and Snowplow Techniques

Mohammad Ali Moghadam¹

Mahsa Faramarzi²

Atefeh Yousefi Jordehi³

1. Assistant Professor, Department of Operative Dentistry, School of Dentistry, Zanzan University of Medical Sciences, Zanzan, Iran.

2. Dentist, Zanzan, Iran.

3. **Corresponding Author:** Assistant Professor, Department of Operative Dentistry, School of Dentistry, Zanzan University of Medical Sciences, Zanzan, Iran.

Email: dr.yousefi@zums.ac.ir

Abstract

Introduction: Adaptation of posterior composites to dental walls has been questioned for various reasons and polymerization shrinkage is one example. Thus, the present study investigated microleakage occurring from different class II composite restorations techniques.

Materials & Methods: In this in-vitro study class II cavities with cervical margins 1 mm below the CEJ (Cemento-enamel junction) were prepared in 64 extracted human premolars. The teeth were randomly divided into two groups. Group 1 (open sandwich): Glass ionomer was injected on the floor of the cavity and the rest of the cavity was restored using composite resin using incremental technique. Group 2 (Snowplow) one layer of flowable composite was placed in the bottom of the cavity and was co-cured with the first layer of composite resin. The rest of the cavity was restored the same as group 1. To evaluate the microleakage, the specimens were thermocycled for up to 3000 cycles and immersed in 1% methylene blue solution for 72 hours. Then they were sectioned mesiodistally and evaluated under a stereomicroscope. Data were analyzed via Mann-Whitney and Fishers exact test and p value < 0.05 was considered significant.

Results: The mean value for microleakage in group 1 ($795.74 \pm 494.04 \mu\mu$) was lower than group 2 ($972.99 \pm 457.8 \mu\mu$), but the results were not statistically significant (p value = 0.117).

Conclusion: It appears that microleakage in both open sandwich technique and Snowplow technique did not portray statistical significance, so both of them can be used.

Key words: Dental leakage, Flowable composite, Glass Ionomer Cements.

Received: 15.05.2021

Revised: 12.08.2021

Accepted: 11.09.2021

How to cite: Moghadam MA, Faramarzi M, Yousefi Jordehi A. Evaluation of Marginal Microleakage in Class II Composite Restorations Using Open Sandwich and Snowplow Techniques. J Isfahan Dent Sch 2022; 17(4): 393-404.

مقایسه‌ی میزان ریزش لبه‌ای در ترمیم‌های کلاس II رزین کامپوزیت در دو روش Snowplow و Open Sandwich

۱. استادیار، گروه ترمیمی، دانشکده‌ی دندان پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی زنجان، زنجان، ایران.

۲. دندان پزشکی، زنجان، ایران.

۳. نویسنده مسؤل: استادیار، گروه ترمیمی، دانشکده‌ی دندان پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی زنجان، زنجان، ایران.

Email: dr.yoosefi@zums.ac.ir

محمدعلی مقدم^۱ ID

مهسا فرامرزی^۲ ID

عاطفه یوسفی جوردی^۳ ID

چکیده

مقدمه:

انطباق کامپوزیت‌های خلفی به دیواره‌های دندان به دلایل مختلف از جمله انقباض ناشی از پلیمریزاسیون مورد سؤال است. به همین دلیل در مطالعه‌ی حاضر، ریزش در روش‌های مختلف ترمیم کامپوزیت کلاس II بررسی شد.

مواد و روش‌ها:

در این مطالعه‌ی آزمایشگاهی که در سال ۱۳۹۶ و در دانشکده‌ی دندان پزشکی زنجان انجام شد، حفرات کلاس II بر روی ۶۴ دندان پرمولر با مارجین جینجیوالی ۱ mm زیر CEJ (Cementoenamel junction) تهیه و دندان‌ها به صورت تصادفی به دو گروه تقسیم شدند. گروه اول (ساندویچ باز): گلاس آینومر تزریقی در کف حفره قرار داده و سپس حفره با کامپوزیت به صورت لایه لایه ترمیم شد. گروه دوم (Snowplow): کامپوزیت سیال در کف حفره قرار داده و با اولین لایه از رزین کامپوزیت به طور همزمان کیور شد. مابقی حفره، مشابه گروه اول ترمیم گردید. جهت ارزیابی ریزش، دندان‌ها بعد از ۳۰۰۰ مرتبه سیکل حرارتی، ۷۲ ساعت در محلول متیلن بلو ۱ درصد قرار گرفتند. سپس به صورت مزبودیستالی برش داده و با استریومیکروسکوپ بررسی شدند. آنالیز آماری با استفاده از آزمون‌های Mann-Whitney و Fisher's exact test انجام و سطح معنی‌داری کمتر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها:

میانگین میزان ریزش در گروه اول ($494/04 \pm 795/76 \mu m$) کمتر از گروه دوم ($457/83 \pm 972/99 \mu m$) بود اما نتایج از نظر آماری معنی‌دار نبود ($p \text{ value} = 0/117$).

نتیجه‌گیری:

به نظر می‌رسد، میزان ریزش در هنگام استفاده از روش ساندویچ باز و روش Snowplow مشابه بوده و از هر دو روش می‌توان استفاده نمود.

کلید واژه‌ها:

لیکیج دندانی، کامپوزیت سیال، سمان گلاس آینومر.

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۶/۲۰

تاریخ اصلاح: ۱۴۰۰/۰۵/۲۱

تاریخ ارسال: ۱۴۰۰/۰۲/۲۵

استناد به مقاله: مقدم محمدعلی، فرامرزی مهسا، یوسفی جوردی عاطفه. مقایسه‌ی میزان ریزش لبه‌ای در ترمیم‌های کلاس II رزین کامپوزیت در دو روش Open Snowplow و Sandwich. مجله دانشکده دندان پزشکی اصفهان. ۴۰۴-۳۹۳:(۴)۱۷:۱۴۰۰.

مقدمه

ترمیم‌های رزینی، امروزه سهم بزرگی از درمان‌های دندان پزشکی را به خود اختصاص داده‌اند. زیبایی این ترمیم‌ها و نگرانی‌های موجود در مورد اثرات بیولوژیک ترمیم‌های آمالگام نقش بسزایی در این مورد داشته است (۱، ۲). همانند همه‌ی مواد ترمیمی، رزین کامپوزیت‌ها نیز معایب خاص خود را دارند. مقاومت به سایش کم، انقباض ناشی از پلیمریزاسیون، دشواری ایجاد کانتور و تماس بین دندانی مناسب، رنگ‌پذیری، حساسیت تکنیکی و نیاز به ایزولاسیون دقیق از جمله معایب مطرح شده در مقالات است (۳).

هنگام انتخاب مواد ترمیمی، توجه به میزان ریزنشت آن‌ها دارای اهمیت قابل ملاحظه‌ای است (۴). فاکتورهای مختلفی بر سیل مواد ترمیمی و در نتیجه میزان ریزنشت مؤثرند که می‌توان به فاکتورهای وابسته به ماده (اختلاف ضریب الاستیک ماده و ساختار دندان، اختلاف ضریب انبساط حرارتی خطی ماده و دندان) و فاکتورهای غیر وابسته به ماده (شکل و سایز حفره، تکنیک کیورینگ، محل مارجین، شرایط دهانی مثل نیروی اکلوژالی و تغییرات حرارتی) اشاره کرد (۵).

برای به حداقل رساندن استرس‌های ناشی از انقباض، روش‌هایی شامل استفاده از تکنیک‌های قراردعی متفاوت، تغییر در ترکیبات کامپوزیت، روش‌های مختلف کیورینگ و استفاده از مواد جایگزین کامپوزیت به عنوان لاینر توصیه شده است (۶). نشان داده شده که قرار دادن یک لایه‌ی بینابینی و یا یک لاینر انعطاف‌پذیر حتی به ضخامت ۱۵۰ میکرون بین کامپوزیت و نسج دندان می‌تواند استرس نهایی را ۱۸ تا ۵۰ درصد کاهش دهد و به همین مقدار هم در کاهش ریزنشت مؤثر باشد (۷).

برخی از محققین معتقدند، یکی از روش‌های مقابله با استرس ناشی از پلیمریزاسیون، استفاده از یک لایه کامپوزیت قابل جریان با ضخامت حداکثر ۱ میلی‌متر در کف باکس پروگزیمال است. چسبندگی کم به ابزار، خصوصیات کاربردی راحت و سیستم انتقال و جایگذاری سرنگی،

کامپوزیت‌های فلو را یک انتخاب ایده‌آل در کف جینجیوال حفره به عنوان لاینر در ترمیم‌های کامپوزیتی کلاس II کرده است (۸). همچنین این مواد به دلیل داشتن محتوای پرکننده (Filler) پایین‌تر و در نتیجه سیالیت بالاتر، قدرت تطابق بالایی با سطوح داخلی دیواره‌های حفره دارند و همچنین به علت پایین بودن ضریب کشسانی (Modulus of elasticity) استرس‌های ناشی از انقباض حین پلیمریزاسیون را جذب می‌کنند و می‌توانند به عنوان یک محافظ در برابر تغییر شکل سطح چسبده عمل نمایند. به نظر می‌رسد کاربرد آن‌ها به عنوان لاینر با بهبود سیل داخلی در زیر ترمیم‌های کامپوزیت دندان خلفی، باعث نتایج قابل قبول‌تری می‌شود (۹). این موضوع خصوصاً در مورد پرکردگی‌هایی که به لبه‌ی عاجی دندان ختم می‌شوند، حائز اهمیت می‌باشد. عاج دندان به دلیل وجود درصد بالای مواد آلی و حضور زوائد ادنتوبلاستیک و مایع داخل توبولی، دارای ساختمان ناهمگون مرطوب و دینامیک می‌باشد که این موضوع به نوبه‌ی خود باعث سخت‌تر شدن ایجاد باندینگ مناسب می‌شود. بدین ترتیب هنوز مکانیسم مطمئنی به منظور ایجاد باند پایدار به آن تعیین نگردیده است (۱۰).

امروزه از تکنیک ساندویچ برای استفاده از خصوصیات آزادسازی فلوراید و باند شیمیایی گلاس آینومر در کنار خصوصیات زیبایی و مکانیکی مناسب کامپوزیت رزین، توسط کلینیسین‌ها به کار می‌رود (۱۱). گلاس آینومرها، موادی هستند که دارای پتانسیل اتصال به مینا و عاج، آزادسازی فلوراید و در نتیجه پیشگیری از پوسیدگی و سازگاری نسجی با پالپ و بافت‌های پریدنتال، ضریب انبساط حرارتی مشابه با عاج و انقباض حین سخت شدن کمتر از کامپوزیت می‌باشند (۱۲). به دلیل نزدیک بودن ضریب انبساط حرارتی خطی بین سمان گلاس آینومر و نسج دندان، این مواد سیل مارژینال مناسب، ریزنشت کم و میزان بالایی از گیر را فراهم می‌کنند. گلاس آینومرهای تغییر یافته با رزین (RMGI) در مقایسه با گلاس آینومرهای کانونشنال، زمان کارکرد (Working time) طولانی‌تر، زمان ست شدن

مواد و روش‌ها

این مطالعه در سال ۱۳۹۶ به صورت آزمایشگاهی در دانشکده‌ی دندان پزشکی زنجان بر روی ۶۴ دندان پرمولر کشیده شده‌ی سالم که حداکثر ۳ ماه قبل به منظور درمان ارتودنسی در مطب‌های دندان پزشکی شهر زنجان کشیده شده بودند انجام شد. حجم نمونه بر اساس مطالعه‌ی Al-Azzawi و همکاران (۲۰) با در نظر گرفتن $\alpha = 0/05$ و $\beta = 0/2$ تعداد ۶۴ دندان محاسبه گردید.

دندان‌ها پس از خارج شدن برای ضد عفونی در محلول تیمول ۰/۱ درصد (گل دارو، اصفهان، ایران) نگهداری شدند (۲۱). دندان‌های انتخاب شده فاقد پوسیدگی، شکستگی، سایش و ترمیم بودند و یک هفته قبل از شروع آزمایش، دندان‌ها از بقایای جرم و نسوج نرم تمیز و در آب مقطر با دمای اتاق نگهداری شدند.

جهت آماده سازی نمونه‌ها، ابتدا ریشه و آپکس دندان‌ی توسط لاک ناخن سیل شد و پس از خشک شدن لاک، دندان‌ها داخل بلوک آکریلی ثابت گردید. روی سطح پروگزیمال دندان‌ها حفره‌ی کلاس II به عرض باکو لینگوالی ۳ میلی‌متر و عمق آگزالی ۱/۵ میلی‌متر تراش داده شد به گونه‌ای که کف جینجیوال حفره‌ی ۱ میلی‌متر زیر CEJ قرار داشت. تراش دندان‌ها با فرزهای الماسی #۸۳۵ استوانه‌ای (Teezkavan, Iran) و توربین (NSK, Japan) همراه با خنک کننده‌ی آب و هوا انجام شد (فرزها بعد از تراش هر ۵ حفره تعویض شدند) با این روش، ۶۴ حفره‌ی کلاس II در ۶۴ دندان آماده گشت.

دندان‌های تعیین شده به صورت تصادفی به دو گروه ۳۰ و ۲ تایی تقسیم شده و با استفاده از دو روش مختلف بر طبق دستورالعمل کارخانه‌ی سازنده به شرح زیر ترمیم شدند (جدول ۱):

گروه اول: پس از تهیه و تکمیل حفره، ابتدا با استفاده از یک پروب پرپودنتال، ارتفاع اکلوژوجینجیوالی هر حفره کلاس II اندازه‌گیری و سپس نوار ماتریکس تافل مایر و

(Setting time) سریع‌تر، ظاهر بهبود یافته‌تر، ترانسلسنسی و استحکام اولیه‌ی بالاتری را دارا می‌باشند (۱۳). همچنین گلاس آینومرهای کپسولی که به وسیله‌ی مخلوط کردن با دستگاه همزن به کار می‌روند، نسبت به گلاس آینومرهای پودر و مایع ترجیح داده می‌شوند. چنین سیستم‌هایی، پروسه‌ی مخلوط‌سازی را ساده‌تر کرده و به حداقل می‌رساند و به وسیله‌ی سرنگ تزریقی راحت‌تر در حفره قرار می‌گیرند و از حساسیت تکنیکی حین مراحل کار می‌کاهند (۱۴).

گلاس آینومرها در تکنیک ساندویچ، باعث کاهش فشار انقباضی رزین کامپوزیت گشته و به عنوان ماده‌ی پایه توصیه شده‌اند. بعضی از مطالعات نشان داده‌اند که گلاس آینومر تقویت شده با رزین در تکنیک ساندویچ بهتر از رزین کامپوزیت سیال (Flowable) می‌باشد (۱۵) و برخی تفاوت قابل ملاحظه‌ای در میزان ریزنشت لبه‌های عاجی بین استفاده از این دو ماده به عنوان لاینر گزارش نکرده‌اند (۱۶).

در مطالعه‌ی Oliveira و همکاران (۱۷)، استفاده از لاینر RMGI و کامپوزیت سیال زیر ترمیم کامپوزیت سبب افزایش استرس پلیمریزاسیون در اینترفیس ترمیم شد.

Lotfi و همکاران (۱۸) نیز نشان دادند تفاوتی در میزان ریزنشت در هنگام استفاده از کامپوزیت سیال به عنوان لاینر و روش Snowplow وجود ندارد و در مطالعه‌ی Simi و Suprabha (۱۹) هم کامپوزیت سیال و هم RMGI ریزنشت را کاهش دادند. با وجود نتایج متناقض، ضرورت انجام مطالعه برای ارزیابی مواد مختلف تحت شرایط یکسان و تا حد امکان مشابه شرایط کلینیکی احساس می‌شود.

به نظر می‌رسد که در سال‌های اخیر مقایسه‌ای بین میزان ریزنشت در ترمیم‌های کلاس II رزین کامپوزیت در دو روش Snowplow و ساندویچ باز (Sandwich open) صورت نگرفته است. بنابراین، هدف از این پژوهش، مقایسه‌ی میزان ریزنشت در این دو تکنیک می‌باشد. فرضیه‌ی صفر این بررسی بر این بود که میزان ریزنشت در این دو روش مشابه می‌باشد.

جدول ۱: مواد و نحوه‌ی کاربرد آن‌ها

نوع ماده	کارخانه‌ی سازنده	ترکیبات	نحوه‌ی کاربرد
Meta etchant	Meta biomed, Korea	اسید فسفریک ۳۷ (درصد وزنی)، آب، ضخیم‌کننده‌ی پلیمری	۱- ایزولاسیون ۲- آماده‌سازی حفره ۳- قرار دادن ژل متاچ به مدت ۱۵ ثانیه ۴- شستشوی ژل به مدت ۲۰ ثانیه
Tetric N-Bond	Ivoclar Vivadent, Switzerland	اسید فسفریک آکریلات، HEMA, Bis-GMA، اورتان‌های متاکریلات، اتانول، عامل شکل‌دهنده‌ی فیلم، کاتالیست، ثبات‌دهنده	۱- قرار دادن یک لایه‌ی نازک از ماده‌ی باندینگ روی سطح انامل و دنتین با استفاده از میکروبراش به مدت ۱۰ ثانیه ۲- حذف اضافات ماده‌ی باندینگ با پوآر هوا ۳- کیورینگ به مدت ۲۰ ثانیه
Tetric N-Flow	Ivoclar Vivadent, Switzerland	دای متاکریلات (۳۷ درصد وزنی)، فیلر (۶۳ درصد وزنی)، فیلر غیر آلی (۳۹ درصد حجمی)، کاتالیست، ثبات‌دهنده و رنگدانه (۱ درصد وزنی)	۱- قرار دادن کامپوزیت حداکثر به ضخامت ۲ میلی‌متر ۲- کیورینگ به مدت ۲۰ ثانیه
Tetric N-Ceram	Ivoclar Vivadent, Switzerland	دای متاکریلات (۲۰-۱۹ درصد وزنی)، فیلرهای حاوی باریوم گلاس و بیتریوم تری فلوراید مخلوط با اکسید آهن، کو پلیمر (۸۱-۸۰ درصد وزنی)	۱- قرار دادن کامپوزیت حداکثر به ضخامت ۲ میلی‌متر و تطابق آن با دیواره‌های حفره ۲- کیورینگ هر لایه به صورت جداگانه و به مدت ۲۰ ثانیه
GC Fuji II LC capsule	GC Corporation Tokyo, Japan	پودر: شیشه فلورو آلومینوسیلیکات مایع: HEMA، اسید پلی آکریلیک، آب، تارتاریک اسید، آغازگر نوری، اورتان‌های متاکریلات	۱- آماده‌سازی حفره ۲- فعال‌سازی کپسول به وسیله‌ی دستگاه میکسر به مدت ۱۰ ثانیه ۳- کیورینگ به مدت ۲۰ ثانیه

سپس مینا و عاج در کل حفره و نیز سطح گلاس آینومر با ژل اسید فسفریک ۳۷ درصد (Meta Etchant, Korea) به مدت ۱۵ ثانیه اچ گردید و بعد از آن به مدت ۲۰ ثانیه با آب شستشو داده شد. آب اضافی نمونه‌ها تا حدی که رطوبت در سطح عاج دیده شود ابتدا با پوآر هوا و سپس با پنبه گرفته شد. در مرحله‌ی بعد سیستم چسبنده (Tetric N-Bond, Ivoclar Vivadent, Switzerland) طبق دستور کارخانه به مدت ده ثانیه در کلیه‌ی سطوح اچ شده (با میکرو براش با قطر ۰/۵ میلی‌متر) قرار گرفت. اضافات باندینگ توسط پوآر هوای ملایم حذف و با دستگاه لایت کیور به مدت ۲۰ ثانیه نور داده شد.

در پایان، حفرات توسط کامپوزیت (Tetric N-) در پایان، حفرات توسط کامپوزیت (Tetric N-) به روش لایه

هولدر بر روی دندان بسته شد. گلاس آینومر اصلاح شده با رزین کپسولی (Fuji II LC Capsule, GC, Japan) در دستگاه آمالگاماتور (Faghihi, Ozan Corp, Iran) با سرعت ۴۰۰۰ RPM به مدت ده ثانیه (طبق دستور کارخانه) مخلوط شد و با استفاده از تفنگ مخصوص (GC, Japan) به ضخامت یک میلی‌متر با توجه به ارتفاع اکلوژوجینجیوالی از قبل اندازه‌گیری شده در حفره قرار داده و با دستگاه لایت کیور (Mectron, Starlight pro, Italy) به مدت ۲۰ ثانیه از سطح اکلوژال به صورت پلکانی (Ramp) با حداکثر شدت (۱۴۰۰ mw/cm²) به مدت ۲۰ ثانیه نور داده شد. شدت نور دستگاه بعد از هر ۵ تابش توسط دستگاه رادیومتر (Apoza, Taiwan) جهت کنترل خروجی دستگاه اندازه‌گیری می‌شد.

از نفوذ رنگ متیلن بلو از نواحی غیر از محل ترمیم با دو لایه‌ی لاک دندان پوشیده شد، سپس سیکل حرارتی (Dorsa, Iran) انجام گردید.

جهت انجام سیکل حرارتی نمونه‌ها ۳۰۰۰ مرتبه در حمام آب با درجه حرارت 2 ± 5 درجه‌ی سانتی‌گراد و 2 ± 55 درجه‌ی سانتی‌گراد به طور متوالی قرار گرفتند. هر سیکل حرارتی، ۸۰ ثانیه به طول انجامید که شامل قرارگیری نمونه‌ها به مدت ۳۰ ثانیه در دمای ۵ درجه‌ی سانتی‌گراد، ۲۰ ثانیه در دمای اتاق و ۳۰ ثانیه در دمای ۵۵ درجه‌ی سانتی‌گراد بود.

در ادامه، نمونه‌ها به مدت ۷۲ ساعت در محلول متیلن بلو ۱ درصد قرار گرفته و سپس شسته و خشک شدند. پس از این مرحله، نمونه‌ها توسط ماشین برش (Mecatome machine, Pressi, France) به طور مزویدیستالی از وسط ترمیم‌ها در جهت محور طولی دندان برش داده شد. در طی مرحله‌ی برش، از جریان آب هم به عنوان خنک‌کننده و هم به عنوان تمیزکننده‌ی دبری‌های ناشی از تراش استفاده شد.

محل قطع نمونه‌ها جهت بررسی میزان ریزنشت، در زیر استریومیکروسکوپ (Nikon CDS, 2014, Japan) با بزرگ‌نمایی ۲۰ برابر، دو بار توسط یک مشاهده‌کننده که اطلاعی از نمونه‌ها نداشت، مشاهده و رتبه‌بندی شد.

در این مطالعه، میانگین میزان ریزنشت به صورت عددی و بر اساس میکرومتر تعیین گردید. همچنین ریزنشت جینجیوالی بر اساس میزان نفوذ در پنج سطح زیر رتبه‌بندی شد (۱۶):

صفر: بدون نفوذ رنگ

یک: نفوذ رنگ تا $1/2$ کف جینجیوالی

دو: نفوذ رنگ بیش از $1/2$ کف جینجیوالی

سه: نفوذ رنگ در کل کف جینجیوالی

چهار: نفوذ رنگ که به دیواره آگریال رسیده باشد

داده‌ها پس از تخصیص کدهای مناسب وارد نرم‌افزار شده و تجزیه و تحلیل شدند. ابتدا میانگین‌ها و انحراف معیارها برای میزان ریزنشت در دو گروه محاسبه گردید. سپس توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون Kolmogorov

لایه (Incremental) در ۴ لایه ترمیم شدند. ابتدا در کف سرویکال، یک لایه به صورت افقی، سپس در بخش پروگزیمال، یک لایه در دیواره‌ی باکال و لایه‌ای دیگر در دیواره‌ی لینگوآل به صورت مایل (Oblique) قرار داده شد و در انتها توسط لایه‌ی آخر، حفره به طور کامل با کامپوزیت ترمیم شد. هر لایه به صورت جداگانه با دستگاه لایت کیور به مدت ۲۰ ثانیه و حداکثر شدت 1400mw/cm^2 نور داده شد.

گروه دوم: در گروه B نیز همانند گروه A بعد از اندازه‌گیری ارتفاع اکلوزوجینجیوالی حفره و قرار دادن نوار ماتریکس (Tofflemire, Termex, USA) مینا و عاج در کل حفره به مدت ۱۵ ثانیه اچ گردید و به مدت ۲۰ ثانیه با آب شستشو داده شد. آب اضافی نمونه‌ها تا حدی که رطوبت در سطح عاج دیده شود، ابتدا با پوآر هوا و سپس با پنبه گرفته شد. در مرحله‌ی بعد، سیستم چسبنده طبق دستور کارخانه به مدت ده ثانیه در کلیه‌ی سطوح اچ شده قرار گرفت. اضافات باندینگ توسط پوآر هوای ملایم حذف و با دستگاه لایت کیور به مدت ۲۰ ثانیه نور داده شد.

پس از انجام مراحل اچینگ و باندینگ در کف حفره‌ی رزین کامپوزیت سیال (Tetric N-Flow, Ivoclar Vivadent, Switzerland) به ضخامت کمتر از ۱ میلی‌متر با توجه به ارتفاع اکلوزوجینجیوالی از قبل اندازه‌گیری شده قرار داده شد و بدون انجام عمل کیور، رزین کامپوزیت Tetric N-Ceram به ضخامت ۱ میلی‌متر به آرامی داخل حفره و روی کامپوزیت سیال پک شد طوری که اضافات کامپوزیت سیال از اطراف به بیرون رانده شد. اضافات کامپوزیت سیال با استفاده از یک میکرو براش برداشته و سپس رزین کامپوزیت سیال به همراه اولین لایه از رزین کامپوزیت قابل تراکم کیور شدند و مابقی حفره مانند گروه اول ترمیم شد. در پایان، اضافات کامپوزیت در نمونه‌ها به وسیله فرزهای پرداخت الماسی (Kerr, USA) برداشته شد.

بعد از انجام مراحل یاد شده تمامی دندان‌ها به مدت ۲۴ ساعت در آب مقطر ۲۴ درجه‌ی سانتی‌گراد قرار گرفت. تمام نواحی دندان به جز ۱ میلی‌متری اطراف ترمیم برای جلوگیری

معنی‌داری در میزان ریزنشت گروه یک ($\mu 87/779 \pm m$) و گروه دو ($\mu 2/692 \pm 49/1106m$) مشاهده نشد ($p \text{ value} = 0/113$).

مقایسه‌ی درصد و فراوانی وجود ریزنشت آگزیال در دو گروه مطالعه با استفاده از Fisher's exact test نشان داد، اگرچه وجود ریزنشت در گروه دو (۱۵/۶ درصد) بیشتر از گروه یک (۹/۴ درصد) می‌باشد، با این حال نتایج معنی‌دار نیست ($p \text{ value} = 0/708$) (جدول ۲).

در بررسی درصد و فراوانی میزان ریزنشت‌های مختلف بر اساس طبقه‌بندی ذکر شده، آزمون Fisher's exact test تفاوت معنی‌داری را بین دو گروه نشان نداد ($p \text{ value} = 0/687$). هنگام استفاده از روش ساندویچ باز دو نمونه از ۳۲ نمونه دارای نفوذ صفر بود، اما هنگام استفاده از روش Snowplow هیچ نمونه‌ای نفوذ صفر نداشت (شکل ۱ و جدول ۳). در هر دو گروه، ترتیب میزان ریزنشت در طبقه‌بندی انجام شده به صورت درجه ۱ < ۲ < ۳ < ۴ و درجه صفر بود.

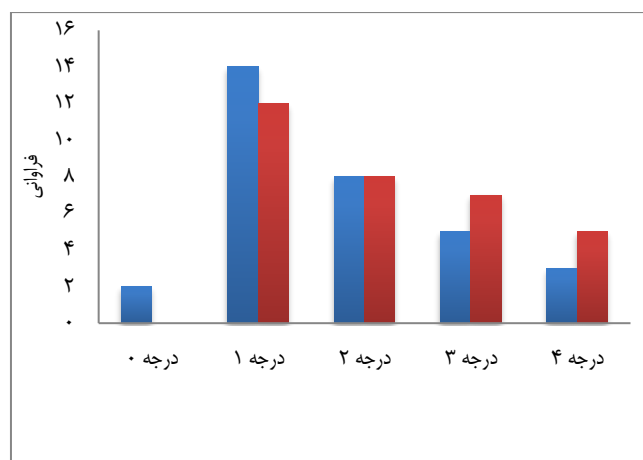
Simonov چک شده و با توجه به عدم تبعیت توزیع داده‌ها از نرمال و معنی‌دار شدن آزمون از آزمون‌های Fisher's exact test و Mann-Whitney استفاده گردید. سطح معنی‌داری برای مقایسه، ۰/۰۵ در نظر گرفته شد و تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ (version 21, IBM Corporation, Armonk, NY) صورت گرفت.

یافته‌ها

مقایسه‌ی میانگین و انحراف معیار میزان ریزنشت در دو گروه مطالعه (بدون احتساب میزان ریزنشت در آگزیال) با استفاده از آزمون Mann-Whitney نشان داد، میزان ریزنشت در گروه یک برابر ($\mu 83/457 \pm 99/972m$) باشد ($p \text{ value} = 0/117$). همچنین در بررسی میانگین و انحراف معیار میزان ریزنشت (با احتساب میزان ریزنشت در آگزیال) تفاوت

جدول ۲: درصد و فراوانی وجود ریزنشت آگزیال در دو گروه مطالعه

p value	گروه ۲ (Snowplow) درصد (فراوانی)	گروه ۱ (ساندویچ باز) درصد (فراوانی)	میزان ریزنشت
۰/۷۰۸	۸۴/۴ (۲۷)	۹۰/۶ (۲۹)	عدم ریزنشت آگزیال
	۱۵/۶ (۵)	۹/۴ (۳)	وجود ریزنشت آگزیال



شکل ۱: بررسی میزان ریزنشت مارجینال در بین گروه‌های مورد آزمایش

جدول ۳: درصد و فراوانی شدت ریزنشت‌های مختلف در دو گروه مطالعه

میزان ریزنشت	گروه ۱ (ساندویچ باز) درصد (فراوانی)	گروه ۲ (Snowplow) درصد (فراوانی)	p value
نفوذ صفر	۶/۳ (۲)	۰ (۰)	۰/۶۸۷
میزان نفوذ کمتر از یک دوم	۴۳/۸ (۱۴)	۳۷/۵ (۱۲)	
میزان نفوذ بیشتر از یک دوم	۲۵/۰ (۸)	۲۵/۰ (۸)	
میزان نفوذ در کل کف جینجیوال	۱۵/۶ (۵)	۲۱/۹ (۷)	
میزان نفوذ در دیواره‌ی آگزپال	۹/۴ (۳)	۱۵/۶ (۵)	

بحث

بر اساس نتایج حاصل از این مطالعه و با توجه به عدم وجود تفاوت معنی‌دار در میزان ریزنشت در بین دو گروه مورد بررسی، فرضیه‌ی صفر مطالعه تأیید می‌شود. مواد ترمیمی با اساس رزینی، امروزه به عنوان ماده‌ی انتخابی جهت درمان‌های دندان‌پزشکی و ترمیم ضایعات سرویکال، کاربرد زیادی دارند که این مسأله نیاز به افزایش طول عمر و ماندگاری کامپوزیت‌ها را افزایش داده است. با این وجود، هنوز مشکل عمده‌ای تحت عنوان ریزنشت، به ویژه در ضایعات سرویکال با مارجین عاجی مطرح می‌باشد. ریزنشت، یکی از مهم‌ترین عوامل جهت ارزیابی موفقیت مواد ترمیمی است. ریزنشت از دیواره‌های حفره، یکی از دلایل اصلی پوسیدگی‌های ثانویه، التهاب و نکروز پالپی در دندان‌های ترمیم شده می‌باشد (۴).

یکی از رایج‌ترین روش‌ها برای ارزیابی میزان ریزنشت، استفاده از تکنیک رنگ (Dye penetration) است، به این دلیل که این روش نسبتاً ساده و ارزان بوده و نتایج کمی و قابل مقایسه‌ای را در اختیار ما قرار می‌دهد. در این مطالعه از متیلن بلو با اندازه‌ی ذرات nm ۰/۵۲ به منظور بازسازی شرایط کلینیکی استفاده شد (۲۲).

با توجه به اینکه تکنیک لایه‌های مایل با قطعات مثلی با عمق ۱/۵mm، سبب جلوگیری از گسترش نیروهای انقباضی بین دیواره‌های مقابل می‌گردد و اثر مخرب استرس‌های پلیمریزاسیون را کاهش می‌دهد. در مطالعه‌ی حاضر نیز در ترمیم حفرات پروگزیمال با کامپوزیت، از تکنیک لایه‌های مایل جهت کاهش استرس و ریزنشت استفاده شد (۱۳).

در هنگام ترمیم نمونه‌ها، عمل کیور نمودن با حضور نوار ماتریکس فلزی برای جلوگیری از عبور نور از ناحیه‌ی پروگزیمال و فقط عبور نور از سطح اکلوژال جهت شبیه‌سازی با شرایط کلینیکی صورت گرفت. از آن‌جا که استفاده از وج‌های عبور دهنده‌ی نور هنگام بکارگیری نوار ماتریکس فلزی جهت ایجاد تماس پروگزیمالی مناسب مرود می‌باشد، عمل کیور نمودن فقط از سطح اکلوژال انجام شد.

در این مطالعه، حفرات کلاس دو با لبه‌های لته‌ای سمایی-عاجی تهیه شدند و از دو روش مختلف (تکنیک ساندویچ باز با استفاده از RMGI تزریقی و تکنیک Snowplow با کامپوزیت سیال) برای ترمیم استفاده شد. نتایج نشان داد که ریزنشت در این ناحیه قابل ملاحظه بوده و هیچ ماده‌ای نمی‌تواند کاملاً از ریزنشت جلوگیری کند، که علت این پدیده فقدان مینا در مارژین لته‌ای باکس پروگزیمال، پیچیدگی بیشتر سوبسترا (عاج یا سمان) و فاصله‌ی زیاد منبع نوری از ماده در کف باکس پروگزیمال می‌باشد (۲۳).

اگرچه میزان ریزنشت در گروه ساندویچ باز کمتر از روش Snowplow بود، با این حال نتایج، تفاوت معنی‌داری را در دو گروه نشان نداد. همچنین میزان ریزنشت با و بدون احتساب در دیواره‌ی آگزپال در دو گروه نیز به طور جداگانه مطالعه شد که نتایج، تفاوت معنی‌داری را نشان نداد. هر چند وجود ریزنشت در دیواره‌ی آگزپال در گروه ساندویچ باز اندکی کمتر از گروه Snowplow بود، اما نتایج تفاوت معنی‌داری را نشان نداد.

سیال می‌شود که این حباب‌ها مسیری برای نفوذ مایعات دهان و باکتری‌ها ایجاد می‌کنند و منجر به ریزنشت می‌گردند (۲۲). همچنین میزان ریزنشت بیشتر در روش Snowplow می‌تواند به این دلیل باشد که استرس ناشی از انقباض حین پلیمریزاسیون کامپوزیت پوشاننده، سبب جدا شدن کامپوزیت Flowable از دیواره‌های حفره می‌گردد. از سوی دیگر برخی کامپوزیت‌ها به ابزار مورد استفاده چسبیده و هنگام برداشتن وسیله، به طرف بیرون کشیده می‌شوند و همچنین هنگام استفاده از روش کیور همزمان حجم بالایی از موادی که باید کیور شوند باعث افزایش استرس پلیمریزاسیون می‌گردد که همه‌ی این عوامل می‌توانند در افزایش میزان ریزنشت مؤثر باشند (۲۷). در یک بررسی کلینیکی بر روی ترمیم‌های کامپوزیت انجام شده با روش Snowplow در طی ۴ سال، مشخص شد این روش، میزان ماندگاری ترمیم‌های کامپوزیت را افزایش نمی‌دهد (۲۸).

با این حال در مطالعه‌ی Patil و همکاران (۲۹)، میزان ریزنشت در روش Snowplow به طور معنی‌داری نسبت به روش ساندویچ باز کمتر بود. این اختلاف در نتایج می‌تواند مربوط به تفاوت در نوع کامپوزیت‌های به کار رفته در این دو مطالعه باشد. در مطالعه‌ی Patil و همکاران (۲۹) از ماده‌ی ترمیمی Beautiful II که یک جیومر (Giomer) هست و در Beautibond در روش Snowplow استفاده شده بود، در حالی که ما در این مطالعه، از کامپوزیت میکروهیبرید Tetric N-ceram و Tetric N bond استفاده کردیم. خواص فیزیکی Beautiful II به نسج دندان نزدیک تر بوده و Beautibond علاوه بر باند مکانیکی، به دلیل دارا بودن مونومر اسید کربوکسیلیک، باند شیمیایی نیز با عاج نیز برقرار می‌کند.

در توافق با نتایج این مطالعه، Singh و همکاران (۱۶)، در مقایسه‌ی ریزنشت لاینرهای مختلف در حفرات کلاس پنچ، نشان دادند میزان ریزنشت کف جینجیوال در هنگام استفاده از کامپوزیت فلو به همراه عامل باندینگ Tetric N-Bond مشابه گلاس آینومر اصلاح شده با رزین می‌باشد. البته در

برخی مطالعات پیشین هم با کاهش ریزنشت در تکنیک ساندویچ (استفاده از لاینر گلاس آینومر در مارجین سرویکال زیر کامپوزیت) موافق بودند. در مطالعه‌ی اسماعیلی و همکاران (۲۴) و Simi و Suprabha (۱۹)، میزان ریزنشت در استفاده از لاینر RMGI کمتر از کامپوزیت سیال بود، اما نتایج از نظر آماری معنی‌دار نبود که همسو با نتایج مطالعه‌ی ما می‌باشد.

همچنین در مطالعه‌ی Tabatabaei و همکاران (۲۵) تفاوت معنی‌داری در میزان ریزنشت بین روش Snowplow و روش ساندویچ باز با استفاده از RMGI مشاهده نشد.

عملکرد بهتر RMGI در ایجاد سیل مارجینال بهتر نسبت به کامپوزیت سیال به این دلایل می‌تواند باشد:

۱- این ماده باند شیمیایی مناسب با عاج زیرین و باند میکرومکانیکال با کامپوزیت فوقانی ایجاد می‌کند، همچنین RMGI به دلیل ایجاد تخلخل داخلی و توانایی جذب آب، می‌تواند انقباض ناشی از پلیمریزاسیون را تا حدی جبران کند.

۲- ضریب انبساط حرارتی خطی و ضریب الاستیسیته مشابه RMGI با دندان و خاصیت کیور خود به خود موجود در این ماده می‌تواند سبب پلیمریزاسیون کامل و بهبود سیل در نواحی دور از دسترس دستگاه لایت کیور شود (۱۹).

۳- استحکام باند گلاس آینومر به عاج، فقط ۲-۳ مگاپاسکال است ولی در واکنش ست شدن، واکنش شیمیایی با کلسیم ساختار دندان اتفاق می‌افتد. این در حالی است که اتصال کامپوزیت به ساختار دندان از نوع میکرومکانیکال است. بنابراین میزان نفوذ آب به محل اتصال گلاس آینومر به ساختار دندان کمتر از کامپوزیت است (۹، ۲۴).

۴- استفاده از RMGI سبب کاهش حجم کامپوزیت مورد استفاده شده و به دنبال آن C-factor و در نهایت میزان استرس ناشی از انقباض پلیمریزاسیون را در کامپوزیت کاهش می‌دهد (۲۶).

به نظر می‌رسد با وجود خصوصیات مناسب کامپوزیت سیال، عدم توانایی پک کردن آن سبب گیر افتادن حباب هوا درون توده‌ی خود کامپوزیت و اینترفیس دندان-کامپوزیت

Bore Gowda و همکاران (۲۷)، تأثیر وجود و عدم وجود لاینر را بر میزان ریزنشت جینجیوالی ترمیم‌های کلاس II کامپوزیت بررسی کرده‌اند. نتایج این مطالعه نشان داد که عدم استفاده از لاینر، بیشترین و استفاده از لاینر کامپوزیت سیال با کیورینگ جداگانه کم‌ترین میزان ریزنشت را داشت. در صورت استفاده از لاینر هم، بیشترین میزان ریزنشت مربوط به گلاس آینومر تغییر یافته با رزین می‌باشد و استفاده از کامپوزیت سیال به صورت کیورینگ همزمان با لایه‌ی اول کامپوزیت میزان ریزنشت کمتر از لاینر RMGI دارد.

Moazzami و همکاران (۳۲) نیز در تحقیق خود، ریزنشت بیشتر ترمیم‌های با لاینر RMGI نسبت به ترمیم‌های با لاینر کامپوزیت سیال را مشاهده نمودند. به هر حال نتایج متفاوت در این مطالعات به عوامل مختلفی بستگی دارد که شامل تعداد سیکل‌های مورد استفاده در ترموسایکلینگ (به ترتیب ۱۵۰۰ و ۱۰۰۰ سیکل حرارتی) و مدت زمان غوطه‌ور شدن نمونه‌های آن‌ها در محلول رنگی (هر دو به مدت ۲۴ ساعت) می‌باشد. همچنین استفاده از RMGI با ویسکوزیته‌ی بالا در این مطالعات و روش قراردعی آن که به صورت دستی استفاده شده است و همچنین روش قراردعی کامپوزیت سیال که از قبل کیور شده بود، از علل دیگر تفاوت در نتایج مطالعات بود. در پروسه‌ی مخلوط کردن دستی، برخی اشتباهات غیر قابل اجتناب وجود دارند. اشتباهاتی از قبیل استفاده از حجم تنظیم نشده از مایع به دلیل تغییر در زاویه‌ی بطری حین فشار دادن بطری جهت خارج شدن مایع و همچنین چگالی پودر بسته‌بندی شده که با قاشقک از ظرف خارج می‌شود و دمای اسلب شیشه‌ای که می‌تواند باعث خطا در نسبت پودر و مایع گردند (۳۳). بنابراین گلاس آینومرهای کپسولی می‌توانند مزیت‌های نسبی نسبت به گلاس آینومرهایی که با دست آماده می‌شوند داشته باشند.

با توجه به محدودیت‌های موجود از جمله آزمایشگاهی بودن این مطالعه و عدم بررسی ریزنشت در قسمت‌های مختلف حفره، پیشنهاد می‌شود در مطالعات آتی به منظور

مطالعه‌ی Singh و همکاران (۱۶)، از روش Snowplow استفاده نشده و کامپوزیت فلو قبل از قرار دادن کامپوزیت میکروهیبرید کیور شده بود. در مطالعه‌ی حاضر نیز در روش Snowplow از عامل باندینگ Tetric N-Bond استفاده شد که یک ادهزیو عاجی Etch & Rinse با فیلرهای نانو می‌باشد.

در بررسی‌های Al-Agha و همکار (۳۰) مشخص شد، میزان ریزنشت ترمیم‌های کلاس پنج در هنگام استفاده از این باندینگ به طور قابل ملاحظه‌ای کمتر از N-Bond Self Etch می‌باشد. فیلرهای نانو موجود در این ادهزیو، لایه‌ی هیبرید را تقویت نموده و الاستیسیته‌ی تدریجی ایجاد می‌کنند. به این صورت که الیاف کلاژن، بیشتر فیلرها را در سطح لایه هیبرید نگه داشته و یک لایه حد واسط جذب‌کننده استرس ایجاد می‌کنند. همچنین این فیلرها ممکن است انقباض لایه‌ی ادهزیو را کاهش داده و از ریزنشت جلوگیری کنند (۳۰).

در این مطالعه، تعداد درجه‌ی صفر در گروه ساندویچ باز بیشتر از گروه دوم بود. طبق مطالعه‌ی Kasraei و همکاران (۹)، باند بین گلاس آینومر و رزین کامپوزیت، خیلی ضعیف بود، بنابراین اینترفیس گلاس آینومر و رزین کامپوزیت به عنوان دیواره‌ی اتصال نیافته در نظر گرفته می‌شود که منجر به کاهش میزان انتقال استرس حین پلیمریزاسیون کامپوزیت به حد فاصل بین گلاس آینومر و دندان می‌گردد. در نتیجه میزان ریزنشت در کف جینجیوال کاهش یافته و این مسأله ممکن است تعداد بیشتر درجه‌ی صفر در گروه ساندویچ باز را توضیح دهد.

Rodrigues و همکاران (۳۱) در مطالعه‌ی خود بیان کردند، در مارجین عاجی استفاده از گلاس آینومر زیر کامپوزیت ریزنشت بیشتری از کامپوزیت به تنهایی نشان می‌دهد. زیرا گلاس آینومر اصلاح شده با رزین (RMGI) در زیر کامپوزیت دچار شکست کوهزیو گردیده و محققین آن را به طبیعت شکننده‌ی گلاس آینومر نسبت دادند که با وجود اضافه کردن رزین، استحکام کافی ندارد و نمی‌تواند نیروهای کششی حاصل از انقباض پلیمریزاسیون را تحمل کند.

استفاده از روش ساندویچ باز و روش Snowplow از نظر آماری معنی دار نیست و از هر دو روش می‌توان استفاده نمود.

سپاسگزاری

این مقاله برگرفته از طرح پژوهشی به شماره‌ی A-12-757-4 با کد اخلاق ZUMS.Rec.1395.217 مصوب شورای پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی زنجان بود. نویسندگان مقاله از کلیه‌ی کارشناسانی که در انجام این پژوهش یاری نموده‌اند؛ قدردانی می‌نمایند.

شیه‌سازی محیط دهان از چرخه‌ی بارگذاری مکانیکی نیز استفاده و زمان نگهداری نمونه‌ها طولانی‌تر شود. همچنین به منظور بررسی دقیق‌تر، برش‌های مختلفی از دندان تهیه شده و نواحی مختلف، مرز بین دو ماده بررسی و این مقایسه به صورت کلینیکی نیز انجام شود.

نتیجه‌گیری

با در نظر گرفتن محدودیت‌های این مطالعه، به نظر می‌رسد که میزان ریزنشت در ترمیم‌های کلاس II کامپوزیت هنگام

References

- Oliveira MT, Constantino HV, Molina GO, Milioli E, Ghizoni JS, Pereira JR. Evaluation of mercury contamination in patients and water during amalgam removal. *J Contemp Dent Pract* 2014; 15(2): 165-8.
- Rasines Alcaraz MG, Veitz-Keenan A, Sahrman P, Schmidlin PR, Davis D, Iheozor-Ejiofor Z. Direct composite resin fillings versus amalgam fillings for permanent or adult posterior teeth. *Cochrane Database Syst Rev* 2014; (3): CD005620.
- Bausch JR, de Lange K, Davidson CL, Peters A, de Gee AJ. Clinical significance of polymerization shrinkage of composite resins. *J Prosthet Dent* 1982; 48(1): 59-67.
- Sawani S, Arora V, Jaiswal S, Nikhil V. Comparative evaluation of microleakage in Class II restorations using open vs. closed centripetal build-up techniques with different lining materials. *J Conserv Dent* 2014; 17(4): 344-8.
- Krifka S, Federlin M, Hiller KA, Schmalz G. Microleakage of silorane- and methacrylate-based class V composite restorations. *Clin Oral Investig* 2012; 16(4): 1117-24.
- Radhika M, Sajjan GS, Kumaraswamy BN, Mittal N. Effect of different placement techniques on marginal microleakage of deep class II cavities restored with two composite resin formulations. *J Conserv Dent* 2010; 13(1): 9-15.
- Kemp-Scholte CM, Davidson CL. Complete marginal seal of Class V resin composite restorations affected by increased flexibility. *J Dent Res* 1990; 69(6): 1240-3.
- Joyce LJ, Captain N, Cook B. Packable resin composites. *Clinical Update* 2001; 9: 520-5.
- Kasraei S, Azarsina M, Majidi S. In vitro comparison of microleakage of posterior composites with and without liner using two step etch and reines and self-etch dentin adhesive system. *Oper Dent* 2011; 36(2): 213-21.
- Chuang SF, Jin YT, Liu JK, Chang CH, Shieh DB. Influence of flowable composite lining thickness on class II composite restorations. *Oper Dent* 2004; 29(3): 301-8.
- Bona AD, Pinzetta C, Rosa V. Effect of acid etching of glass ionomer cement surface on the microleakage of sandwich restorations. *J Appl Oral Sci* 2007; 15(3): 230-4.
- de Munck J, van Landuyt K, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P, Braem M, et al. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. *J Dent Res* 2005; 84(2): 118-32.
- Abd El Halim S, Zaki D. Comparative evaluation of microleakage among three different glass ionomer types. *Oper Dent* 2011; 36(1): 36-42.
- Heymann H, Swift E, Ritter A. *Sturdevant's art and science of operative dentistry*. 6th ed. Missouri, US: Mosby; 2012.
- Besnault C, Attal JP. Simulated oral environment and microleakage of class II resin-based composite and sandwich restorations. *Am J Dent* 2003; 16(3): 186-90.
- Singh P, Tyagi S, Mahendra M, Diwedi V. Evaluation of microleakage in class V composite restoration by using flowable composite and resin modified glass ionomer as liners. *JAMDSR* 2020; 8(5): 26-30.
- Oliveira LC, Duarte Jr S, Araujo CA, Abrahao A. Effect of low-elastic modulus liner and base as stress absorbing layer in composite resin restorations. *Dent Mater* 2010; 26(3): 159-69.
- Lotfi N, Esmaili B, Ahmadizenouz G, Bijani A, Khadem H. Gingival microleakage in class II composite restorations using different flowable composites as liner: an in vitro evaluation. *Caspian J Dent Res* 2015; 4(1): 10-6.

19. Simi B, Suprabha B. Evaluation of microleakage in posterior nanocomposite restorations with adhesive liners. *J Conserv Dent* 2011; 14(2): 178-81.
20. Al-Azzawi HJ, Al-Hyali NA, Al-Dabbagh FJ. Microleakage of class II packable resin composite lined with flowable composite and resin modified glass ionomer cement: An in vitro study. *J Bagh Coll Dentistry* 2012; 24(1): 6-10.
21. Aydın B, Pamir T, Baltacı A, Orman MN, Turk T. Effect of storage solutions on microhardness of crown enamel and dentin. *Eur J Dent* 2015; 9(2): 262-6.
22. Bonilla ED, Stevenson RG, Caputo AA, White SN. Microleakage resistance of minimally invasive Class I flowable composite restorations. *Oper Dent* 2012; 37(3): 290-8.
23. Pahlavan A, Ghavam M, Arami S, Yasini E, Mirzaie M, Kermanshah H, et al. Effect of flowable composite on microleakage of condensable composite restorations. *JDM* 2008; 21(1): 46-50. [In Persian].
24. Esmaeili B, Bazazi A, Bijani A. In vitro evaluation of different liners in microleakage of class II posterior composite restorations. *JDM* 2012; 25(3): 174-81. [In Persian].
25. Tabatabaei SH, Tamandi M, Naebi M. Evaluating Microleakage of class II Composite Resin Restorations through various restorative approaches-An Invitro study. *Sch J App Med Sci* 2017; 5(6D): 2330-6.
26. Rekha CV, Varma B, Jayanthi. Comparative evaluation of tensile bond strength and microleakage of conventional glass ionomer cement, resin modified glass ionomer cement and compomer: an in vitro study. *Contemp Clin Dent* 2012; 3(3): 282-7.
27. Bore Gowda V, Sreenivasa Murthy BV, Hegde S, Venkataramanaswamy SD, Pai VS, Krishna R. Evaluation of gingival microleakage in class II composite restorations with different lining techniques: An in vitro study. *Scientifica (Cairo)* 2015; 2015: 896507.
28. Borouziyat A, Khaki H, Majidinia S. Retrospective evaluation of the clinical performance of direct composite restorations using the snow-plow technique: Up to 4 years follow-up. *J Clin Exp Dent* 2019; 11(11): e964- e968.
29. Patil BS, Kamatagi L, Saojii H, Chabbra N, Mutsaddi S. Cervical microleakage in giomer restorations: An in vitro study. *J Contemp Dent Pract* 2020; 21(2): 161-5.
30. Al-Agha EI, Alagha MI. Nanoleakage of class V resin restorations using two nanofilled adhesive systems. *J Int Oral Health* 2015; 7(7): 6-11.
31. Rodrigues Junior SA, da Silva Pin LF, Machado G, Della Bona A, Demarco FF. Influence of different restorative techniques on marginal seal of class II composite restorations. *J Appl Oral Sci* 2010; 18(1): 37-43.
32. Moazzami S, Sarabi N, Hajizadeh H, Majidinia S, Li Y, Meharry M, et al. Efficacy of four lining materials in sandwich technique to reduce microleakage in class II composite resin restorations. *Oper Dent* 2014; 39(3): 256-63.
33. Moradian H, Jafarian S. Comparison of microleakage of encapsulated and hand-mixed glass ionomer in class V restorations in deciduous teeth. *Avicenna J Dent Res* 2014; 6(2): 64-7.