

## Comparison of Antibacterial Activity of Self-adhesive Flowable Composite, Microhybrid Flowable Composite and Self-curing Glass Ionomer Against *Streptococcus Mutans*: An In Vitro Study

Shadiyeh Molaee<sup>1</sup>,  
Reza Mohammadzadeh<sup>2</sup>,  
Mohsen Arzanlou<sup>3</sup>,  
Hamed Zandian<sup>4</sup>,  
Navid Babaei<sup>5</sup>,  
Armita Mowlaei<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Assistant Professor, Department of Esthetic and Restorative Dentistry, School of Dentistry, Ardabil University of Medical Sciences, Ardabil, Iran

<sup>2</sup> Doctor of Dental Surgery, School of Dentistry, Ardabil University of Medical Sciences, Ardabil, Iran

<sup>3</sup> Professor, Department of Medical Bacteriology and Immunology, Pharmaceutical Sciences Research Center, Ardabil University of Medical Sciences, Ardabil, Iran

<sup>4</sup> Assistant Professor, Social Determinants of Health Research Center, Ardabil University of Medical Sciences, Ardabil, Iran

<sup>5</sup> Doctor of Dental Surgery, School of Dentistry, Ardabil University of Medical Sciences, Ardabil, Iran

<sup>6</sup> Dentistry Student, Tibb University of Azerbaijan, Baku, Azerbaijan

(Received April 24, 2022 ; Accepted January 30, 2023)

### Abstract

**Background and purpose:** Antibacterial properties of restorative materials are of great advantage as they control the progression of tooth decay. The use of self-adhesive composite materials has some benefits such as easier application and reduced treatment time. Because the antibacterial properties of restorative materials can play an important role in preventing secondary decay, especially in cervical restorations, this study was designed to evaluate the in vitro antibacterial activity of self-adhesive flowable composite against *Streptococcus mutans*.

**Materials and methods:** An in vitro study was performed using 9 discs for each composite and glass ionomer group. The discs were prepared in three groups: micro-hybrid flowable composite samples, self-adhesive flowable composite samples, and self-curing glass ionomer samples. Direct contact test was used to compare the antibacterial properties of the discs. Data collection was done by direct contact test and visual counting of grown bacterial colonies. Data were recorded in a checklist developed according to the objectives of the study and analyzed using One-way ANOVA and Independent T-test in SPSS V22.

**Results:** Findings showed that the antibacterial effect of glass ionomer was greater than that of flowable micro-hybrid composite and self-adhesive flowable composite. Also, a significant difference was observed between the antimicrobial activity of flowable microhybrid composite and self-adhesive flowable composite against *Streptococcus mutans* ( $P < 0.05$ ).

**Conclusion:** Glass ionomer and self-adhesive composite have a higher antibacterial effect against *Streptococcus mutans*, so they can be used as alternatives to treat tooth decay.

**Keywords:** antibacterial effect, flowable composite, secondary caries, self-adhesive flowable composite

J Mazandaran Univ Med Sci 2023; 32 (218): 13-21 (Persian).

**Corresponding Author:** Navid Babaei - School of Dentistry, Ardabil University of Medical Sciences, Ardabil, Iran.  
(E-mail: bynavid@gmail.com)

# مقایسه فعالیت ضد باکتریایی کامپوزیت فلوایدیل سلف ادهزیو، کامپوزیت فلوایدیل میکروهیبرید و گلاس آینومر سلف کیور در برابر (باکتری) استرپتوکوکوس موتانس - یک مطالعه آزمایشگاهی

شادیه مولائی<sup>1</sup>  
رضا محمدزاده<sup>2</sup>  
محسن ارزنلو<sup>3</sup>  
حامد زندیان<sup>4</sup>  
نوید بابائی<sup>5</sup>  
آرمیتا مولائی<sup>6</sup>

## چکیده

**سابقه و هدف:** وجود خاصیت ضدباکتریایی در مواد ترمیمی با کنترل پیشرفت پوسیدگی دندان مزیت بزرگی محسوب می‌گردد. استفاده از مواد کامپوزیتی سلف ادهزیو مزیت‌هایی چون، کاربرد راحت‌تر و کاهش زمان درمان دارد. با در نظر گرفتن این نکته که خاصیت ضدباکتریایی مواد ترمیمی در جلوگیری از پوسیدگی ثانویه به ویژه در ترمیم‌های سرویکالی می‌تواند نقش مهمی داشته باشد، این مطالعه با هدف ارزیابی آزمایشگاهی فعالیت ضدباکتریایی کامپوزیت فلوایدیل سلف ادهزیو در برابر استرپتوکوکوس موتانس انجام پذیرفت.

**مواد و روش‌ها:** مطالعه حاضر از نوع مطالعات آزمایشگاهی (in vitro) می‌باشد که بر روی 9 دیسک به ازای هر گروه کامپوزیت و گلاس آینومر انجام یافت. دیسک‌ها در سه گروه نمونه‌های کامپوزیت فلوایدیل میکروهیبرید، نمونه‌های کامپوزیت فلوایدیل سلف ادهزیو و نمونه‌های گلاس آینومر سلف کیور تهیه شدند. برای مقایسه خواص ضدباکتریایی دیسک‌ها از تست تماس مستقیم استفاده شد. جمع‌آوری اطلاعات (داده‌ها) به روش Direct contact test (تست تماس مستقیم) و شمارش بصری کلونی‌های باکتریایی رشد کرده، انجام پذیرفت. داده‌ها بعد از جمع‌آوری در چک لیست تدوین شده متناسب با اهداف مطالعه ثبت شدند و با استفاده از آزمون One-way ANOVA و Independent T-test در نرم‌افزار SPSS نسخه 22 تجزیه و تحلیل گردیدند ( $P < 0/05$ ).

**یافته‌ها:** نتایج نشان داد که اثر ضد باکتریایی گلاس آینومر نسبت به کامپوزیت فلوایدیل میکروهیبرید و فلوایدیل سلف ادهزیو بیش‌تر است، هم‌چنین بین فعالیت ضد میکروبی کامپوزیت فلوایدیل میکروهیبرید و فلوایدیل سلف ادهزیو بر علیه استرپتوکوکوس موتانس تفاوت معناداری مشاهده شد ( $P < 0/05$ ).

**استنتاج:** باتوجه به این که کامپوزیت فلوایدیل سلف ادهزیو و گلاس آینومر اثر ضدباکتریایی بالاتری در برابر استرپتوکوکوس موتانس ایجاد کرده‌اند، بنابراین می‌توانند به عنوان جایگزینی برای درمان پوسیدگی دندان استفاده شود.

**واژه‌های کلیدی:** اثر ضدباکتریایی، کامپوزیت فلوایدیل، پوسیدگی ثانویه، کامپوزیت فلوایدیل سلف ادهزیو

## مقدمه

بالایی ترمیم‌های کامپوزیت در مطالعات، جایگزینی این ماده ترمیمی به صورت رایج صورت می‌گیرد. یکی از

رزین کامپوزیت پرمصرف‌ترین ماده ترمیمی در دندانپزشکی مدرن هستند. با وجود تاکید بر میزان بقای

E-mail: bynavid@gmail.com

**مؤلف مسئول: نوید بابائی -** اردبیل: دانشگاه علوم پزشکی اردبیل، دانشکده دندانپزشکی

1. استاد یار، گروه دندانپزشکی ترمیمی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اردبیل، اردبیل، ایران

2. جراح و دندانپزشک، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اردبیل، اردبیل، ایران

3. استاد، گروه میکروبیولوژی و ایمنولوژی، مرکز تحقیقات علوم دارویی، دانشگاه علوم پزشکی اردبیل، اردبیل، ایران

4. استاد یار، مرکز تحقیقات سیاست گذاری سلامت، دانشگاه علوم پزشکی اردبیل، اردبیل، ایران

5. جراح و دندانپزشک، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اردبیل، اردبیل، ایران

6. دانشجو دندانپزشکی، دانشگاه طب آذربایجان، باکو، آذربایجان

تاریخ دریافت: 1401/2/4 تاریخ ارجاع جهت اصلاحات: 1401/3/1 تاریخ تصویب: 1401/11/10

علل اصلی شکست ترمیم کامپوزیت، پوسیدگی ثانویه است (1). در دندانپزشکی از مواد ترمیمی برای جایگزینی ساختارهای از دست رفته استفاده می‌شود. پوسیدگی دندان در اغلب سطوح دندان دیده می‌شود. بنابراین تماس خوب بین ترمیم و ساختار دندان برای جلوگیری از بروز بالای پوسیدگی ثانویه از اهمیت بالایی برخوردار است. برای به حداقل رساندن خطر بروز پوسیدگی ثانویه، داشتن مواد ترمیمی با کیفیت بالا که قادر به ایجاد تماس بهینه بین ساختار دندان و ترمیم باشند، بسیار مهم است. کامپوزیت‌های سلف ادهزیو با رویکرد کاهش مراحل کار ترمیم و در نهایت کاهش خطاهای ناشی از حساسیت تکنیکی کار با کامپوزیت معرفی شدند (2,3).

هنگامی که تماس بین ترمیم و دندان به خطر می‌افتد، باکتری‌ها به فضای محافظت شده دسترسی پیدا می‌کنند، جایی که نمی‌توان آن‌ها را به صورت مکانیکی خارج کرد. بنابراین، آن‌ها می‌توانند تکثیر شوند و در نهایت بیوفلم ایجاد کنند. به‌طور کلی، بیوفلم‌های تشکیل‌دهنده پلاک دندان روی دندان‌ها از چندین گونه میکروبی تشکیل شده است. یکی از سویه‌های باکتریایی برجسته که به شدت در تشکیل پوسیدگی نقش دارد، استرپتوکوکوس موتانس (S.mutans) است (4). در حالی که باکتری‌ها در پوسیدگی اولیه باعث ایجاد ضایعات در ساختارهای دندان می‌شوند، در پوسیدگی ثانویه، چسبندگی باکتری در ترمیم‌های دندان، به‌ویژه در حاشیه‌های مادی رخ می‌دهد. خواص مواد تا حد زیادی بر کلونیزاسیون باکتری‌ها تاثیر می‌گذارد، بنابراین بهینه‌سازی آن خواص برای جلوگیری از شکست ترمیم اهمیت زیادی دارد (5-7).

کامپوزیت‌های فلوایبل سلف ادهزیو اخیراً معرفی شده‌اند که در مقایسه با مواد قدیمی از لحاظ زمان عملکرد ارجح می‌باشند. این کامپوزیت‌ها مزایای هر دو مواد ادهزیو و ترمیمی را دارند (8). در مطالعه Krishnegowda و همکاران نتیجه گرفته شد که کامپوزیت فلوایبل سلف ادهزیو تطابق لبه‌ای بهتری در مقایسه با سیستم رزین

توتال اچ دارد (9). در مطالعه Mishra و همکاران، نتایج نشان داد که مارجین حفره‌هایی که در سمتوم واقع شده‌اند با لاینر کامپوزیت فلوایبل سلف ادهزیو بهتر سیل می‌شوند (10). از آنجایی که تاکنون هیچ مطالعه‌ای اثر ضد میکروبی کامپوزیت فلوایبل سلف ادهزیو را ارزیابی نکرده است و با توجه به رواج مصرف کامپوزیت فلوایبل برای ترمیم‌های کلاس V و با در نظر گرفتن این نکته که خاصیت ضدباکتریایی مواد ترمیم در جلوگیری از پوسیدگی ثانویه به ویژه در ترمیم‌های سرویکالی می‌تواند نقش مهمی داشته باشد، این مطالعه با فرض این که بین فعالیت ضد میکروبی کامپوزیت فلوایبل سلف ادهزیو، گلاس آینومر سلف کیور و فلوایبل میکروهیبرید علیه استرپتوکوکوس موتانس تفاوتی وجود ندارد، طراحی شد. این مطالعه با هدف بررسی خاصیت آنتی‌باکتریال کامپوزیت فلوایبل سلف ادهزیو علیه باکتری استرپتوکوکوس موتانس طراحی شده است.

## مواد و روش‌ها

تهیه نمونه: جامعه آماری این مطالعه شامل دیسک‌های کامپوزیت و گلاس آینومر بود که تعداد 27 نمونه (9 عدد در هر گروه) بر اساس مطالعه پایلوت انتخاب شد. دیسک‌ها در سه گروه نمونه‌های کامپوزیت فلوایبل میکرو هیبرید (Premise flow, kerr dental, SA, Italy) نمونه‌های کامپوزیت فلوایبل سلف ادهزیو (Vertise flow, kerr Dental, SA, Italy) و نمونه‌های گلاس آینومر سلف کیور (Fuji II, GC corporation, tokyo, japan) تهیه شد. قالب‌های گرد از جنس پلی وینیل کلراید با قطر 6mm و ضخامت 2mm تهیه گردید. قالب‌ها بر روی اسلب شیشه‌ای پوشیده شده با نوار سلولوئیدی قرار داده شد، سپس کامپوزیت‌ها پک شده و از هر دو سمت قالب‌ها به مدت 40 ثانیه با استفاده از نور هالوژن لایت کیور (Elipar 2500(3M ESPE, Seefeld, Germany) با دامنه‌ی 480-520 w/cm کیور شد.

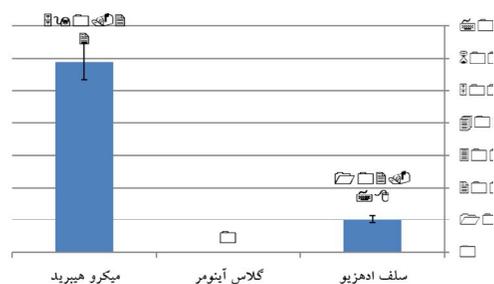
آنالیز آماری: از نرم‌افزار SPSS نسخه 22 و هم‌چنین EXCEL استفاده شد. جهت تعیین توزیع متغیرهای مطالعه از آماره‌های پراکندگی نظیر میانگین و انحراف معیار و جهت مقایسه بین دیسک‌ها از آزمون اختلاف میانگین (تی تست، توکی) و هم‌چنین از آزمون تحلیل واریانس جهت تعیین اختلاف بین گروه‌های سه‌گانه استفاده شد. جمع‌آوری اطلاعات (داده‌ها) به روش Direct contact test (تست تماس مستقیم) و شمارش بصری کلونی‌های باکتریایی رشد کرده در پلیت‌های حاوی سوسپانسیون باکتری ماس با نمونه‌ها بود. داده‌ها بعد از جمع‌آوری در چک لیست تدوین شده متناسب با اهداف مطالعه ثبت شدند.

## یافته‌ها

با توجه به جدول شماره 1 و هم‌چنین نمودار شماره 1 میانگین و انحراف استاندارد تعداد کلونی‌های باکتری در گروه سلف ادھیو (102/78±11/84) و در گروه کامپوزیت میکرو هیبرید (590/22±55/58) و در گروه گلاس آینومر صفر برآورد گردید. با توجه به این‌که گلاس آینومر فاقد داده بود حذف شده و فقط دو گروه سلف ادھیو و میکرو هیبرید با میانگین کنترل منفی (صفر) مقایسه شدند.

جدول شماره 1: آمار توصیفی تعداد کلونی‌های باکتری در گروه‌ها

گروه	تعداد	میانگین	انحراف استاندارد	کم‌ترین	بیش‌ترین
سلف ادھیو	9	102/78	11/84	86	125
گلاس آینومر	9	0	0	0	0
میکرو هیبرید	9	590/22	55/58	501	698



نمودار شماره 1: مقایسه تعداد کلونی‌های باکتری در گروه‌ها

و با رادیومتر Optilux Radiometer, Model 100 (SDS Kerr, Danbury, CT, USA) شدت نور برای اطمینان از کیورینگ کافی ارزیابی شد. سطح نمونه‌ها با دیسک‌های soflex در هندپیس با سرعت آهسته در یک جهت در 3 حالت متوسط، فاین و سوپرفاین پالیش شد. سپس نمونه‌ها در آب مقطر 24°C به مدت 24 ساعت انکوبه شدند. دیسک‌ها در اتوکلاو با دمای 121°C و فشار 15 lbs به مدت 15 دقیقه استریل شدند.

کشت باکتری: میکروارگانسیم از مرکز کلکسیون میکروارگانسیم‌های صنعتی، سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی با کد 1683 PTCC تهیه شد. برای مقایسه خواص ضد میکروبی دیسک‌ها از تست تماس مستقیم استفاده شد. سوسپانسیون استریپتوکوکوس موتانس در محیط (BHI) Brain heart infusion (HiMedia Mumbai, India) با (غلظت) کدورت 0/5 MC Farland آماده شد (1 ml) از این محلول تقریباً حاوی  $1/5 \times 10^8$  باکتری بود.

یک (نمونه‌بردار) سمپلر برای قرار دادن 0/01 mL از سوسپانسیون باکتری بر سطح دیسک‌های نمونه استفاده شد. سپس دیسک‌های حاوی سوسپانسیون باکتری در یک انکوباتور حاوی 5-10 درصد گاز CO<sub>2</sub> به مدت یک ساعت در دمای 37°C انکوبه شدند تا آیشان تبخیر شود. سپس نمونه‌ها در لوله‌های آزمایش حاوی 0/5 ml از BHI استریل قرار داده شده و انکوبه شدند. بعد از 12 ساعت انکوباسیون، یک (نمونه‌بردار) سمپلر استریل برای برداشت 0/01 mL از هر محیط کشت مایع و منتشر کردن یکنواخت آن روی پلیت آگار (خونی) خوندار (blood agar) با قطر 10 cm به کار برده شد. پلیت‌های آگار (خونی) خوندار (blood agar) برای 48 ساعت در 37°C انکوبه شدند و سپس تعداد کلونی‌های باکتریال به صورت بصری شمارش شد. جمع‌آوری اطلاعات (داده‌ها) به روش Direct contact test (تست تماس مستقیم) و شمارش بصری کلونی‌های باکتریایی رشد کرده در پلیت‌های حاوی سوسپانسیون باکتری ماس با نمونه‌ها بود.

نتایج جدول شماره 1 نشان داد، هر دو گروه سلف ادهزیو و میکرو هیبرید اختلاف معناداری با میانگین گروه کنترل منفی در تعداد کلونی‌های باکتری داشتند ( $P=0/0001$ ). دو گروه سلف ادهزیو و میکرو هیبرید با گروه کنترل مثبت (631) در قالب تی تست مقایسه شدند که کامپوزیت فلوایبل سلف ادهزیو اختلاف معناداری با گروه کنترل مثبت داشت ( $P<0/05$ )، ولی کامپوزیت فلوایبل میکرو هیبرید اختلاف معناداری با گروه کنترل مثبت نداشت ( $P>0/05$ ). هم‌چنین با توجه به این که در هیچ یک از پلیت‌های گلاس آینومر کلونی باکتری شکل نگرفت می‌توان نتیجه گرفت که گلاس آینومر در مقایسه با کنترل مثبت رشد باکتری را مهار کرده است.

همچنین نتایج آزمون ANOVA نشان داد که بین سه گروه اختلاف معناداری از نظر تعداد کلونی باکتری وجود دارد ( $P<0/05$ ) ( $P=00/0$ ). به صورت کلی بین اثر ضد باکتریایی کامپوزیت فلوایبل سلف ادهزیو و فلوایبل میکرو هیبرید اختلاف معناداری وجود داشت ( $P<0/05$ ) ( $P=00/0$ ) و گلاس آینومر رشد باکتری را نسبت به هر دو گروه کامپوزیت فلوایبل سلف ادهزیو و فلوایبل میکرو هیبرید بیش تر مهار کرده بود.

## بحث

اطلاعات در مورد تعامل بیولوژیکی بین فلور باکتریایی و مواد ترمیمی هنوز محدود است. جذب pellicle بزاقی و تشکیل بیوفیلم به شدت تحت تأثیر برخی ویژگی‌های خاص سطح ماده مانند ریزسختی، بار الکتریکی سطح و ترکیب شیمیایی ساختار کامپوزیتی قرار دارد (12,11). در برخی مطالعات از روش agar diffusion test و اندازه‌گیری قطر هاله‌ی عدم رشد برای ارزیابی خاصیت ضدباکتریایی کامپوزیت‌های کیور شده استفاده شده است. مکانیسم این روش‌ها بر پایه‌ی آزاد شدن اجزای قابل حل در آب از توده ماده به محیط کشت است. پس آزمون مواد آنتی باکتریال که حلالیت کمی دارند با این روش غیرمنطقی به نظر

می‌رسد. مواد ترمیمی دندان از جمله کامپوزیت‌ها در محیط مرطوب حلالیت پایینی دارند تا بتوانند استحکام و خواص فیزیکی خود را در محیط دهان حفظ کنند، بنابراین کامپوزیت‌های کیور شده مواد ضدباکتریایی بسیار کمی را از خود به محیط ترشح می‌کنند و هاله‌ی عدم رشد به‌خوبی شکل نمی‌گیرد پس در این مطالعه از روش تماس مستقیم و محیط BHI مایع استفاده شده است. روش تماس مستقیم (DTC) روش مناسبی برای بررسی مواد جامد که حلالیت بسیار کمی دارند، می‌باشد. در این روش باکتری تماس مستقیم کنترل شده با مواد مورد آزمایش دارد که پس از آن مقدار باکتری‌ها اندازه‌گیری و آنالیز می‌شود (14,13).

در این مطالعه کامپوزیت فلوایبل سلف ادهزیو در مقایسه با گروه کنترل مثبت در برابر باکتری استرپتوکوکوس موتانس اثر ضد باکتریایی داشت. Hamouda و همکاران در سال 2013 خواص ضد باکتریایی ادهزیوهای Stae و G-bond و Adper prompt را اندازه‌گیری کردند. در این مطالعه ادهزیوهای سلف اچ خواص ضدباکتریایی بسیار بیش تری در مقایسه با ادهزیوهای توتال اچ نشان دادند. در توجیه این نتیجه گفته شده، افزودن مقادیر زیاد مونومرهای اسیدی به ادهزیوهای سلف اچ PH را پایین می‌آورد که برای کشتن باکتری‌ها کافی است (15). در مطالعه دیگری توسط Amin و همکاران در سال 2014 نیز ادهزیو سلف اچ اثر بسیار بیش تری در مقابل s.mutans داشت. در توجیه گفته شده که ادهزیو توتال اچ single Bond PH در حدود 4/5 دارد که برای کشتن باکتری کافی نیست، در حالی که ادهزیو سلف اچ Adper prompt، PH بسیار پایین تری در حدود 2 دارد (16). با توجه به مطالعات فوق و این که کامپوزیت vertise flow در ساختار خود دارای ادهزیو سلف اچ optibond می‌باشد، می‌توان نتیجه گرفت که اثر ضدباکتریایی این کامپوزیت در مقایسه با گروه کنترل مثبت می‌تواند به خاطر همین خاصیت اسیدی و PH پایین ماده باشد.

در این مطالعه اثر ضدباکتریایی کامپوزیت فلوایبل میکروهیبرید با گروه کنترل مثبت اختلاف معناداری نداشت. Matalon و همکاران در سال 2009 در مطالعه‌ای همسو با مطالعه حاضر هیچ کدام از این کامپوزیت‌ها فعالیت ضد باکتریایی نداشتند (17). در مطالعه کسرای در سال 2014 نیز نشان داده شد که رزین کامپوزیت فلوایبل (Opallis, FGM, Joinville, SC, Brazil) در برابر *S. mutans* اثر ضدباکتریایی در روش تماس مستقیم ندارد (13). در توجیه نتایج به دست آمده برای کامپوزیت میکروهیبرید *premise flow (kerr)* می‌توان گفت که به نظر می‌رسد ترکیب شیمیایی مواد و به ویژه رزین موجود در مواد، عوامل مهمی هستند. تخریب هیدرولیتیکی ماده در طی فعالیت می‌تواند ترکیبات قابل حذف موجود در سطح را آزاد کند، این مونومرها عمدتاً توسط Bis-GMA و UDMA و به‌ویژه TEGDMA ایجاد می‌شوند. TEGDMA باعث یک پلی‌مریزاسیون ناقص از لایه‌های سطحی مواد می‌شود و وجود مونومرهای غیر پلی‌مری در سطح به‌طور قابل توجهی چسبندگی و رشد باکتری را افزایش می‌دهد. مطالعات آزمایشگاهی نشان داده‌اند که TEGDMA کلونی باکتری را بیش تر از مونومرهای دیگر افزایش می‌دهد. در ترکیبات شیمیایی کامپوزیت *Premise flow* از TEGDMA و Bis-GMA استفاده شده است، بنابراین عدم مهار باکتری توسط این کامپوزیت را می‌توان به این مواد نسبت داد (18).

در این مطالعه در پلیت هیچ کدام از نمونه‌های گلاس آینومر باکتری *S. Mutans* رشد نکرد. Khere و همکاران در سال 2019 در مطالعه‌ای همسو نشان دادند که گروه‌های گلاس آینومر مورد مطالعه در مقایسه با کنترل مثبت میزان رشد باکتری را کاهش دادند. در تحلیل این نتایج بیان شده که فلوراید می‌تواند باعث مهار فعالیت آنزیم *enolase* در چرخه‌ی گلیکولیتیک شود و از این طریق رشد باکتری را مهار کند و گلاس آینومرها نیز از شناخته‌شده‌ترین مواد ترمیمی هستند که

از خود فلوراید آزاد می‌کنند (19). Klai و همکاران در سال 2014 در مطالعه‌ای همسو نشان دادند که هر دو گلاس آینومر اثر ضد میکروبی بر علیه *S. Mutans* دارد. در این مطالعه اثر ضد باکتریایی گلاس آینومرها به رهاسازی فلوراید نسبت داده شد که خاصیت باکتریواستاتیک دارد (20). Hotwani و همکاران در سال 2013 در مطالعه‌ای همسو نشان دادند که *RMGIC (GC, Fuji II Tokyo, japan)* و *Giomer (Beautiful-II, shofu Inc, Tokyo, japan)* با روش *Agar Diffusion test* دارای اثر ضد باکتریایی در برابر *S. mutans* در مقایسه با گروه کنترل مثبت هستند. در ترکیبات *RMGI* هیدروکسیل-اتیل-متاکریلات استفاده شده که PH ماده را پایین می‌آورد، به طوری که ترکیب اولیه این ماده PH در حدود (2/2-3/6) دارد. ادامه‌ی اثر ضد باکتریایی این مواد تا یک هفته به آزادسازی یون‌های فلوراید به محیط اطراف نسبت داده شد (21).

این مطالعه نشان داد که اثر ضد باکتریایی گلاس آینومر از کامپوزیت فلوایبل میکروهیبرید بیش تر است. در مطالعه Adnan و همکاران در سال 2014 اثر ضد باکتریایی رزین کامپوزیت (*coltene synergy*) نسبت به گلاس آینومرهای *Fuji II* و *Fuji IX Fast* به‌طور معناداری کم‌تر بود. اثر ضد باکتریایی بیش تر *GIC*‌ها در نتیجه آزادسازی یون فلوراید و سایر یون‌های فلزات سنگین و PH اسیدی آن‌ها به خاطر ترکیبات پلی‌آلکانوئید می‌باشد (22). از سوی دیگر در مطالعه *Sungurtekin* و همکاران در سال 2015 اثر ضدباکتریایی کامپوزیت میکروهیبرید *Filtek Z250* تفاوت معناداری با گروه‌های گلاس آینومر نداشت. دلیل نا همسو بودن این مطالعه با مطالعه حاضر را می‌توان در تفاوت روش ارزیابی خاصیت ضد باکتریایی و هم‌چنین تفاوت مونومرهای دو کامپوزیت میکروهیبرید *Z250* و *premise flow* دانست (23). در مطالعه Huang و همکاران در سال 2018 نیز اثر ضد باکتریایی گلاس آینومر

پایین آن‌ها مربوط است که ناشی از مونومرهای اسیدی باقیمانده در سطح پس از پلیمریزاسیون است. هم‌چنین باقی‌ماندن خاصیت ضدباکتریایی optibond پس از چند روز به اجزای حاوی فلوراید در آن نسبت داده شده است. اجزای ضد باکتریایی حاوی فلوراید می‌توانند از ماتریکس رزین جدا شده و به محیط انتشار یابند و نقش ضدباکتریایی خود را ایفا کنند (29). Başeren و همکاران در سال 2005 نشان دادند که از بین باندینگ‌های مختلف (Kerr USA) primer (Kerr USA) optibond FL دارای بیش‌ترین اثر ضد باکتریایی بر علیه S. Mutans در روش Disc diffusion test است. آن‌ها این نتیجه را در ارتباط با PH اسیدی این ماده دانستند (30).

در این مطالعه گلاس آینومر سلف کیور در مقایسه با کامپوزیت فلوایبل سلف ادهزیو رشد باکتری را بیش‌تر مهار کرده است. بر طبق مطالعات مختلف گلاس آینومر میزان فلوراید بیش‌تری نسبت به تمامی مواد ترمیمی دیگر دارد، هم‌چنین گلاس آینومر به دلیل ساختار فیزیکی ضعیف‌تر، فلوراید و یون‌های دیگر بیش‌تری را به محیط اطراف آزاد می‌کند هم‌چنین این تفاوت می‌تواند ناشی از بیس رزینی کامپوزیت فلوایبل سلف ادهزیو باشد (21-18, 25).

با در نظر گرفتن محدودیت‌های مطالعه حاضر، نتایج نشان داد که میانگین و انحراف استاندارد تعداد کلونی‌های باکتری در گروه سلف ادهزیو ( $102/78 \pm 11/84$ ) و در گروه کامپوزیت میکرو هیبرید ( $590/22 \pm 55/58$ ) و در گروه گلاس آینومر صفر برآورد گردید. اثر ضدباکتریایی گلاس آینومر نسبت به کامپوزیت فلوایبل میکرو هیبرید و فلوایبل سلف ادهزیو بیش‌تر است و اثر ضدباکتریایی کامپوزیت فلوایبل سلف ادهزیو نسبت به کامپوزیت فلوایبل میکرو هیبرید به‌طور معناداری بیش‌تر است ( $P < 0/05$ ).

کامپوزیت فلوایبل سلف ادهزیو باعث مهار رشد باکتری در مقایسه با گروه کنترل مثبت شد ( $P < 0/05$ ) و کامپوزیت فلوایبل میکرو هیبرید در مقایسه با گروه

GC Fuji VII (japan) به‌طور معنا داری از رزین کامپوزیت میکرو هیبرید (Filtek Z250 (3M ESPE)) بیش‌تر بود. آن‌ها نیز دلیل اصلی این نتیجه را آزادسازی یون‌های فلوراید از GIC دانستند (24). در مطالعه‌ای همسو Brambilla و همکاران در سال 2005 نشان دادند که تعداد کلونی باکتری استرپتوکوکوس موتانس در گلاس آینومرهای ketac Fil, ketac Molar, Fuji II cap نسبت به رزین کامپوزیت‌های Filtek Z100 و Filtek Z250 و کامپوزیت‌های compoglass F و F2000 و Dyract به‌طور معنی داری پایین‌تر است. در این مطالعه نیز اثر ضدباکتریایی گلاس آینومرها در ارتباط با آزادسازی فلوراید دانسته شده است (18).

این مطالعه نشان داد که کامپوزیت فلوایبل سلف ادهزیو اثر ضدباکتریایی بیش‌تری نسبت به کامپوزیت فلوایبل میکرو هیبرید دارد. کامپوزیت فلوایبل سلف ادهزیو (kerr dental, usa) vertise flow در ساختار خود دارای ادهزیو سلف اچ optibond و مونومرهای yttrium fluoride می‌باشد (25). Asiry و همکاران در سال 2019 و Le Houche و همکاران در سال 2012 خواص آنتی‌باکتریال ایتريم فلوراید را مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که این ماده می‌تواند در مهار رشد باکتری نقش داشته باشد (26, 27). Lapinska و همکاران در سال 2019 بیان نمودند که Optibond Universal (kerr, USA) اثر ضدباکتریایی بالایی را در برابر استرپتوکوکوس موتانس نشان می‌دهد. علت خاصیت ضد باکتریایی optibond در ارتباط با محتویات HEMA و گلیسرول دانسته شده است. هم‌چنین بیان شده که پرایمرهای اسیدی در باندینگ‌های سلف ادهزیو PH را تا زیر 3 پایین می‌آورند که این نیز باعث خاصیت ضد باکتریایی می‌شود (28). ابراهیمی و همکاران در سال 2014 نتیجه گرفتند که optibond All in one (Kerr) با روش تماس مستقیم اصلاح شده به مدت یک هفته اثر ضد باکتریایی در برابر E. Faecalis دارد. طبق نظر آن‌ها خاصیت ضد باکتریایی ادهزیوهای این مطالعه به PH

و گلاس آینومر اثر ضد باکتریایی بالاتری در برابر استرپتوکوکوس موتانس ایجاد کرده اند، بنابراین می تواند به عنوان جایگزینی برای درمان پوسیدگی دندان استفاده شود.

کنترل مثبت اثر مهاري روی باکتری نداشت ( $P < 0/05$ ) گلاس آینومر سلف کیور در مقایسه با گروه کنترل مثبت اثر مهاري روی رشد باکتری داشت. با توجه به این که کامپوزیت فلوایبل سلف ادھزیو

## References

1. Brosh T, Ganor Y, Belov I, Pilo R. Analysis of strength properties of light-cured resin composites. *Den Mater J* 1999; 15(3): 174-179.
2. Brouwer F, Askar H, Paris S, Schwendicke F. Detecting Secondary Caries Lesions: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Dent Res* 2015; 95(2): 143-151.
3. Kozmos M, Virant P, Rojko F, Abram A, Rudolf R, Raspor P, et al. Bacterial Adhesion of *Streptococcus mutans* to Dental Material Surfaces. *Molecules* 2021; 26(4): 1152.
4. Song F, Koo H, Ren D. Effects of Material Properties on Bacterial Adhesion and Biofilm Formation. *J Dent Res* 2015; 94(8): 1027-1034.
5. El Naga AA, Yousef M, Ramadan R, Bahgat SF, Alshawwa L. Does the use of a novel self-adhesive flowable composite reduce nanoleakage? *Clin Cosmet Investig Dent* 2015; 7: 55-64.
6. Kuper NK, Montagner AF, van de Sande FH, Bronkhorst EM, Opdam NJM, Huysmans MCDJNM. Secondary Caries Development in in situ, Gaps next to Composite and Amalgam. *Caries Res* 2015; 49(5): 557-563.
7. Bollu IP, Hari A, Thumu J, Velagula LD, Bolla N, Varri S, et al. Comparative Evaluation of Microleakage Between Nano-Ionomer, Giomer and Resin Modified Glass Ionomer Cement in Class V Cavities-CLSM Study. *J Clin Diagn Res* 2016; 10(5): ZC66-ZC70.
8. Costalonga M, Herzberg MC. The oral microbiome and the immunobiology of periodontal disease and caries. *Immunol Lett* 2014; 162(2 Pt A): 22-38.
9. Krishnegowda S, Jaganath B, Rudranaik S, Kurup N, Madanan S, Manjula C. Comparative Evaluation of Marginal Leakage around Cavities restored with Novel Self-adhesive Flowable Composite Resin and Conventional Total Etch-based Resin. *Int J Oral Care Res* 2017; 5(3): 187-190.
10. Mishra P, Jaiswal S, Nikhil V, Gupta S, Jha P, Raj S. Evaluation of marginal sealing ability of self-adhesive flowable composite resin in Class II composite restoration: An in vitro study. *J Conserv Dent* 2018; 21(4): 363-368.
11. Garoushi S, Vallittu PK, Lassila L. Characterization of fluoride releasing restorative dental materials. *Den Mater J* 2018; 37(2): 293-300.
12. Naik NS, Reddy VS, Shashikiran N. Comparative evaluation of secondary caries formation around light-cured fluoride-releasing restorative materials. *J Indian Soc Pedod Prev Dent* 2017; 35(1): 75-82.
13. Kasraei S, Sami L, Hendi S, AliKhani M-Y, Rezaei-Soufi L, Khamverdi Z. Antibacterial properties of composite resins incorporating silver and zinc oxide nanoparticles on *Streptococcus mutans* and *Lactobacillus*. *Restor Dent Endod* 2014; 39(2): 109-114.
14. Hojati ST, Alaghemand H, Hamze F, Babaki FA, Rajab-Nia R, Rezvani MB, et al. Antibacterial, physical and mechanical

- properties of flowable resin composites containing zinc oxide nanoparticles. *Dent Mater* 2013; 29(5): 495-505.
15. Hamouda I, Beyari M, Samra N, Badawi M. Degree of conversion and antibacterial activity of total-etch versus self etch adhesive systems. *Clin Microbiol* 2013; 2(4): 1000113.
  16. Amin S, Shetty HK, Varma RK, Amin V, Nair PM. Comparative evaluation of antibacterial activity of total-etch and self-etch adhesive systems: An ex vitro study. *J Conserv Dent* 2014; 17(3): 266-270.
  17. Matalon S, Weiss EI, Gorfil C, Noy D, Slutzky H. In vitro antibacterial evaluation of flowable restorative materials. *Quintessence Int* 2009; 40(4): 327-332.
  18. Brambilla E, Cagetti MG, Gagliani M, Fadini L, García-Godoy F, Strohmenger L. Influence of different adhesive restorative materials on mutans streptococci colonization. *Am J Dent* 2005; 18(3): 173-176.
  19. Khare CH, Hiremath H, Sandesh N, Misar P, Gorie N. Evaluation of antibacterial activity of three different glass ionomer cements on streptococcus mutans: an in-vitro antimicrobial study. *Med Pharm Rep* 2019; 92(3): 288-293.
  20. Klai S, Altenburger M, Spitzmüller B, Anderson A, Hellwig E, Al-Ahmad A. Antimicrobial effects of dental luting glass ionomer cements on *Streptococcus mutans*. *Scientific World Journal* 2014; 2014: 807086.
  21. Hotwani K, Thosar N, Baliga S, Bundale S, Sharma K. Antibacterial effects of hybrid tooth colored restorative materials against *Streptococcus mutans*: an in vitro analysis. *J Conserv Dent* 2013; 16(4): 319-322.
  22. Adnan MM, Ariffin Z, Alam MK, Hassan A. The Potential of Antibacterial Effects of Dental Restorative Materials towards *Streptococcus mutans*: In Vitro Study. *Int Medical J* 2014; 21(1): 70-72.
  23. Sungurtekin-Ekci E, Ozdemir-Ozenen D, Duman S, Acuner IC, Sandalli N. Antibacterial surface properties of various fluoride-releasing restorative materials in vitro. *J Appl Biomater Funct Mater* 2015; 13(2): 169-173.
  24. Huang Q, Huang S, Liang X, Qin W, Liu F, Lin Z, et al. The antibacterial, cytotoxic, and flexural properties of a composite resin containing a quaternary ammonium monomer. *J Prosthet Dent* 2018; 120(4): 609-616.
  25. Ruivo MA, Pacheco RR, Sebold M, Giannini M. Surface roughness and filler particles characterization of resin-based composites. *Microsc Res Tech* 2019; 82(10): 1756-1767.
  26. Asiry MA, Alshahrani I, Alqahtani ND, H Durgesh B. Efficacy of yttrium (III) fluoride nanoparticles in orthodontic bonding. *J Nanosci Nanotechnol* 2019; 19(2): 1105-1110.
  27. Lellouche J, Friedman A, Gedanken A, Banin E. Antibacterial and antibiofilm properties of yttrium fluoride nanoparticles. *Int J Nanomedicine* 2012; 7: 5611-5624.
  28. Lapinska B, Konieczka M, Zarzycka B, Sokolowski K, Grzegorzczak J, Lukomska-Szymanska M. Flow cytometry analysis of antibacterial effects of universal dentin bonding agents on *streptococcus mutans*. *Molecules* 2019; 24(3): 532.
  29. Ebrahimi Chaharom ME, Ajami AA, Kahnamouei MA, Navimipour EJ, Tehranchi P, Zand V, et al. Antibacterial effect of all-in-one self-etch adhesives on *Enterococcus faecalis*. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects* 2014; 8(4): 225-229.
  30. Başeren M, Yazici R, Özalp M, Dayangaç B. Antibacterial activity of different generation dentin-bonding systems. *Quintessence Int* 2005; 36(5): 339-344.