

# مروری بر کامپوزیت‌های متاکریلات و سیلوران بیس و عوامل موثر بر ریزش آنها

علیرضا دانش کاظمی<sup>۱</sup>، مهناز ارثی<sup>۲\*</sup>

## مقاله مروری

**مقدمه:** یکی از معایب کامپوزیت رزین‌های امروزی، انقباض ناشی از پلیمریزاسیون و ایجاد ریزش می‌باشد. این انقباض می‌تواند باعث حساسیت دندان، رنگ‌گرفتگی حاشیه مارچین‌ها و پوسیدگی ثانویه شود. هدف از این مطالعه، مرور عوامل موثر بر میزان ریزش کامپوزیت‌های بیس متاکریلات و سیلوران و مقایسه آن‌ها با یکدیگر می‌باشد. در این راستا تاثیر تکنیک پرکردن حفره (روش لایت کیورینگ) و اثر شیارهای گیردار ارزیابی می‌گردد.

این مطالعه مروری، با جستجو در منابع کتابخانه‌ای و پایگاه Pub Med، ISI of Science Google Scholar، و با استفاده از کلید واژه‌های Microleakage, Siloran-Based Composite, Methacrylate-Based Composite, Retentive Groove, Light Curing Technique از سال 1984 به بعد جمع‌آوری و تدوین گردید. با وجود این‌که هنوز به‌طور قاطع مشخص نشده است که کدامیک از روش‌های قراردادی در تکنیک لایه‌ای (Oblique, vertical, split) مناسب‌تر است، به‌نظر می‌رسد روش لایه‌ای نسبت به روش توده‌ای مزایایی دارد که می‌تواند در کاهش انقباض ناشی از پلیمریزاسیون و ریزش ناشی از آن موثر باشد. هم‌چنین می‌توان نتیجه گرفت کامپوزیت‌های با بیس سیلوران، ریزش کمتری دارند، اما عواملی چون نوع حفره، وسعت حفره، فاصله از CEJ، و نوع سیستم باندینگ سیلوران، نیز در میزان ریزش آن‌ها دخیل هستند. وجود شیارهای گیردار در حفرات مفید به‌نظر می‌رسد زیرا که باعث افزایش ناحیه اتصال و گیر مکانیکی و هم‌چنین کاهش انقباض مارچینال ناشی از پلیمریزاسیون و ریزش ناشی از آن می‌شود. نتیجه‌گیری: در نهایت می‌توان گفت که ریزش را نمی‌توان به‌طور کامل متوقف کرد و باید مطالعات بیشتری، به‌ویژه مطالعات کلینیکی، انجام گیرد تا اثرات این موارد به‌طور کلینیکی نشان داده شود.

**واژه‌های کلیدی:** ریزش، کامپوزیت‌های با بیس سیلوران، کامپوزیت‌های با بیس متاکریلات، شیار گیردار، روش نوردهی

**ارجاع:** دانش کاظمی علیرضا، ارثی مهناز. مروری بر کامپوزیت‌های متاکریلات و سیلوران بیس و عوامل موثر بر ریزش آن‌ها. مجله علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد ۱۳۹۹؛ ۲۸ (۶): ۱۹-۲۷۰۵

۱-استاد، گروه دندانپزشکی ترمیمی و زیبایی، دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد، یزد، ایران  
۲-دستیار تخصصی گروه ارتودنسی، دانشکده دندانپزشکی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران  
\*(نویسنده مسئول): تلفن: ۰۹۱۳۸۵۰۳۴۹۴، پست الکترونیکی: e\_mahnaz18@yahoo.com، کد پستی: ۸۹۱۷۹۶۳۵۱۳

## مقدمه

امروزه ترمیم‌های هم‌رنگ دندان به‌طور گسترده‌ای در حال استفاده می‌باشند. از نکات قابل توجه در کاربرد مواد رزین بیس در ترمیم‌های دندانی، تطابق مارجینال این ترمیم‌هاست که تاکنون موضوع بسیاری از تحقیقات را شکل داده است. انقباض حین پلیمریزاسیون مواد رزینی، سبب عدم تطابق مارجینالی مناسب حتی در صورت استفاده صحیح از سیستم‌های باندینگ می‌شود (۱). این امر به‌ویژه هنگامی که دیواره ترمیم در ناحیه زیر CEJ (Cemento Enamel Junction) باشد، مشکل‌تر می‌شود (۲،۶). این عیب مواد ترمیم رزین بیس سبب می‌شود تا دندان در مراحل بعدی به حساسیت‌های بعد از ترمیم، نفوذ باکتری‌ها به فضای ایجاد شده و پوسیدگی ثانویه مستعدتر شود (۷،۸). در کامپوزیت‌های سیلوران در مقایسه با انواع حاوی متاکریلات از تکنیک‌های ساخت جدیدتری به‌منظور کاهش میزان انقباض حین پلیمریزاسیون مواد کامپوزیتی رزین بیس استفاده می‌شود و سیلوران به‌عنوان مونومر ایفای نقش می‌کند (۹،۱۰). این نوع مونومر از واکنش بین اکسیران به‌عنوان کاهنده انقباض حجمی و سیلوکسان به‌عنوان افزاینده خاصیت هیدروفوبیک ایجاد شده است. میزان انقباض پلیمریزاسیون کامپوزیت‌های با بیس سیلوران ۰/۹۹٪ تخمین زده شده است زیرا که طی یک واکنش cationic ring opening، پلیمریزه می‌شود که در آن حلقه‌های مونومرهای اکسیران باز و مسطح شده و به یکدیگر اتصال می‌یابند، از این‌رو مقداری از انقباض حجمی را جبران می‌کنند (۱۱). بنابراین به‌دلیل کم بودن انقباض پلیمریزاسیون، میزان تطابق مارجینال انواع کامپوزیت‌های سیلوران به‌مراتب افزایش پیدا کرده است (۱۲). از دیگر مزایای کامپوزیت‌های رزین بیس با مونومر سیلوران نسبت به کامپوزیت‌های با بیس متاکریلات می‌توان به خمش کاسپی کمتر (۱۳)، جذب آب و حلالیت کمتر و عدم حساسیت نسبت به اکسیران اشاره نمود (۱۴). ساختارهای گیردار همانند شیارها و کاربرد تکنیک پر کردن حفره به‌صورت لایه لایه از مواردی هستند که سبب افزایش مقاومت ترمیم در مقابل انقباض کلی حین سخت شدن می‌شود (۱۵). تعداد، موقعیت و

تکنیک ساختارهای گیردار در میزان انقباض و ریزش حاصل از آن، اهمیت بسزایی دارد (۱۶). با این حال عده‌ای از محققین نیز عدم ضرورت استفاده از ساختارهای گیردار را در ترمیم‌های کامپوزیت پیشنهاد کرده‌اند (۱۷،۱۹). با این حال در برخی از مطالعات استفاده از شیارهای گیردار یا تکنیک پر کردن لایه سبب کاهش در میزان انقباض پلیمریزاسیون در طی روند سخت شدن کامپوزیت شده است (۱۵،۱۶،۲۰). همچنین گفته شده است که در صورت استفاده از مواد ترمیمی به‌صورت توده‌ای، باید از شیارهای گیردار به‌منظور کاهش در میزان انقباض بهره برد تا میزان ریزش نیز کاهش یابد (۱۵).

## شرح مقاله

تأمین سیل لبه‌ای و حفظ یکنواختی لبه از فاکتورهایی هستند که طول عمر ترمیم را تعیین می‌کنند. اخیراً تحقیقات دندانپزشکی زیادی انجام شده که در بهبود ویژگی مواد کامپوزیتی نقش داشته است. در حال حاضر رزین کامپوزیت‌های موجود ویژگی‌های فیزیکی خوبی دارند که استفاده از آن‌ها را در ترمیم دندان‌های خلفی توجیه می‌کند. کاهش سرعت واکنش پلیمریزاسیون، زمان کافی برای سیلان ماده فراهم کرده و می‌تواند استرس ناشی از انقباض پلیمریزاسیون را منتفی سازد. این امر را می‌توان به کمک تغییر میزان شدت نور به‌دست آورد. کاهش شدت تشعشع تا حد ۲۵۰ میلی‌وات برسانتی متر مربع در قیاس با تشعشع ۴۵۰ یا ۶۵۰ میلی‌وات برسانتی متر مربع در حفرات مشابه، تطابق لبه‌ای رزین کامپوزیت را به‌طور معناداری افزایش می‌دهد. در پلیمریزاسیون به روش soft start یا two step (کاهش نوردی اولیه تا حدود ۱۵۰mw/cm<sup>2</sup> و به‌دنبال آن سطح‌بالایی از تابش تا ۶۵۰mw/cm<sup>2</sup>) سرعت سخت شدن کاهش یافته و تطابق لبه‌ای افزایش می‌یابد (۲۱). شدت پرتو نور دستگاه لایت کیور به‌تدریج در حین عبور از لایه‌های ضخیم رزین کامپوزیت کاهش می‌یابد. بنابراین درجه تبدیل در عمق حفره ترمیم شده با کامپوزیت از سطح آن کمتر است و برای غلبه بر این مشکل، نظریه تکنیک استقرار لایه لایه کامپوزیت برای ترمیم‌های عمیق در حفرات بزرگ معرفی شد (۲۲). استفاده از شیارهای

متاکریلات (UDMA). هم Bis-GMA و هم UDMA دارای وزن مولکولی و چگالی و ویسکوزیته بالایی می‌باشند و برای سهولت کاربرد آن‌ها را با مونومرهای با وزن مولکولی و چگالی پایین مانند TEGDMA رقیق می‌نمایند (۲۵). ماتریکس پلیمری، طی یک واکنش پلیمریزاسیون افزایشی رادیکالی در بین اولیگومرها، تشکیل می‌شود. برای جلوگیری از پلیمریزاسیون زودهنگام ماتریکس و افزایش زمان نگهداری کامپوزیت، یک Inhibitor مانند هیدروکوتینون به میزان ۱/۰٪ یا کمتر اضافه می‌شود (۲۶). هم‌چنین ماتریکس رزینی حاوی سیستم فعال‌کننده آغازگر است که نوع آن بستگی به واکنش پلیمریزاسیون (نوری یا شیمیایی) دارد. اجزاء غیر ارگانیک پراکنده، شامل اجزایی چون گلاس یا کوارتز (fine) یا سیلیکای کلئیدال (microfine) می‌باشد. اضافه کردن این اجزاء به ماتریکس رزینی موجب کاهش انقباض پلیمریزاسیون، بهبود خواص مکانیکی مانند استحکام و هاردنس، ایجاد خاصیت رادیوپستی، کاهش ضریب انبساط حرارتی ماتریکس رزینی و کنترل ویژگی‌های ظاهری و زیبایی کامپوزیت‌ها از جمله رنگ و ترانسلسونسی می‌شود (۲۶). برای برخورداری کامپوزیت از حداکثر خواص مکانیکی مطلوب، باید فیلر با بیس سیلیکا که هیدروفیل است و ماتریکس رزینی که هیدروفوب است اتصال محکمی با هم داشته باشند. ماده اتصال از جنس سایلن است که به وسیله سازنده، قبل از اختلاط اجزاء غیر آلی با اولیگومرهای واکنش نداده، سطح فیلر را با استفاده از عامل کوپلینگ آماده‌سازی می‌کند. سایلن در دو سر خود دارای گروه‌های فانکشنال مانند متوکسی است که هیدرولیز شده و با گروه OH فیلر واکنش می‌دهد و از طرفی در سر دیگر دارای گروه متاکریلات است که به واسطه باند دوگانه کربنی به ماتریکس متصل می‌شود (۲۶).

#### انقباض ناشی از پلیمریزاسیون

معمولاً مشکلات همراه با ترمیم‌های مستقیم کامپوزیتی به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم در نتیجه انقباض ناشی از واکنش پلیمریزاسیون است. در حین پروسه پلیمریزاسیون تعداد زیادی از مونومرها به یکدیگر متصل شده و تبدیل به پلیمر می‌شود و

گیردار (retention groove) به‌صورت عمودی در لاین انگل‌های سمت باکال و لینگوال دیواره اگزالی در حفرات کلاس II و یا به‌صورت حفرات گیردار (Hole) و شیارهای افقی در دیواره جینجیوال، هنگام کاربرد رزین کامپوزیت‌ها به‌منظور کاهش میکروگپ و ریزنشت پیشنهاد شده است، که این شیارها، به‌طور کامل ریزنشت و تشکیل میکروگپ را متوقف نمی‌کنند اما ممکن است به‌میزان قابل توجهی آن‌ها را کاهش دهند. لازم به ذکر است که این شیارها به‌منظور افزایش گیر ترمیم نمی‌باشند (۲۰). هدف از مطالعه حاضر، مرور مطالعات آزمایشگاهی (in vitro) انجام شده در زمینه بررسی عوامل مختلف بر میزان ریزنشت ترمیم‌های کامپوزیتی می‌باشد. در این راستا تاثیر تکنیک پرکردن حفره (روش لایت کیورینگ) و اثر شیارهای گیردار ارزیابی گردید. جستجو در منابع کتابخانه‌ای و پایگاه از کلید واژه‌های Google Scholar, ISI Of Sieneec, Pub Med Microleakage, siloran-based composite, methacrylate- base composite, retentive groove, light curing technique از سال ۱۹۸۴ تا کنون انجام گردید. هم‌چنین با مراجعه به رفرنس‌های مقالات مورد بررسی، مطالعاتی که در جستجوی اولیه حاصل نشده بودند هم، ارزیابی و در صورت لزوم لحاظ شدند.

#### بحث

##### کامپوزیت دندان (Dental composite)

کامپوزیت از نظر لغوی به معنای مخلوط فیزیکی چند ماده است. کامپوزیت دندان به شکل مرسوم بیانگر مخلوطی از شیشه سیلیکات با منومراکریلی است که پلیمریزاسیون آن‌ها هنگام اختلاط آغاز می‌گردد (۲۳).

##### ساختمان و ترکیب کامپوزیت‌ها

کامپوزیت از سه جزء اصلی تشکیل شده است: ماتریکس ارگانیک (مونومرهای پایه، پیگمان‌ها، آغازگرهای نوری، ثبات دهنده‌ها)، اجزاء فیلری غیرارگانیک (گلاس، کوارتز) و عامل اتصال یا سایلن (۲۴). ماتریکس رزینی جزء شیمیایی فعال کامپوزیت‌هاست. دو نوع عمده اولیگومرهای مورد استفاده در ماتریکس کامپوزیت‌ها عبارتند از Bis-GMA و اورتان دی

توده نهایی کامپوزیت به میزان بیش از ۵٪ انقباض حجمی پیدا می‌کند (۲۴). استرس ناشی از انقباض ناشی از پلیمریزاسیون به حد فاصل اتصال دیواره‌های حفره و ماده کامپوزیتی منتقل می‌شود و باعث خمش کاسپی، ترک مینایی، رنگ‌گرفتگی مارجین ترمیم، از بین رفتن اتصال و ایجاد گپ در حد فاصل دندان و کامپوزیت، ریزش باکتری‌ها و در نتیجه عود پوسیدگی در زیر ترمیم و حساسیت پس از ترمیم می‌شود که ممکن است به شکست ترمیم منتهی شود (۲۷،۲۸). اثر استرس ناشی از انقباض پلیمریزاسیون بر روی تشکیل گپ مارجینال، بستگی به بزرگی مقدار این استرس نسبت به استحکام باند بین دیواره حفره با ماده ترمیمی دارد (۲۹). بزرگی مقدار استرس ناشی از انقباض، به چند فاکتور بستگی دارد: ۱- نوع کامپوزیت ۲- ضریب الاستیسیته رزین کامپوزیت ۳- C\_Factor ۴- تکنیک پرکردن حفره ۵- تکنیک پلیمریزاسیون (کیورینگ) ۶- درصد پلیمریزاسیون ماده (۳۰،۳۱). روش‌های کلینیکی پیشنهاد شده برای کاهش استرس ناشی از انقباض عبارتند از: ۱- لایه لایه قرار دادن کامپوزیت که باعث کاهش c-factor می‌شود ۲- تکنیک نوردهی soft start که باعث کاهش سرعت پلیمریزاسیون به وسیله افزایش تدریجی شدت نور دستگاه لایت کیور می‌شود، هم‌چنین روش نوردهی pulse delay cure با قطع و وصل نور دستگاه لایت کیور از شدت انقباض نهایی کامپوزیت می‌کاهد ۳- کاربرد لاینرهای low-modulus intermediate همانند RMGI و کامپوزیت flow برای جذب استرس ناشی از انقباض (shock absorber) ۴- کاربرد لایه ضخیم ادهزیو در زیر کامپوزیت (۳۲،۳۳). اخیراً تلاش‌های زیادی در زمینه کاهش انقباض حجمی، به وسیله تغییر ماهیت رزین انجام شده است. بسیاری از پیشرفت‌ها در کامپوزیت‌های دندان‌پوشی روی سیستم ring-opening مانند رزین‌های با پایه اکسیران که در زیر نور مرئی کیور می‌شود، تمرکز کرده‌اند. نشان داده شده است که رزین‌های اکسیران خواص مطلوب بسیاری از جمله بهبود عمق کیورینگ در ماده، انقباض ناشی از پلیمریزاسیون کمتر، استحکام بالاتر، سختی برابر در مقایسه با رزین‌های با پایه Bis-

GMA دارند (۳۴). امروزه به‌طور قاطعانه روی این موضوع تاکید شده است که مونومرهای باقیمانده اضافی واکنش نداده که پس از پلیمریزاسیون از کامپوزیت‌های با بیس متاکریلات آزاد می‌شود، توکسیک هستند. هم‌چنین واحدهای اکسیران نیز مولکول‌های واکنشگری هستند که سمیت سلولی و جهش‌زایی آن‌ها در شرایط in vivo محتمل است، واکنش بین مولکول‌های اکسیران و سیلوران، این مشکل را برطرف نموده است (۳۵). Schweikl و همکاران، بیان کردند که پتانسیل جهش‌زایی ژنتیکی رزین‌های سیلوران بروی گونه‌های salmonella typhimurium و سلول‌های mammalian در in vitro بسیار کمتر از مولکول‌های اکسیران است و می‌توانند به‌طور موفقیت‌آمیزی در کامپوزیت‌های دندان‌پوشی استفاده گردند (۳۵،۳۶،۳۷). سیلوران‌ها یک سیستم مونوهیبرید کاتیونیک با حلقه‌های بازشونده هستند. این مونومرها از واکنش بین مولکول‌های اکسیران و سایلوکسان ایجاد می‌شود. پلیمریزاسیون کاتیونیک با ایجاد یک یون اسیدی که حلقه اکسیران را باز می‌کند و یک مرکز اسیدی را شکل می‌دهد آغاز می‌شود. بعد از اضافه کردن مونومر اکسیران، حلقه اپوکسی جهت ایجاد یک حلقه باز می‌شود. در موارد و جود دو یا چندین مونومر یک شبکه ایجاد می‌گردد (۱۱). حلقه‌های اکسیران مسئول ایجاد خواص فیزیکی و کاهش انقباض و مولکول‌های سایلوکسان مسئول ایجاد خاصیت آب‌گریزی در ترکیب هستند (۳۸). سیستم آغازگر نوری در کامپوزیت‌های با بیس سیلوران (SBC)، شامل ۳ جزء است: ۱- کامفورکینون جذب‌کننده نور ۲- آمین دهنده الکترون ۳- نمک یدونیم. کامفورکینون توسط دهنده الکترون تحریک می‌شود و از خود واکنش نشان می‌دهد و نمک یدونیم را به یک کاتیون اسیدی احیا می‌کند، این واقعه باز شدن حلقه‌های اکسیران را آغاز می‌کند (۳۸). ذرات فیلر موجود در SBC، شامل ذرات کوارتز ۲- ۰/۱ میکرومتری و یتتریوم فلوراید رادیو اپک است (۳۸).

#### خواص و ویژگی‌های کامپوزیت‌های با بیس سیلوران

یک روش دیگر جهت کنترل انقباض حین پلیمریزاسیون، استفاده از کامپوزیت‌های با انقباض کم می‌باشد. نوآوری جدید،

خمش کاسپی و میزان ریزش که بر روی چند نوع کامپوزیت با انقباض کم انجام شده نشان داد که کاهش میزان ریزش در کامپوزیت‌های سیلوران به علت خمش کاسپی ناشی از استرس انقباضی موجود در حد فاصل دندان و ترمیم است که معمولاً در دندان‌های ضعیف شده بر اثر تراش حفرات MOD وسیع روی آن‌ها دیده می‌شود. اما حفرات کلاس V نسج دندان را تضعیف نکرده و خمش دیواره‌های مقابل حفره به سمت یکدیگر وجود ندارد و اثر خاصیت کاهش میزان انقباض پلیمریزاسیون کامپوزیت‌های سیلوران بر روی این چنین حفراتی اگر هم وجود داشته باشد، نسبتاً کم می‌باشد. بنابراین استحکام خمشی متاکریلات بنیان نسبت به استحکام خمشی سیلوران بنیان در حفره‌های کلاس V سطوح صاف دندانی بیشتر است، اما در حفره‌های نوع اول تفاوت چشمگیری با هم ندارند (۱۳).

Bagis و همکاران در سال ۲۰۰۹، میزان ریزش در کامپوزیت‌های با بیس سیلوران و متاکریلات در حفرات کلاس MOD II وسیع بررسی کرده و عنوان کردند که در کامپوزیت‌های با بیس سیلوران ریزش دیده نشده و را نشان دادند (۴۸). در مقابل، بررسی ریزش در ۳ گروه (۱) کامپوزیت معمولی و سیستم اچینگ کامل (Total Etch)، (۲) کامپوزیت معمولی با سیستم سلف اچ (۳) کامپوزیت‌های بایس سیلوران، توسط Umer و همکاران در سال ۲۰۱۱ نشان داد که مارچین‌های اکلوزالی و جینجیوالی در گروه اچینگ کامل، به طور معنی‌داری، ریزش کمتر و تطابق بهتری نسبت به دو کامپوزیت سیلوران و کامپوزیت معمولی با سیستم سلف اچ داشتند (۴۹). بیان شده است که تطابق و یکدستی مارچین ترمیم هم در مینا و هم در عاج، هم قبل و هم بعد از ترموسایکل، در کامپوزیت‌های با بیس سیلوران بهتر از متاکریلات است (۱۴). اما در مطالعه‌ای که توسط Schmidt و همکاران در سال ۲۰۱۱ انجام شد، دیده شد که تطابق مارچین‌های اکلوزالی و پروگزیمالی ترمیم‌های کامپوزیت متاکریلات پس از یک سال، بهتر از کامپوزیت سیلوران است

ساخت کامپوزیت با بیس سیلوران است که کمترین مقدار انقباض را دارد. دستیابی به چنین کامپوزیتی با انقباض کم یک پیشرفت قابل توجه در دندانپزشکی ادهزیو است چرا که بر اصلی‌ترین نگرانی که بر گرفته از انقباض پلیمریزاسیون بوده فائق آمده است (۳۹). سیستم کامل سیلوران با نام تجاری P90 در سال ۲۰۰۷ شامل کامپوزیت، باند و پرایمر وارد بازار شد. این کامپوزیت در ۴ رنگ و تنها یک اپسیتی (A2, A3, B2, C2) تولید شد (۴۰). برخلاف کامپوزیت‌های با بیس متاکریلات که رادیکال‌ها باعث آغاز واکنش پلیمریزاسیون می‌شود، سیلوران توسط یک واکنش بازشونده حلقه‌ای کاتیونیک پلیمریزه می‌شود که این پروسه به اکسیژن حساس نیست و این باعث عدم تشکیل لایه oxygen inhibition در سطح کامپوزیت می‌شود، تشکیل این لایه یکی از معایب کامپوزیت‌های با بیس متاکریلات است که به علت مهار رادیکال‌های آغازگر توسط اکسیژن ایجاد می‌شود (۴۱). سیلوران در مقایسه با متاکریلات انقباض حجمی کمتر و استرس انقباضی کمتر، استحکام خمشی بالاتر، مقاومت به شکست بالاتر، ثبات رنگ بهتر، عدم سمیت سلولی و سازگاری زیستی بهتر، عدم محلولیت در آب، استحکام فشاری کمتر، میکروهاردنس پایین‌تر و ترنسلسنسی کمتری دارند (۴۴، ۴۱، ۳۷، ۳۴، ۲۸، ۲۴، ۱۴، ۱۱). بر پایه اطلاعات حاصل از مطالعات مختلف نشان داده شده که خصوصیت‌های کامپوزیت با بیس سیلوران، چقرمگی شکست و سایش سیلوران‌ها قابل مقایسه با کامپوزیت‌های معمولی است. در کنار آن خصوصیات بهتر چون زمان کارکرد طولانی‌تر در برابر نور و جذب آب کمتر و کاهش سختی کمتر، نیز جزو خواص آن‌ها ذکر شده است (۴۷، ۴۵). ریزش و خمش کاسپی که به علت انقباض ناشی از پلیمریزاسیون ایجاد می‌شود، به طور معناداری در مواد سیلوران کمتر از کامپوزیت‌های با بیس متاکریلات است (۱۲). این موضوع مربوط به مکانیسم پلیمریزاسیون سیلوران و تفاوت آن با متاکریلات‌هاست. باز شدن حلقه‌های اکسیران حین پلیمریزاسیون، کاهش حجم ناشی از پک شدن مونومرها را جبران کرده و سبب انقباض کم این ماده می‌شود (۱۲). نتیجه مطالعه‌ای (۱۳) که بر روی پرمولرهای ماگزینا جهت بررسی

(۵۰). به علت خاصیت آب‌گریزی بالای سیلوران‌ها، جذب آب کم، حلالیت در آب و ضریب انتشار کمی دارند (۱۴) و چسبندگی استرپتوکوک‌ها به سطح ترمیم‌های سیلوران به دلیل خاصیت هیدروفیلیک آن‌ها کم است (۵۱) و همچنین دیگر مونومر آزاد واکنش نداده‌ای برای چسبندگی باکتری‌ها وجود ندارد. همانند کامپوزیت‌های متاکریلات، لایه لایه قرار دادن سیلوران‌ها نیز، مهم است، چون سیلوران‌ها عمق کیورینگ کمی دارند (۴۳). با وجود اینکه مونومرهای آزادی در سطح این کامپوزیت‌ها مانند متاکریلات، برای چسبیدن لایه‌های روی هم به یکدیگر وجود ندارد، ولی گروه‌های فانکشنال واکنش نداده‌ای به میزان کافی در سطح وجود دارد. باید در نظر داشت که این گروه‌های فعال به اکسیژن حساس نبوده و سطح چسبنده برای باکتری‌ها ایجاد نمی‌کنند (۵۲). حلالیت کم سیلوران‌ها در آب، باعث غلبه بر اثر منفی مایعات دهانی بر روی خصوصیات مکانیکی کامپوزیت‌های رزین بیس، می‌شود (۵۳). کاهش جذب آب در دوره‌ای طولانی مدت در داخل دهان، باعث می‌شود تا استحکام کلی کامپوزیت حفظ شود (۱۱). همچنین سیلوران‌ها به‌عنوان ماده‌ای با ثبات زیاد در شرایط سخت شیمیایی و فیزیکی شناخته شده‌اند و در مایعات بیولوژیک، مانند محلول‌های آبی حاوی HCl رقیق شده، آنزیم استراز کبدی و هیدرولاز اپوکساید نامحلول و با ثبات هستند (۵۴). سیلوران در مقایسه با متاکریلات در محلول‌های رنگی، ثبات رنگ بیشتری دارد (۴۲) و در یک مطالعه ثبات رنگ سیلوران ۷ برابر بیشتر از متاکریلات گزارش شده است (۱۱). همچنین پالیش‌پذیری خوب و حفظ جلا و براقی سطح در محیط‌های مختلف، از خصوصیات خوب کامپوزیت‌های با بیس سیلوران است (۵۵). با این حال کامپوزیت‌های با بیس سیلوران در محیط آبی به مرور زمان، ترنسلوسنت تر می‌شود در حالی که متاکریلات بیس‌ها اپک‌تر می‌شود (۵۶). کاربرد کلینیکی سیلوران‌ها، محدود به دندان‌های خلفی است زیرا که طیف رنگ‌هایی که از این مواد در دسترس است ترنسلوسنسی کمی دارد. در حال حاضر رادیو اپسیتی ضعیف سیلوران‌ها، یکی از معایب آن‌هاست، زیرا که تشخیص حدود ترمیم و همچنین

پوسیدگی را در رادیوگرافی مشکل می‌سازد (۳۸). کامپوزیت سیلوران با یک ادهزیو سیلوران سلف اچ همراه است. اچ انتخابی باعث افزایش اتصال در ادهزیوهای متاکریلات سلف اچ می‌شود ولی این مطلب در مورد سیستم سیلوران شناخته شده نیست (۵۷). به‌علت خاصیت آب‌گریزی بالای سیلوران‌ها، آن‌ها با سیستم‌های ادهزیو معمولی سازگار نیستند و نیاز به پرایمر و باندینگ مخصوص به خود دارند، پرایمر آن‌ها هیدروفیل است و نیز حاوی مونومرهای اچ‌کننده است که معمولاً باید قبل از کاربرد باندینگ بر روی آن‌ها، کیور شوند. سیستم باندینگ آن‌ها حاوی مونومرهای هیدروفوب دو کاره است تا آن را با ماده کامپوزیتی سیلوران هیدروفوب، سازگار سازد (۵۸): پرایمر خود اچ‌کننده (primer etch-self): که آبدوست (Hydrophilic) است و به ایجاد چسبندگی به نسوج دندان کمک می‌کند. ترکیب این پرایمر حاوی متاکریلات‌های فسفات، کاپلیمرهای BisGMA، آب، الکل، ذرات پرکننده سیلیکا سایلانیزه شده ۷ نانومتری، کامفورکینون می‌باشد (۵۸). pH این پرایمر ۲/۷ است که باعث اچ شدن اندک (mild) و دمیترالیزه شدن نسوج دندان می‌شود. این پرایمر نیاز به نگهداری در یخچال دارد تا از تبخیر آب و الکل آن جلوگیری شود (۵۸). چسب (adhesive): آب‌گریز است و باعث اتصال نسج دندان به سیستم کامپوزیتی سیلوران می‌شود و از دی‌متاکریلات آب‌گریز، متاکریلات‌های فسفات، TEGDMA، ذرات پرکننده سایلانیزه شده کامفورکینون تشکیل شده است (۵۸).

#### تکنیک لایه‌ای در مقابل تکنیک توده‌ای

یکی از روش‌های کاهش انقباض ناشی از پلیمریزاسیون، استقرار لایه لایه کامپوزیت‌های سخت شونده با نور دستگاه لایت کیور است که انقباض کلی حین سخت شدن را با کاهش توده کامپوزیت سخت شده در هر بار کاهش می‌دهد. به علاوه قرار دادن لایه‌ای کامپوزیت سبب کاهش نسبت سطح دارای تماس به سطح آزاد، شده و بدین شکل به رفع تنش ایجاد شده در پیوند بین دندان و کامپوزیت کمک می‌کند (۲۱). طبق مطالعات بررسی شده در زیر، نتایج متضادی در مورد سودمندی تکنیک لایه‌ای گزارش شده است: قرار دادن لایه‌ای رزین

factor، بهبود کیورینگ لایه‌های عمقی کامپوزیت و کاهش ارتباط دیواره‌های مقابل حفره در حین پلیمریزاسیون می‌شود (۶۷،۶۸). سایز ترمیم از جمله فاکتورهایی است که در میزان انقباض ناشی از پلیمریزاسیون نقش دارد، هر چه سایز حفره افزایش یابد، میزان انقباض حجمی کامپوزیت نیز افزایش می‌یابد (۶۵). نوع حفره و محل قرارگیری لبه‌ها نیز در میزان انقباض ناشی از پلیمریزاسیون و ریزش حاصل از آن موثر می‌باشند (۲۴). در حفرات کلاس V که مارجین جینجیوال روی سطح ریشه قرار دارد، ریزش در لبه اکلوزال صرف نظر از روش پرکردن (توده‌ای یا لایه‌ای) کمتر است، زیرا استحکام باند بین مینا و کامپوزیت بیشتر از استحکام باند بین عاج و کامپوزیت است. از جمله تلاش‌هایی که برای کاهش وسعت گپ تشکیل شده بین دیواره حفره و کامپوزیت در حفرات کلاس V شده است، کاربرد تکنیک لایه‌ای است (۶۹،۷۰). Khier و همکاران پیشنهاد نمودند که از بین انواع روش‌های لایه‌ای، روش لایه‌ای oblique و روش لایه‌ای split ریزش کمتر و تطابق لبه‌ای بهتری دارد، ولی هیچ‌کدام از تکنیک‌ها در حفرات کلاس V باعث از بین بردن کامل ریزش نمی‌شوند (۷۰).

#### شیارهای گیردار در ترمیم‌های رزین کامپوزیت

به‌دست آوردن سیل لبه‌ای هنگامی که مارجین حفره زیر CEJ قرار می‌گیرد، دشوار است. در این موارد چندین روش از جمله تراش شیارهای گیردار برای کاهش ریزش پیشنهاد و به‌کار گرفته شده است (۱۶،۲۰،۷۱،۷۳). Ben Amar و همکاران در سال ۱۹۸۷، اولین کسانی بودند که پیشنهاد کردند شیارهای گیردار (SLOT) باید در دیواره جینجیوال (gingival) حفرات کلاس II استفاده شود و شیارها به‌منزله یک گیر مکانیکی عمل می‌کنند، بنابراین انقباض مارجینال ناشی از پلیمریزاسیون را کاهش می‌دهند (۷۱). پس از آن Ben Amar و دیگر همکاران در سال ۱۹۸۸ بیان کردند که تکنیک پر کردن لایه‌ای به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای ریزش را کاهش می‌دهد اما مزیتی در کاربرد شیارهای گیردار در حفره، همراه با تکنیک لایه‌ای به‌دست نیاوردند، در مقابل هنگامی که کامپوزیت

کامپوزیت‌های سخت شونده با نور، به وسیله تکنیک‌های زیادی مورد ارزیابی قرار گرفته است. مطالعاتی که از gap test استفاده کردند پیشنهاد کردند که تکنیک لایه‌ای باعث کاهش استرس انقباضی می‌شود و در کاهش تشکیل گپ، سودمند است (۵۹،۶۰). با این حال برخی از نویسندگان این نظریه که تکنیک لایه‌ای باعث کاهش استرس انقباضی می‌شود را مورد سوال قرار داده و با استفاده از آنالیز فتوالاستیک یا آنالیز finite element پیشنهاد کردند که تکنیک لایه‌ای باعث کاهش ریزش نمی‌شود (۶۱-۶۲).

Hirabayashi و همکاران در سال ۱۹۹۳ گزارش کردند که درجه پلیمریزاسیون در تکنیک قرار دادن لایه‌ای در ۳ لایه بیشتر از ۲ لایه و در ۲ لایه بیشتر از تکنیک توده‌ای است (۲۲). در مقابل Versluis و همکاران بیان کردند که روش‌های مختلف پر کردن لایه‌ای، باعث افزایش تغییر شکل در ساختار دندان و ترمیم شده و منجر به وارد شدن استرس بیشتری به ساختار کامپوزیت - دندان می‌شود (۶۳). هم‌چنین Abbas و همکاران نشان دادند که خمش کاسپی که در نتیجه استرس انقباضی ایجاد می‌شود، در تکنیک پر کردن چند لایه‌ای بیشتر از تکنیک یک لایه‌ای است (۶۴). در مقابل Kwon و همکاران بیان کردند که خمش کاسپی در روش چند لایه‌ای کاهش می‌یابد که با استفاده از کامپوزیت‌های با انقباض کم، نتیجه مطلوبی حاصل می‌شود (۳۲). در ادامه Chikawa و همکاران عنوان نمودند که تکنیک لایه‌ای باعث بهبود چسبندگی کامپوزیت رزین به کف پالپال حفرات مکعبی شکل (Cube-shaped) می‌شود (۶۵). تکنیک‌های پر کردن لایه‌ای مختلف (Split و Oblique) در کامپوزیت‌های با بیس سیلوران در حفرات کلاس V، توسط Usha و همکاران در سال ۲۰۱۰ مورد بررسی قرار گرفتند. ریزش در تمام پیرامون ترمیم‌ها، صرف نظر از روش لایه‌ای مورد نظر، به یک میزان بود. اما پهنای حد فاصل دندان و ترمیم، در روش Split به‌طور معنی‌داری، کمتر بود (۶۶). با وجود اختلاف نظر بر سر مزایای تکنیک لایه‌ای، این روش به‌طور وسیعی برای ترمیم‌های کامپوزیتی وسیع مستقیم توصیه می‌شود زیرا که این روش باعث کاهش c-

روش خوب برای کاهش میکروگپ و ریزش است (۲۰). Allanigue و همکاران تطابق مواد ترمیمی رزینی به شیارهای گیردار تراش داده شده در لاین انگل‌های مزو، دیستو، باکو و لینگوآکلوزال حفرات کلاس I ترمیم شده با کامپوزیت رزین و امالگام مورد بررسی قرار دادند. براساس این مطالعه، تطابق مواد ترمیمی رزین کامپوزیت هم به شیارهای گیر روند شده که با فرز شماره ۱/۲ تراش داده شده بودند و هم به شیارهای با زوایای تیزحاده، که با فرز شماره ۳۷ تراش داده شده بودند، عالی و در یک میزان بود، در حالی که تطابق آمالگام به شیارهای با زوایای تیز، ضعیف است. این بدان علت بود که مواد رزین کامپوزیت نسبتاً ویسکوز، بهتر از آمالگام به شیارهای با زوایای تیز، جریان می‌یابند (۷۳). بررسی اثر شیارهای گیردار بر استحکام شکست ترمیم‌های آمالگام و کامپوزیت رزین در حفرات کلاس II توسط Caplan و همکاران در سال ۱۹۹۰، نشان‌دهنده این بود که شیارهای گیردار پروگزیمالی باعث افزایش استحکام فشاری ترمیم‌های آمالگام می‌شود، اما تفاوت معنی‌داری بین استحکام فشاری ترمیم‌های کامپوزیت با و بدون شیار گیردار وجود ندارد (۱۷). Farid و همکاران حفرات کلاس V را به ۴ گروه تقسیم کردند: (۱) فقط با ماده کامپوزیت پرشدند، (۲) شیارهای گیردار همراه با ماده کامپوزیت (بدون دنتین باندینگ)، (۳) دنتین باندینگ همراه با ماده کامپوزیت، (۴) شیارهای گیردار و دنتین باندینگ همراه با ماده کامپوزیت. گروهی که فقط با شیارهای گیر ترمیم شده بودند دارای بیشترین ریزش، و ریزش در آن‌ها به‌طور معنی‌داری بیشتر از گروهی بود که شیارگیردار همراه با دنتین باندینگ در ترمیم به کار رفته بود (۷۴).

### نتیجه‌گیری

باوجود اختلاف‌نظر بر سر اثر تکنیک لایه‌ای بر میزان ریزش، به‌نظر می‌رسد روش لایه‌ای نسبت به روش توده‌ای مزایایی همچون کاهش انقباض کلی حین سخت شدن با کاهش توده کامپوزیت سخت شده در هر بار، کاهش C factor، بهبود کیورینگ لایه‌های عمقی کامپوزیت، جلوگیری از

به‌صورت توده‌ای در حفره قرار داده می‌شد، اعمال شیارهای گیردار در حفره، برای کاهش ریزش ضروری بود (۱۵). Ataei و همکاران، میزان ریزش را در حفرات کلاس V دارای شیار گیردار و بدون آن، را که با دو نوع کامپوزیت با بیس متاکریلات و سیلوران به روش لایه‌ای یا توده‌ای ترمیم شده بودند، بررسی و گزارش نمودند هر دو ماده استفاده شده در این مطالعه درجاتی از ریزش را نشان دادند. وجود شیارهای گیردار در تمامی نمونه‌ها باعث کاهش میزان ریزش شد، اما به‌طور کامل از آن جلوگیری نکرد، در حفرات ترمیم شده با کامپوزیت متاکریلات، میانگین ریزش در دو گروه لایه‌ای بدون شیارگیر و توده‌ای دارای شیارگیر بسیار نزدیک به هم بوده و کمتر از گروه توده‌ای بدون شیارگیر بود. این نتایج نشان می‌دهد که در حفراتی که به صورت توده‌ای ترمیم می‌شود، اگر تراش حفره همراه با شیار باشد میزان ریزش کاهش یافته و با روش لایه‌ای تنها، برابری می‌کند. اما در گروه‌های ترمیم شده با کامپوزیت سیلوران نتایج متفاوت از متاکریلات به دست آمد. در هر دو نوع کامپوزیت، گروه‌هایی که به روش لایه‌ای دارای شیارگیر ترمیم شدند دارای کمترین میزان میکرولیکیج و گروه‌هایی که به روش توده‌ای بدون شیارگیر دارای بیشترین میزان میکرولیکیج بودند، در کامپوزیت متاکریلات هرچند ترمیم به روش لایه‌ای و ایجاد شیارهای گیر باعث کاهش میزان ریزش گردید اما این تفاوت معنی‌دار نبود (۷۲). بر اساس مطالعه Coli و همکاران تعداد شیارهای گیردار، نیز مهم است، آن‌ها دریافتند که به کار بردن دو شیار گیردار نسبت به یک شیار گیردار در حفره، وسعت گپ‌های ناشی از انقباض را، بیشتر، کاهش می‌دهد (۱۶). با این حال برخی دیگر، به کار بردن گیرهای اضافی در ترمیم‌های چسبیده را لازم ندانسته‌اند (۱۹-۱۷). Ishikiriyama و همکاران نیز عنوان کردند که نوع ساختار گیردار و محل تراش آن در حفرات کلاس II مهم است، به‌طوری که اثر شیارهای گیردار افقی در طول دیواره جینجیوال در کاهش ریزش و میکروگپ، بیشتر از شیارهای عمودی در دیواره آگزیکال و نقاط گیر در زوایای دیواره جینجیوال است و به کار بردن این نوع ساختار گیردار یک

کاسپی است، که معمولاً در حفرات کلاس V تضعیف نسج دندان، اندک و خمش دیواره‌های مقابل حفره به سمت یکدیگر وجود ندارد و اثر خاصیت کاهش میزان انقباض پلیمریزاسیون کامپوزیت‌های سیلوران بر روی این چنین حفراتی اگر هم وجود داشته باشد، نسبتاً کم می‌باشد (۱۳). با این حال در مطالعات دیگری (۱۲،۲۴) بیان نمودند میزان ریزش در حفرات کلاس V کامپوزیت سیلوران کمتر از متاکریلات است. از علل تفاوت نتایج مطالعات می‌توان به وسعت حفرات کلاس V، فاصله مارجین جینجیوال حفره تا CEJ، نوع سیستم باندینگ سیلوران (all in one) (نسل ۷) و یا دو جزئی دو مرحله (نسل ۶) اشاره کرد. در مورد کاربرد شیارهای گیردار در حفرات کامپوزیت رزین به نظر می‌رسد وجود شیارهای گیردار در حفرات باعث افزایش ناحیه اتصال و گیر مکانیکی و در نتیجه کاهش انقباض مارجینال ناشی از پلیمریزاسیون و ریزش ناشی از آن می‌شود. هرچند برخی دیگر، به کار بردن گیرهای اضافی در ترمیم‌های چسبنده را لازم ندانسته‌اند (۱۷،۱۹). با توجه به بررسی نتایج مطالعات انجام شده قبلی، می‌توان گفت که ریزش را نمی‌توان به‌طور کامل متوقف کرد، به هر حال باید مطالعات بیشتری، به‌ویژه مطالعات کلینیکی، انجام گیرد تا اثرات این عوامل به‌طور کلینیکی نشان داده شود.

#### تعارض در منافع: وجود ندارد.

تغییرات فیزیکی و شیمیایی لایه‌های زیرین کیور نشده، کاهش ارتباط دیواره‌های مقابل حفره در حین پلیمریزاسیون دارد که می‌تواند در کاهش میزان انقباض ناشی از پلیمریزاسیون و ریزش ناشی از آن موثر باشد. هنوز به‌طور قاطع مشخص نشده است که کدامیک از روش‌های قراردعی در تکنیک لایه‌ای (Oblique, vertical, split) مناسب‌تر است، لیکن تکنیک incremental Oblique به علت این‌که باعث کاهش اتصال دیواره‌های مقابل حفره به یکدیگر و در نتیجه کاهش میزان استرس درون ترمیم می‌شود، در کاهش ریزش موثرتر به نظر می‌رسد. در بررسی اثر نوع ماده ترمیمی در میزان ریزش، بعضی از مطالعات عنوان کرده‌اند که میزان ریزش کامپوزیت سیلوران همانند و یا بیشتر از کامپوزیت متاکریلات است (۴۹،۵۰). با این حال برخی دیگر بیان کردند که میزان ریزش سیلوران کمتر از متاکریلات است (۱۳،۲۸،۴۸). از میان عللی که می‌توانند باعث تفاوت در نتایج مطالعات باشد تفاوت در نوع حفره (کلاس I، کلاس II، کلاس V)، زمان و غلظت و نوع رنگ استفاده شده جهت غوطه‌وری، تفاوت در نوع ادهزیو استفاده شده همراه با کامپوزیت و تعداد چرخه‌های ترموسایکلینگ در مطالعات مزبور، را می‌توان نام برد (۲۸). در بررسی اثر عامل نوع حفره بر میزان ریزش، کاهش میزان ریزش در کامپوزیت‌های سیلوران در دندان‌های ضعیف شده (به‌وسیله تراش حفرات MOD وسیع روی آن‌ها) به علت خمش

#### References:

- 1-Davidson CL, Abdalla AI. *Effect of Thermal and Mechanical Load Cycling on the Marginal Integrity of Class II Resin Composite Restorations*. Am J Dent 1993; 6(1): 39-42.
- 2-Schuckar M, Geurtsen W. *Proximo-Cervical Adaptation of Class II-Composite Restorations after Thermocycling: A Quantitative and Qualitative Study*. J Oral Rehabil 1997; 24(10): 766-75.
- 3-Dijken JW, Hörstedt P, Waern R. *Directed Polymerization Shrinkage versus a Horizontal Incremental Filling Technique: Interfacial Adaptation in Vivo in Class II Cavities*. Am J Dent 1998; 11(4): 165-72.
- 4-Ernst CP, Streicher S, Willershausen B. *Marginal Adaptation of Self-Etching Adhesives in Class II Cavities*. J Adhes Dent 2002; 4(3): 223-31.

- 5-Loguercio AD, de Oliveira Bauer JR, Reis A, Grande RH. *In-Vitro Micro leakage of Packable Composites in Class II Restorations*. Quintessence Int 2004; 35(1): 29-34.
- 6-Cenci MS, Demarco FF, Carvalho RM. *Class II Composite Resin Restorations with Two Polymerization Techniques: Relationship between Microtensile Bond Strength and Marginal Leakage*. J Dent 2005; 33(7): 603-10.
- 7-Priyalakshmi.S, Manish Ranjan. *A Review on Marginal Deterioration of Composite Restoration*. IOSR J Dental and Med Sci (IOSR-JDMS) 2014; 13(1): 6-9.
- 8-Splieth C, Bernhardt O, Heinrich A, Bernhardt H, Meyer G. *Anaerobic Microflora Under Class I and Class II Composite and Amalgam Restorations*. Quintessence Int 2003; 34(7): 497-503.
- 9-Shenoy A. *Is it the End of The Road for Dental Amalgam? A Critical Review*. J Conserv Dent 2008; 11(3): 99-107.
- 10-Guggenberger R, Weinmann W. *Exploring Beyond Methacrylates*. Am J Dent 2000; 13: 82D-84D.
- 11-Weinmann W, Thalacker C, Guggenberger R. *Siloranés in Dental Composites*. Dent Mater 2005; 21: 68-74.
- 12-Thalacker C, Heumann A, Weinmann W, Guggenberger R, Luchterhandt T, Syrek A. *Marginal Integrity of Class V Silorane and Methacrylate Composite Restorations*. J Dent Res 2004; 8(3): 36-44.
- 13-Palin WM, Fleming GJ, Nathwani H, Burke FJ, Randall RC. *In Vitro Cuspal Deflection and Microleakage of Maxillary Premolars Restored with Novel Low-Shrink Dental Composites*. Dent Mater 2005; 21(4): 324-35.
- 14-Palin WM, Fleming GJ, Burke FJ, Marquis PM, Randall RC. *The Influence of Short and Medium-Term Water Immersion on the Hydrolytic Stability of Novel Low-Shrink Dental Composites*. Dent Mater 2005; 21(9): 852-63.
- 15-Ben-Amar A, Liberman R, Nordenberg D, Metzger Z. *The Effect of Retention Grooves on Gingival Marginal Leakage in Class II Posterior Composite Resin Restorations*. J Oral Rehabil 1988; 15(4): 325-31.
- 16-Coli P, Blixt M, Brännström M. *The Effect of Cervical Grooves on the Contraction Gap in Class II Composites*. Oper Dent 1993; 18(1): 33-6.
- 17-Caplan DJ, Denehy GE, Reinhardt JW. *Effect of Retention Grooves on Fracture Strength of Class II Composite Resin and Amalgam Restorations*. Oper Dent 1990; 15(2): 48-52.
- 18-Wilson J. *Effects of Design Features and Restorative Techniques on Marginal Leakage of MO Composites: An In-Vitro Study*. Oper Dent 1993; 18(4): 155-59.
- 19-Opdam NJ, Roeters JJ, Kuijs R, Burgersdijk RC. *Necessity of Bevels for Box Only Class II Composite Restorations*. J Prosthet Dent 1998; 80(3): 274-79.
- 20-Ishikiriyama SK, Mondelli RF, Kano SC, Ishikiriyama A, Mondelli J. *Role of Additional Retention on Marginal Adaptation and Sealing of Large Resin Composite Class II Restorations*. Oper Dent 2007; 32(6): 564-570.

- 21-Hilton TJ, Ferracane JL, Broome JC. *Summitt's Fundamentals of Operative Dentistry: A Contemporary Approach*. 4<sup>rd</sup> ed. USA: Quintessence Publishing; 2014: 310.
- 22-Hirabayashi S, Hood JA, Hirasawa T. *The Extent of Polymerization of Class II Light-cured Composite Resin Restorations: Effects of Incremental Placement Technique, Exposure Time and Heating for Resin Inlays*. Dent Mater 1993; 12(2): 159-70.
- 23-Gopikrishna V. *Sturdevant's Art & Science of Operative Dentistry: A South Asian Edition*. 7<sup>st</sup> ed. USA: Elsevier Health Sciences ; 2019: 256
- 24-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.
- 25-Assmusen E. *Clinical Relevance of Physical Chemical and Bonding Properties of Composite Resin*. Oper Dent 1985; 10(2): 61-73.
- 26-Van Noort R. *Introduction to dental materials*, 4<sup>rd</sup>.ed. USA: Elsevier Health Sciences; 2013: 146.
- 27-Opdam NJ, Roeters FJ, Feilzer AJ, Verdonchot EH. *Marginal Integrity and Postoperative Sensitivity in Class 2 Resincomposite Restorations in Vivo*. J Dent 1998; 26(7): 555-62.
- 28-Al-Boni R, Raja OM. *Microleakage Evaluation of Silorane Based Composite versus Methacrylate Based Composite*. J Conserv Dent 2010; 13(3): 152-5.
- 29-Davidson CL, de Gee AJ, Feilzer A. *The Competition between the Composite-Dentin Bond Strength and the Polymerization Contraction Stress*. J Dent Res 1984; 63(12): 1396-99.
- 30-Davidson CL, Gee AJ. *Relaxation of Polymerization Contraction Stresses by Flow in Dental Composites*. J Dent Res 1984; 63(2): 146-8.
- 31-Nikolaenko SA, Lohbauer U, Roggendorf M, Petschelt A, Dasch W, Frankenberger R. *Influence of C-Factor and Layering Technique on Microtensile Bond Strength to Dentin*. Dent Mater 2004; 20(6): 579-85.
- 32-Kwon Y, Ferracane J, Lee IB. *Effect of Layering Methods, Composite Type, and Flowable Liner on the Polymerization Shrinkage Stress of Light Cured Composites*. Dent Mater 2012; 28(7): 801-9.
- 33-Choi KK, Condon JR, Ferracane JL. *The Effects of Adhesive Thickness on Polymerization Contraction Stress of Composite*. J Dent Res 2000; 79(3): 812-7.
- 34-Ilie N, Hickel R. *Silorane-Based Dental Composite: Behavior and Abilities*. Dent Mater 2006; 25(3): 445-54.
- 35-Schweickl H, Schmalz G, Weinmann W. *Mutagenic Activity of Structurally Related Oxiranes and Siloranes in Salmonella Typhimurium*. Mutat Res 2002; 521(1-2): 19-27.
- 36-Schweickl H, Schmalz G, Weinmann W. *The Induction of Gene Mutations and Micronuclei by Oxiranes and Siloranes in Mammalian Cells in Vitro*. J Dent Res 2004; 83(1): 17-21.
- 37-Kostoryz EL, Zhu Q, Zhao H, Glaros AG, Eick JD. *Assessment of Cytotoxicity and DNA Damage Exhibited by Siloranes and Oxiranes in Cultured Mammalian Cells*. Mutat Res 2007; 634(1-2): 156-62.
- 38-Zimmerli B, Strub M, Jeger F, Stadler O, Lussi A. *Composite Materials: Composition, Properties and*

- Clinical Applications. A Literature Review.* Schweiz Monatsschr Zahnmed 2010; 120(11): 972-86.
- 39-Davari A, Amini M, Daneshkazemi A. *Assessment of Top and Bottom Surface of Silorane and Methacrylate Composites by Using Vickers Hardness Testing.* Ann Dent Spec 2017; 5(1): 1-4.
- 40-Daneshkazemi AR, Davari AR, Safdarkhani S, Amiri M. *Comparison of Microleakage between Old and New Composite with Two Bonding Agent Systems: An In-vitro Study.* J Res Med Dental Sciences 2018; 6(1): 330-34.
- 41-Ilie N, Hickel R. *Macro-Micro- and Nano-Mechanical Investigations on Silorane and Methacrylate-Based Composites.* Dent Mater 2009; 25(6): 810-9.
- 42-Arocha MA, Mayoral JR, Lefever D, Mercade M, Basilio J, Roig M. *Color Stability of Siloranes Versus Methacrylate-Based Composites after Immersion in Staining Solutions.* Clin Oral Investig 2013; 17(6): 1481-87.
- 43-Lien W, Vandewalle KS. *Physical Properties of a New Silorane Based Restorative System.* Dent Mater 2010; 26(4): 337-44.
- 44-Eick JD, Kostoryz EL, Rozzi SM, Jacobs DW, Oxman JD, Chappelow CC, et al. *In Vitro Biocompatibility of Oxirane/Polyol Dental Composites with Promising Physical Properties.* Dent Mater 2002; 18(5): 413-21.
- 45-Tezvergil-Mutluay A, Lassila LV, Vallittu PK. *Incremental Layers Bonding of Silorane Composite: the Initial Bonding Properties.* J Dent 2008; 36(7): 560-3.
- 46- Ivanovas S, Hickel R, & Ilie N. *How to Repair Fillings Made by Silorane-Based Composites?* Clini Oral Investig 2011; 15(6): 915-22.
- 47-Lühns AK, Görmann B, Jacker-Guhr S, Geurtsen W. *Repairability of Dental Siloranes in Vitro.* Dent Mater 2011; 27(2): 144-9.
- 48-Bagis YH, Baltacioglu IH, Kahyaogullari S. *Comparing Microleakage and the Layering Methods of Silorane-Based Resin Composite in Wide Class II MOD Cavities.* Oper Dent 2009; 34(5): 578-85.
- 49-Umer F, Naz F, Khan FR. *An in Vitro Evaluation of Microleakage in Class V Preparations Restored with Hybrid Versus Silorane Composites.* J Conserv Dent 2011; 14(2): 103-7.
- 50-Schmidt M, Kirkevang LL, Horsted-Bindslev P, Poulsen S. *Marginal Adaptation of a Low-Shrinkage Silorane-Based Composite: 1-Year Randomized Clinical Trial.* Clin Oral Investig 2010; 15: 291-95.
- 51-Burgers R, Schneider-Brachert W, Hahnel S, Rosentritt M, Handel G. *Streptococcal Adhesion to Novel Low Shrink Silorane Based Restorative.* Dent Mater 2009; 25(2): 269-75.
- 52-Yap AU, Mok BY, Pearson G. *An in Vitro Microleakage Study of the 'Bonded Base' restorative Technique.* J Oral Rehabil 1997; 24(3): 230-36.
- 53-Yesilyurt C, Yoldas O, Altintas SH, Kusgoz A. *Effects of Food-Simulating Liquids on the Mechanical Properties of a Silorane Based Dental Composite.* Dent Mater J 2009; 28(3): 362-67.
- 54-Eick JD, Smith RE, Pinzino CS, Kostoryz EL. *Stability of Silorane Dental Monomers in Aqueous Systems.* J Dent 2006; 34(6): 405-10.

- 55-Furuse AY, Gordon K, Rodrigues FP, Silikas N, Watts DC. *Colour-Stability and Gloss-Retention of Silorane and Di Methacrylate Composites with Accelerated Aging*. J Dent 2008; 36(11): 945-52.
- 56-Kaizer Mda R, Diesel PG, Mallmann A, Jacques LB. *Ageing of Silorane-Based and Methacrylate-Based Composite Resins: Effects on Translucency*. J Dent 2012; 40(1): 64-71.
- 57- Braga RR, Ferracane JL. *Alternatives in Polymerization Contraction Stress Management*. Crit Rev Oral Biol Med 2004; 15(3): 176-84.
- 58-Santini A, Miletic V. *Comparison of The Hybrid Layer Formed by Silorane Adhesive, one-Step Self-Etch and Etch and Rinse Systems Using Confocal Micro-Raman Spectroscopy and SEM*. J Dent 2008;36(9): 683-91.
- 59-Fisbein S, Holan G, Grajower R, Fuks A. *The Effect of VLC Scotch-Bond and an Incremental Filling Technique on Leakage around Class II Composite Restorations*. ASDC J Dent Child 1988; 55(1): 29-33.
- 60-Miguez PA, Pereira PN, Foxton RM, Walter R, Nunes MF, Swift EJ Jr. *Effects of Flow able Resin on Bond Strength and Gap Formation in Class I Restorations*. Dent Mater 2004; 20(9): 839-45.
- 61-Winkler MM, Katona TR, Paydar NH. *Finite Element Stress Analysis of Three Filling Techniques for Class V Light-Cured Composite Restorations*. J Dent Res 1996; 75(7): 1477-83.
- 62-Jedrychowski JR, Bleier RG, Caputo AA. *Shrinkage Stresses Associated with Incremental Composite Filling Techniques in Conservative Class II Restorations*. ASDC J Dent Child 2001; 68(3): 161-67; 150.
- 63-Versluis A, Douglas WH, Cross M, Sakaguchi RL. *Does an Incremental Filling Technique Reduce Polymerization Shrinkage Stresses?* J Dent Res 1996; 75(3): 871-8.
- 64-Abbas G, Fleming GJ, Harrington E, Shortall AC, Burke FJ. *Cuspal Movement and Microleakage in Premolar Teeth Restored with a Packable Composite Cured in Bulk or in Increments*. J Dent 2003; 31(6): 437-44.
- 65-Chikawa H, Inai N, Cho E, Kishikawa R, Otsuki M, Foxton RM, Tagami J. *Effect of Incremental Filling Technique on Adhesion of Light-Cured Resin Composite to Cavity Floor*. Dent Mater J 2006; 25(3): 503-8.
- 66-Usha H, Kumari A, Mehta D, Kaiwar A, Jain N. *Comparing Micro leakage and Layering Methods of Silorane-Based Resin Composite in Class V Cavities Using Confocal Microscopy: An in Vitro Study*. J Conserv Dent 2011; 14(2): 164-8.
- 67-Park J, Chang J, Ferracane J, Lee IB. *How Composite should be layered to Reduce Shrinkage Stress: Incremental or Bulk Filling?* Dent Mater 2008; 24(11): 1501-5.
- 68-Giachetti L, Scaminaci Russo D, Bambi C, Grandini R. *A Review of Polymerization Shrinkage Stress: Current Techniques for Posterior Direct Resin Restorations*. J Contemp Dent Pract 2006; 7(4): 79-88
- 69-Müllejjans R, Lang H, Schüler N, Baldawi MO, Raab WH. *Increment Technique for Extended Class V Restorations: an Experimental Study*. Oper Dent 2003; 28(4): 352-56.
- 70-Khier S, Hassan K. *Efficacy of Composite Restorative Techniques in Marginal Sealing of*

- Extended Class V Cavities*. ISRN Dent 2011; 2011: 180197.
- 71-Ben Amar A, Metzger Z, Gontar G. *Cavity design for Class II Composite Restorations*. J Prosthet Dent 1987; 58(1): 5-8.
- 72-Ataei E, Modaber M, Daneshkazemi AR, Ersi M. *Effect of Restorative Technique and Cavity Type on Microleakage of Siloran and Methacrylate Based Composites*. J Shahid Sadoughi Uni Med Sci 2014; 2(1): 24-37.
- 73-Allanigue CM, Rapp R, Piesco NP, Elliott MA, Nirschl RF, Guevara PA, et al. *Adaptation of Composite Resin Restorative Materials to Retentive Grooves of Class I Cavity Preparations*. Pediatr Dent 1986; 8(3): 147-52.
- 74-Farid MR, Gomaa HM. *Marginal Adaptation of Class 5 Composite Restorations: Retention Grooves versus Enamel and Dentin Bonding*. Egypt Dent J 1995; 41(3): 1271-5.

## A Review of Silorane and Methacrylate Based Composites and Effective Factors on Microleakage of them

Alireza Daneshkazemi<sup>1</sup>, Mahnaz Ersi<sup>\*2</sup>

### Review Article

**Introduction:** An important disadvantage of current dental resin composites is their polymerization shrinkage and production of microleakage. This shrinkage can cause tooth sensitivity, marginal discoloration, and secondary caries. The objective of this study was to review the effective factors on microleakage of methacrylate and silorane composites and compare them with each other.

This reviewed article was compiled and searched on library sources and Google scholar, Pubmed, ISI of science database, using the key words “Microleakage, Siloran-Based Composite, Methacrylate-Based Composite, Retentive Groove, Light Curing Technique,” from 1984 -2019.

Although it is not yet definitely clear, which methods of layering techniques (oblique, vertical, split) are more suitable, it seems that the layering technique has advantage over the bulky that can be effective in decreasing the shrinkage caused by polymerization and the resulting microleakage. It can also be concluded that silorane base composites have less shrinkage, but some factors such as cavity type, cavity extent, cavity margin distance to CEJ, type of silorane base bonding system are also involved in their microleakage. It seems the presence of retention grooves in the cavities seems useful, because it increases the bonding area and mechanical retention as well as decreases the marginal shrinkage due to polymerization and the resulting microleakage.

**Conclusion:** Finally, it can be said that microleakage cannot be stopped completely, and more studies, especially clinical studies, should be conducted to show the effects of these cases clinically.

**Keywords:** Microleakage, Silorane-based composite, Methacrylate-based composite, Retentive Groove, Light curing technique.

**Citation:** Daneshkazemi AR, Ersi M. A review of silorane and methacrylate based composites and effective factors on microleakage of them. J Shahid Sadoughi Uni Med Sci 2020; 28(6): 2705-19

<sup>1</sup>Department of Operative Dentistry, School of Dentistry, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran.

<sup>2</sup>Department of Orthodontics, Faculty of Dentistry, Islamic Azad University, Isfahan (Khorasgan) Branch, Isfahan, Iran.

\*Corresponding author: Tel: 09138503494, email: E-Mahnaz18@Yahoo.Com