

بررسی اثر نوع فیلر بر سایش سه جزئی کامپوزیت دندانی

دکتر اسماعیل یاسینی[†] - دکتر محمد عطائی^{**} - دکتر مریم امینی^{***}

*دانشیار گروه آموزشی ترمیمی دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی تهران

**استادیار پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران

***متخصص دندانپزشکی ترمیمی

Title: Effect of filler type on 3-body abrasion of dental composite.

Authors: Yasini E. Associate Professor*, Ataei M. Assistant Professor**, Amini M. Restorative Dentist *

Address: * Department of Operative Dentistry, Faculty of Dentistry, Tehran University of Medical Sciences

** Iran Polymer and Petrochemical Institute

Statement of Problem: The relatively poor wear resistance of dental composite in stress bearing posterior situations has restricted wider clinical application of this restorative material.

Purpose: The aim of this study was to evaluate the three body abrasive wear of a dental composite based on a new filler (leucite: KAl Si₂O₆) and to compare it with the wear resistance of a composite based on commonly used Aluminium – Barium Silicate filler.

Materials and Methods: This research was an interventional study done in Iran polymer institute. Five specimens were considered in each group. All ceramic IPS Empress® (Ivoclar- Vivadent) ingots based on leucite crystals were ball milled, passed through an 800 sieve and used as filler. Experimental composites were prepared by mixing the silane- treated fillers with monomers (BisGMA and TEGDMA). Camphorquinone and amine were used as photoinitiator system. Degree of conversion of the light-cured and post-cured composites was measured using FTIR spectroscopy. The prepared pastes were inserted into plexy-glass mold and light cured (700 mw/cm², 4(40 s). Then for maximum degree of conversion specimens were post- cured (120°C, 5 hours). Three body abrasion wear testing was performed using a wear machine with 50 rpm rotational movement. In this machine, pumice (150 meshes) was used as the third body. Weight loss of specimens in each group was measured by balance after each 50 hours. After wear testing SEM examination was made specimens in each group. The data were analyzed and compared using ANOVA and Tukey HSD tests (P<0.05). Tetric Ceram was tested as commercial composite.

Results: There were significant differences between three body abrasive wear of composites. The ranking from lowest to highest was as follows: leucite composite (19%) < Tetric Ceram (22%) < glass composite (28%). leucite composite showed the highest wear resistance value, probably due to the crystallinity and hardness of filler.

Conclusion: Introduction of this new filler as an alternative to glass filler, significantly increases the wear resistance of the resin composites. Further investigations on mechanical properties of new composites would be beneficial in the development of new dental materials.

Key Words: Composite; Filler; Wear; Leucite

Journal of Dentistry. Tehran University of Medical Sciences (Vol. 18; No. 2; 2005)

[†] مؤلف مسؤول: آدرس: تهران - خیابان انقلاب اسلامی - خیابان قدس - دانشگاه علوم پزشکی تهران - دانشکده دندانپزشکی - گروه آموزشی ترمیمی

دورنگار: ۶۴۰۱۱۳۲

تلفن: ۶۴۰۲۶۴۰ داخلی: ۲۲۲۶

چکیده

بیان مسأله: مقاومت سایشی نسبتاً ضعیف کامپوزیت‌های دندانی در نواحی تحت فشار اکلوزالی خلفی، استفاده وسیع از این ماده را در کلینیک محدود کرده است.

هدف: مطالعه حاضر با هدف ارزیابی سایش سه جزئی کامپوزیت لوسیت انجام شد. در این کامپوزیت از یک فیلر جدید (لوسیت: KAlSi_2O_6)، استفاده و مقاومت سایشی این کامپوزیت با سایش کامپوزیت شیشه (glass) که دارای فیلر شیشه آلومینیوم-باریوم سیلیکات است، مقایسه گردید.

روش بررسی: در این مطالعه مداخله‌ای که در پژوهشگاه پلیمر ایران انجام شد، در هر گروه ۵ نمونه جهت مطالعه قرار گرفت. شمش‌های تمام سرامیک بر پایه کریستال‌های لوسیت با نام تجاری IPS Empress® (Ivoclar-Vivadent)، توسط آسیاب گویچه‌ای خرد و از الک شماره ۸۰۰ گذرانده شدند. فیلرهای سایلن زده شده شیشه و لوسیت با مونومریس فنل گلاسیفیدیل متاکریلات (BisGMA) و تری اتیلن گلیکول دی متاکریلات (TEGDMA) به صورت دستی مخلوط و کامفورکوئینون و آمین به عنوان شروع‌کننده نوری اضافه شد. درجه تبدیل باندهای دوگانه (DC) کامپوزیت‌ها بعد از پلیمریزه نوری و حرارتی توسط طیف سنج مادون قرمز (FTIR) اندازه‌گیری شد. خمیرهای آماده شده کامپوزیت شیشه، لوسیت و همچنین کامپوزیت تجاری تتریک سرام به طور جداگانه، در قالب شفاف پلکسی گلاس قرار گرفتند و نوری با شدت 700 mw/cm^2 به مدت ۴۰ ثانیه، از هر طرف تابانده شد؛ سپس نمونه‌ها در کوره‌ای با دمای ۱۲۰ درجه سانتیگراد به مدت ۵ ساعت قرار گرفتند تا میزان DC به حداکثر مقدار ممکن برسد. آزمون سایش نمونه‌ها، درون ظرفی که توسط یک موتور با سرعت ۵۰ دور در دقیقه می‌چرخید، صورت گرفت. این ظرف حاوی پودر پامیس با مش ۱۵۰ بود و پودر پامیس به منزله جزء سوم که نمونه‌ها را می‌سایید، عمل کرد. میزان کاهش وزن نمونه‌ها توسط ترازو با دقت چهارصدم اعشار بعد از هر ۵۰ ساعت اندازه‌گیری شد. بعد از اتمام سایش نمونه‌ها، از سطح سائیده شده تصاویر SEM گرفته شد. اطلاعات جمع‌آوری شده با استفاده از آزمون‌های آماری ANOVA و Tukey HSD مورد تحلیل قرار گرفتند. $P < 0.05$ به عنوان سطح معنی‌داری در نظر گرفته شد.

یافته‌ها: بین میزان سایش نمونه‌های کامپوزیتی در سه گروه مختلف کامپوزیت تفاوت معنی‌داری وجود داشت؛ بیشترین و کمترین سایش به ترتیب در گروه کامپوزیت شیشه (۲۸٪) و کامپوزیت لوسیت (۱۹٪) به وجود آمد. احتمالاً تفاوت در میزان سایش نمونه‌ها به نوع فیلر، تبلور (crystallinity) و سختی (hardness) فیلرها مرتبط است. سایش کامپوزیت تتریک سرام از کامپوزیت لوسیت بیشتر و از کامپوزیت شیشه کمتر بود (۲۲٪).

نتیجه‌گیری: معرفی این فیلر جدید به عنوان جایگزینی برای فیلر شیشه، میزان سایش کامپوزیت را به طور چشمگیر کاهش داد و تحقیقات بیشتر روی خواص این کامپوزیت می‌تواند در جهت معرفی یک کامپوزیت با خواص مکانیکی بالا به سازندگان آن مثمرتر باشد.

کلیدواژه‌ها: کامپوزیت؛ فیلر؛ سایش؛ لوسیت

مجله دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی تهران (دوره ۱۸، شماره ۲، سال ۱۳۸۴)

مقدمه

(۲۰۱). سایش کامپوزیت تحت تأثیر عوامل مختلفی مانند نوع فیلر، درصد حجمی و ابعاد فیلر، ماهیت ماتریکس رزینی و عامل اتصال‌دهنده (coupling agent) است. بر اساس مطالعاتی که در جهت ارزیابی رابطه فیلر با خواص مکانیکی کامپوزیت صورت گرفته، نقش مهم فیلر واضح و روشن است (۳).

مطالعات کلینیکی هنوز نتوانسته، مقاومت سایشی کامپوزیت را در طولانی‌مدت ثابت کند و در حال حاضر استفاده از کامپوزیت‌های دندانی به نواحی‌ای که از نظر زیبایی مورد توجه است و در حفره‌های کوچکی که تحت فشار نیروهای اکلوزالی کمی قرار می‌گیرند، محدود می‌شود

در رابطه با اثر تبلور (crystallinity) فیلر بر مقاومت سایشی کامپوزیت اطلاعات ضد و نقیضی وجود دارد. در کامپوزیت Nuva-fil و Draughn و Harrison، سایش کامپوزیت را که دارای فیلرهای شیشه بود، نسبت به کامپوزیت Epoxydent که حاوی فیلرهای کریستالی کوارتز بود، بیشتر گزارش کردند و از آنجا که ابعاد و حجم ذرات فیلر در این دو کامپوزیت یکسان بود، این اختلاف سایش را به نوع فیلر و سختی آن نسبت دادند (۴) ولی Leinfelder گزارش کرد که فیلرهای نرم مانند فیلر شیشه در مقایسه با فیلرهای سخت مانند کوارتز می‌تواند نیروهای اکوزالی را بهتر جذب نماید؛ در حالی که فیلرهای سخت مقدار قابل توجهی از نیرو را به ماتریکس رزینی منتقل کرده و سبب ایجاد ترک و در نهایت جدا شدن ماده از سطح می‌شود و سایش کامپوزیت را افزایش می‌دهد (۵).

در رابطه با اثر تبلور (crystallinity) فیلر بر مقاومت سایشی کامپوزیت اطلاعات ضد و نقیضی وجود دارد. در کامپوزیت Nuva-fil و Draughn و Harrison، سایش کامپوزیت را که دارای فیلرهای شیشه بود، نسبت به کامپوزیت Epoxydent که حاوی فیلرهای کریستالی کوارتز بود، بیشتر گزارش کردند و از آنجا که ابعاد و حجم ذرات فیلر در این دو کامپوزیت یکسان بود، این اختلاف سایش را به نوع فیلر و سختی آن نسبت دادند (۴) ولی Leinfelder گزارش کرد که فیلرهای نرم مانند فیلر شیشه در مقایسه با فیلرهای سخت مانند کوارتز می‌تواند نیروهای اکوزالی را بهتر جذب نماید؛ در حالی که فیلرهای سخت مقدار قابل توجهی از نیرو را به ماتریکس رزینی منتقل کرده و سبب ایجاد ترک و در نهایت جدا شدن ماده از سطح می‌شود و سایش کامپوزیت را افزایش می‌دهد (۵).

در رابطه با اثر تبلور (crystallinity) فیلر بر مقاومت سایشی کامپوزیت اطلاعات ضد و نقیضی وجود دارد. در کامپوزیت Nuva-fil و Draughn و Harrison، سایش کامپوزیت را که دارای فیلرهای شیشه بود، نسبت به کامپوزیت Epoxydent که حاوی فیلرهای کریستالی کوارتز بود، بیشتر گزارش کردند و از آنجا که ابعاد و حجم ذرات فیلر در این دو کامپوزیت یکسان بود، این اختلاف سایش را به نوع فیلر و سختی آن نسبت دادند (۴) ولی Leinfelder گزارش کرد که فیلرهای نرم مانند فیلر شیشه در مقایسه با فیلرهای سخت مانند کوارتز می‌تواند نیروهای اکوزالی را بهتر جذب نماید؛ در حالی که فیلرهای سخت مقدار قابل توجهی از نیرو را به ماتریکس رزینی منتقل کرده و سبب ایجاد ترک و در نهایت جدا شدن ماده از سطح می‌شود و سایش کامپوزیت را افزایش می‌دهد (۵).

جدول ۱- ساختمان شیمیایی فیلر شیشه

درصد وزنی	ترکیب شیمیایی
۴۰-۷۰٪	اکسید سیلیکون
۵-۱۰٪	فلوراید آلومینیوم
۵-۱۰٪	فلوراید باریوم
۵-۱۰٪	فلوراید کلسیم
۵-۱۰٪	اکسید روی

جدول ۲- ساختمان شیمیایی سرامیک Empress

درصد وزنی	ترکیب شیمیایی
۶۱/۷٪	اکسید سیلیکون
۱۸/۸٪	اکسید آلومینیوم
۱۱٪	اکسید پتاسیم
۵/۵٪	اکسید سدیم
۱/۲٪	اکسید باریوم
۱/۸٪	اکسید کلسیم

** BisGMA: Bisphenol A glycidyl methacrylate

*** TEGDMA: Triethylene glycol dimethacrylate

**** γ -MPS: γ -Methacryloxy propyl trimethoxy silane

***** DMAEMA: Dimethyl amino ethyl methacrylate

در رابطه با اثر تبلور (crystallinity) فیلر بر مقاومت سایشی کامپوزیت اطلاعات ضد و نقیضی وجود دارد. در کامپوزیت Nuva-fil و Draughn و Harrison، سایش کامپوزیت را که دارای فیلرهای شیشه بود، نسبت به کامپوزیت Epoxydent که حاوی فیلرهای کریستالی کوارتز بود، بیشتر گزارش کردند و از آنجا که ابعاد و حجم ذرات فیلر در این دو کامپوزیت یکسان بود، این اختلاف سایش را به نوع فیلر و سختی آن نسبت دادند (۴) ولی Leinfelder گزارش کرد که فیلرهای نرم مانند فیلر شیشه در مقایسه با فیلرهای سخت مانند کوارتز می‌تواند نیروهای اکوزالی را بهتر جذب نماید؛ در حالی که فیلرهای سخت مقدار قابل توجهی از نیرو را به ماتریکس رزینی منتقل کرده و سبب ایجاد ترک و در نهایت جدا شدن ماده از سطح می‌شود و سایش کامپوزیت را افزایش می‌دهد (۵).

روش بررسی

در این مطالعه مداخله‌ای، شمش‌های IPS Empress® (Ivoclar-Vivadent Lot: D50014) توسط آسیاب گوچیچه‌ای خرد و از الک شماره ۸۰۰ (ASTM)* گذرانده شد و میانگین ابعاد ذرات آن توسط دستگاه دانه‌بندی Fritsch Particle Sizer Analysette 22, Germany در حد

* ASTM: American society for testing and materials

شدت جذب باند کربن آروماتیک در طول موج (1608cm^{-1}) طبق فرمول زیر به دست آمد:

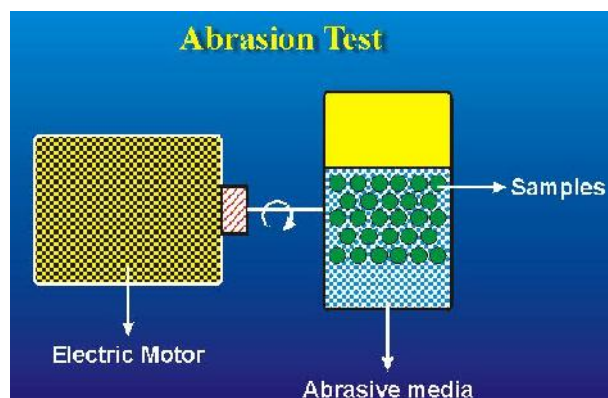
$$DC = \left(1 - \frac{(1637\text{cm}^{-1}/1608\text{cm}^{-1}) \text{ peak area after curing}}{(1637\text{cm}^{-1}/1608\text{cm}^{-1}) \text{ peak area before curing}}\right) \times 100$$

سایش نمونه‌ها با دستگاهی که در پژوهشگاه پلیمر ایران طراحی شده بود، صورت گرفت (شکل ۱). این وسیله شامل یک ظرف استوانه‌ای بود که به کمک یک موتور با سرعت ۵۰ دور در دقیقه می‌چرخید.

نمونه‌های کروی کامپوزیت درون این ظرف در محیطی شامل آب و پودر پامیس با مش ۱۵۰ ($100 \mu\text{m}$) قرار گرفتند. این پودر نوعی سنگ متخلخل آذرین است که به عنوان ساینده برای پرداخت در دندانپزشکی مصرف می‌شود. روند سایش 3-body abrasion است. نیروی وارده بر نمونه‌ها حین سایش تقریباً معادل نیروی هیدروستاتیک حاصل از وزن نمونه‌ها و پودر پامیس و آب است.

۳-۵ N نیروی هیدروستاتیک

به منظور حذف لایه سطحی اشباع شده از رزین، به مدت چند ساعت نمونه‌ها در دستگاه ساییده شدند؛ سپس وزن اولیه نمونه‌ها با ترازوی آزمایشگاهی با دقت ۴ رقم اعشار اندازه‌گیری شد. نمونه‌ها مجدداً در دستگاه قرار گرفتند و هر ۵۰ ساعت یک بار، نمونه‌ها از دستگاه بیرون آورده و با آب شسته شدند.



شکل ۱- نمایی از دستگاه سایش طراحی شده به منظور آزمون سایش سه جزئی

گیرد (pH= ۳-۴)؛ سپس فیلرها به این محلول، اضافه شد و به مدت ۲۰ روز در دمای اتاق باقی ماند تا بخوبی با سایلن وارد واکنش شده و کاملاً خشک شود؛ سپس فیلرهای شیشه و لوسیت با درصد وزنی ۷۳٪ به طور جداگانه با جزء رزینی که دارای BisGMA و TEGDMA به ترتیب به نسبت وزنی $\frac{70}{3}$ بود، با دست مخلوط شد. به خمیر حاصل ۵٪/۵ وزنی کامفور کوئینون و ۵٪/۵ وزنی آمین خطی DMAEMA اضافه گردید.

کامپوزیت تهیه‌شده از فیلر شیشه، لوسیت و همچنین کامپوزیت تجارتي تتریک سرام، در قالب کروی (قطر ۱ سانتیمتر) که از جنس پلکسی گلاس بود، به تعداد ۵ نمونه در هر گروه، فرم داده شد؛ سپس به مدت ۴۰ ثانیه از هر طرف با دستگاه نوری ۵۰۰ Optilux با سر ۱۱ میلی‌متر با شدت $700\text{mw}/\text{cm}^2$ پلیمر شد.

نمونه‌ها در کوره، در دمای ۱۲۰ درجه سانتیگراد به مدت ۵ ساعت قرار گرفت تا درجه تبدیل باندهای دوگانه به حداکثر مقدار برسد. از نمونه‌ها به مدت ۲ هفته در آب نگهداری شد تا جذب آب آن به حالت تعادل برسد.

به منظور اندازه‌گیری میزان تبدیل باندهای دوگانه، خمیر کامپوزیتی، بین دو ورقه پلی‌اتیلنی نازک قرار گرفت و توسط پیک جذبی اشعه زیر قرمز (infrared) اندازه‌گیری شد. در هر گروه ۳ نمونه، در نظر گرفته شد.

نمونه‌های نازک به مدت ۴۰ ثانیه با دستگاه Optilux 500 با شدت $700\text{mw}/\text{cm}^2$ پلیمر شد و دوباره پیک جذبی آن در هر گروه اندازه‌گیری و سپس نمونه‌ها به مدت ۳ ساعت در دمای ۱۲۰ درجه سانتیگراد قرار گرفتند و پیک جذبی اشعه اندازه‌گیری شد.

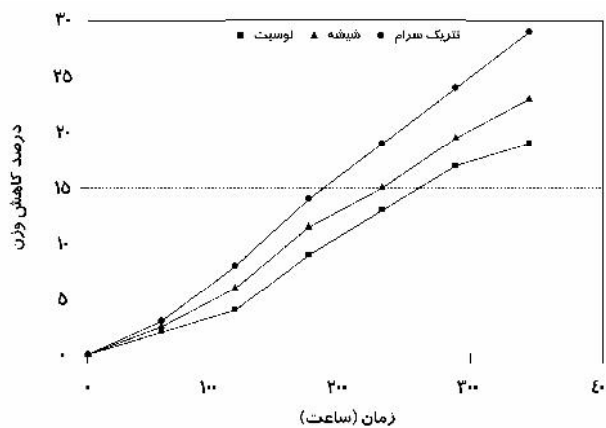
درصد تبدیل باندهای دوگانه از نسبت شدت جذب باندهای دوگانه آلفاتیک C-C در طول موج 1637cm^{-1} بر

* FTIR: Fourier Transform Infrared Spectroscopy

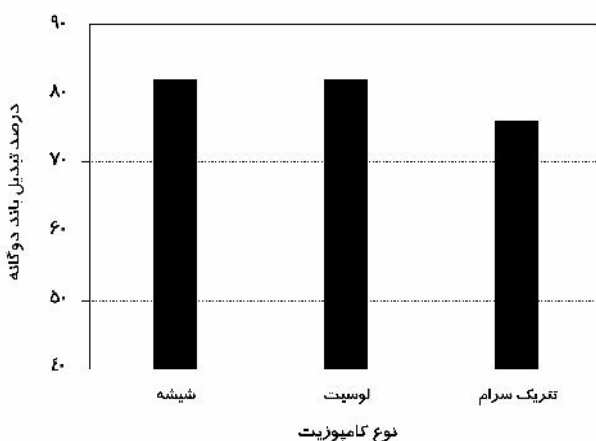
کمترین مقدار را در میان گروههای دیگر نشان داد ($P=0/0001$). سایش نمونه های تتریک سرام از کامپوزیت شیشه کمتر و از لوسیت بیشتر بود و اختلاف معنی داری داشت ($P=0/0001$) (نمودارهای ۱ و ۲).

در نمودار ۱، درصد کاهش وزن نمونه های کامپوزیت در ساعت های مختلف و در نمودار ۲، درصد تبدیل باندهای دوگانه بعد از پخت حرارتی نمایش داده شده است.

تصاویر SEM از سطح سایش و مقطع شکست نمونه های کامپوزیتی لوسیت و تتریک سرام و کامپوزیت شیشه در شکل های ۲-۷ نشان داده شده است.



نمودار ۱- درصد کاهش وزن نمونه های کامپوزیت در ساعت های مختلف



نمودار ۲- درصد تبدیل باندهای دوگانه بعد از پخت حرارتی

آب سطحی نمونه ها با کاغذ صافی خشک و وزن آن با ترازو با دقت چهارصدم اعشار اندازه گیری شد. این کار شش مرتبه تکرار شد و درصد افت وزنی در هر مرتبه به عنوان معیاری برای سایش از معادله زیر به دست آمد:

$$\text{درصد سایش} = \frac{w_0 - w_n}{w_0} \times 100 = \text{درصد افت وزنی}$$

در این فرمول w_0 وزن اولیه و w_n وزن نمونه پس از هر بار سایش است. از سطح نمونه های سائیده شده و سطح شکست آن نمای SEM* تهیه شد.

داده های به دست آمده با استفاده از نرم افزار SPSS و آزمونهای آماری ANOVA و Tukey HSD مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و $P < 0/05$ به عنوان سطح معنی داری در نظر گرفته شد.

یافته ها

در بین مقادیر مربوط به درصد تبدیل باندهای دوگانه (DC) در گروه های مختلف کامپوزیتی بعد از پخت حرارتی (post-curing) اختلاف معنی داری وجود نداشت ($P=0/061$). مقدار P در بین داده های مربوط به DC Light برابر با $0/05$ محاسبه شد.

به منظور دقت بیشتر، آزمون Dun procedure با P بحرانی $0/0166$ صورت گرفت که نتایج نشان دهنده عدم وجود تفاوت چشمگیر بین مقادیر مربوط به DC Light در بین گروه های کامپوزیتی شیشه- لوسیت و شیشه- تتریک سرام بود ولی بین گروه لوسیت و تتریک سرام تفاوت معنی دار بود ($P=0/0164$).

با انجام آزمون ANOVA و Tukey HSD در بین مقادیر درصد کاهش وزن گروه های مختلف کامپوزیتی اختلاف معنی داری وجود داشت؛ به طوری که گروه کامپوزیت شیشه، بیشترین میزان سایش و گروه کامپوزیت لوسیت

* Scanning Electromicroscope

بحث و نتیجه گیری

در مطالعه حاضر بین میزان و سرعت سایش کامپوزیت لوسیت که حاوی کریستال‌های لوسیت است با گروه شاهد که حاوی فیلرهای بی‌شکل شیشه است، به صورت چشمگیر تفاوت دیده شد ($P=0/0001$)؛ به طوری که کاهش وزن نمونه‌های لوسیت در فواصل ۵۰ ساعته بسیار کمتر از گروه کامپوزیت دارای فیلر شیشه بود.

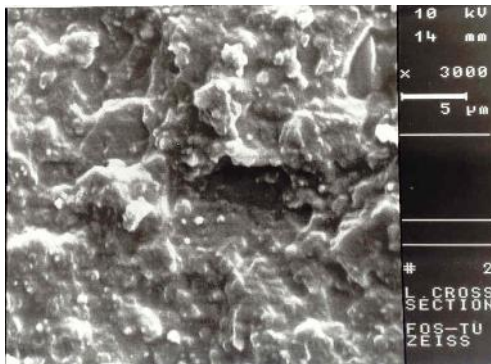
این تفاوت در سرعت سایش، بین گروه کامپوزیت تجارتي تتریک سرام با گروه کامپوزیت شیشه و لوسیت هم چشمگیر بود و کامپوزیت تتریک سرام کمتر از کامپوزیت شیشه و بیشتر از کامپوزیت لوسیت سائیده شد ($P=0/0001$).

در سایش سه جزئی (3-body abrasion) وقتی دو سطح در جهات مختلف یا با سرعت‌های متفاوت روی هم حرکت کنند، به طوری که یک لایه از ذرات ساینده به طور آزاد در میان آنها حرکت کند، ذرات ساینده مسیری را که کمترین مقاومت را دارد انتخاب می‌کنند و در آن مسیر بیشترین سایش را ایجاد می‌نمایند (۱۰).

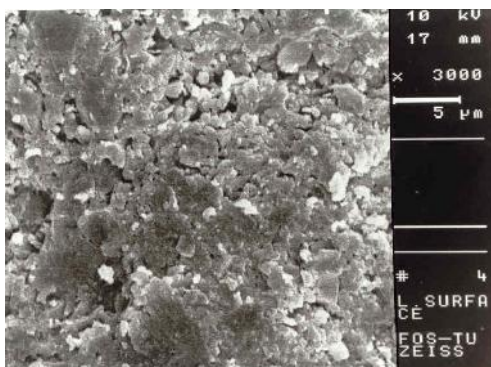
از آنجا که در تهیه نمونه‌های کامپوزیت شیشه و لوسیت تمام متغیرها به جز نوع فیلر ثابت نگاه داشته شد، می‌توان تفاوت در میزان سایش را در بین این دو گروه به تبلور (crystallinity) و سختی (hardness) فیلرهای لوسیت مرتبط دانست.

Lim و همکاران گزارش کردند که در سایش سه جزئی، ماده سخت، ماده نرم را می‌ساید و به نظر می‌رسد که افزودن فیلرهای معدنی سخت به ماتریکس رزینی نرم، در کل مقاومت سایشی کامپوزیت را بالا ببرد (۱۱).

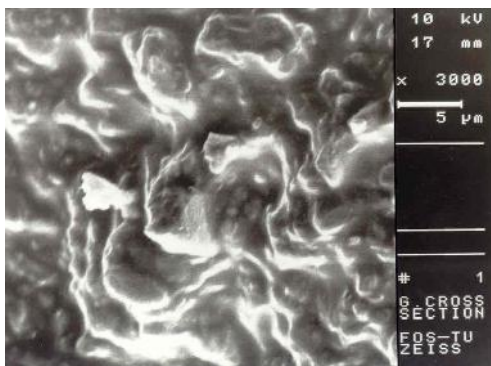
Suzuki و همکاران نیز گزارش کردند که کامپوزیت‌های حاوی فیلرهای سخت‌تر مانند کوارتز، سایش کمتری را در مقایسه با کامپوزیت‌هایی که حاوی فیلرهای نرم‌تر مانند سیلیکات باریوم هستند نشان می‌دهند (۱۲).



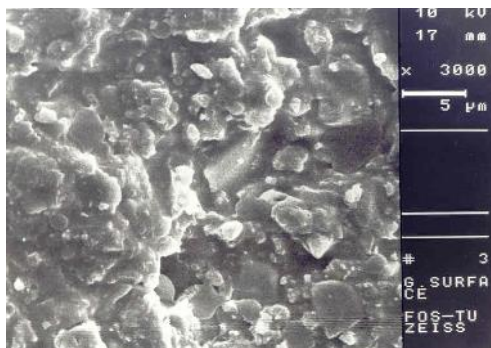
شکل ۲- نمای SEM از سطح شکست کامپوزیت لوسیت



شکل ۳- نمای SEM از سطح سایش کامپوزیت لوسیت



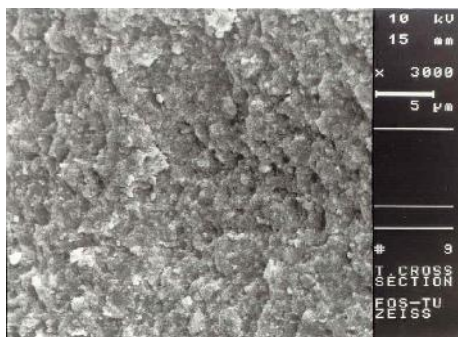
شکل ۴- نمای SEM از سطح شکست کامپوزیت شیشه



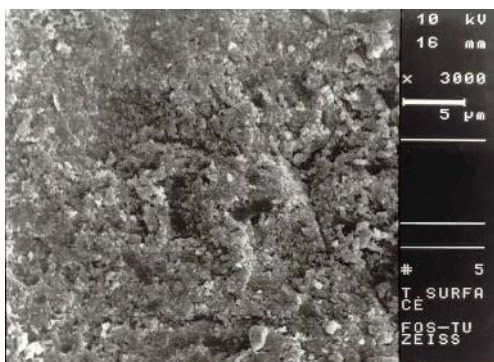
شکل ۵- نمای SEM از سطح سایش کامپوزیت شیشه

آغشته در رزین و همسطح با آن در یک سطح صاف دیده شد. در نمای SEM سطح ساییده شده کامپوزیت شیشه، بیرون زدگی فیلر از سطح بیشتر به چشم می‌خورد.

هدف اولیه این مطالعه، مقایسه سایش سه جزئی کامپوزیت لوسیت (فیلرهای کریستالی $KAl Si_2O_6$) با کامپوزیت شیشه که دارای فیلرهای آمورف SiO_2 است، بود و گروه تتریک سرام فقط به عنوان یک محصول تجاری در نظر گرفته و مقدار سایش آن گزارش شد ولی امکان بررسی دقیق روی عوامل مؤثر در میزان سایش آن در مقایسه با دو گروه دیگر وجود نداشت؛ چون میانگین ابعاد ذرات آن ریزتر ($3-10.4 \mu m$) و درصد وزنی فیلر آن ۷۹٪ وزنی است؛ در ضمن اجزای رزین آن هم کمی متفاوت از کامپوزیت‌هایی است که در لابراتوار ساخته شد ولی باید به این نکته اشاره شود که کامپوزیت تتریک سرام، با وجود ذرات ریز فیلر و بالاتر بودن درصد وزنی آن، بیشتر از کامپوزیت لوسیت سائیده شد و این شاید تأییدی بر اهمیت نوع فیلر و تبلور (crystallinity) آن باشد.



شکل ۶- نمای SEM از سطح شکست کامپوزیت تتریک سرام



در تحقیق Say و همکاران، بین سختی و سایش سه جزئی کامپوزیت رابطه معنی‌داری مشاهده شد؛ به طوری که هرچه سطح سخت‌تر بود، به سایش سه جزئی کمتر مستعد بود؛ در این مطالعه کامپوزیت P60 که دارای بیشترین سختی بود، کمترین سایش را نشان داد؛ اما این امکان وجود دارد که این رابطه در مورد تعدادی از مواد صحیح باشد و بسط آن به کلینیک نیازمند ارزیابی کلینیکی است (۳).

نتایج مشابه مطالعه فوق، توسط Mandikos و همکاران (۱۳) و Yap و همکاران (۱۴) گزارش گردید؛ یعنی با افزایش سختی، میزان سایش سه جزئی کاهش می‌یابد. در این دو مطالعه هم سایش از نوع سه جزئی بود (۱۳، ۱۴).

ذرات ساینده در مطالعه حاضر، پودر پامیس بود. سختی پامیس در رتبه‌بندی Mohs، ۶-۷ گزارش می‌شود که سخت‌تر از کامپوزیت است و آن را می‌ساید (۱۵).

در مطالعه Gorman و همکاران (۱۶) و Seghi و همکاران (۱۷) نیز سختی Empress که حاوی کریستال‌های لوسیت است، در حد $6/94 Gpa$ و $6/57 Gpa$ گزارش شد.

Willemis در تحقیق خود، سختی فیلرهای شیشه باریوم

و شیشه را روی معادل $3-4 Gpa$ گزارش کرد (۱۸).

با فرض این که سختی فیلرهای کامپوزیت در میزان سایش آن مؤثر است، می‌توان نتایج حاصل از مطالعه را چنین توجیه نمود که فیلرهای لوسیت باعث می‌شود سختی سطح کامپوزیت بالا رود و پودر پامیس کمتر آن را سایش دهد. در هر صورت وجود شکل کریستالی لوسیت نسبت به شیشه آمورف توانسته مقاومت سایشی کامپوزیت را بالا ببرد.

در بررسی تصاویر SEM از سطح سایش و مقطع شکست نمونه‌های کامپوزیتی لوسیت و تتریک سرام، جدایی فیلرها از فاز رزینی مشاهده نشد و تصاویر حاکی از باند خوب بین فیلر و ماتریکس بود. تصاویر سطح سایش تتریک سرام و لوسیت شباهت زیادی به هم داشتند؛ به طوری که فیلرها

تغذیه، محل ترمیم، نوع اکلوژن، عادات پارافانکشنال، سطح مقابل ترمیم نیز روی میزان و سرعت سایش در داخل دهان تأثیر می‌گذارد و سیستم‌های آزمایشگاهی تنها برای تخمین کارایی کلینیکی ماده به کار می‌روند.

تحقیقات بیشتر روی سایر خواص فیزیکی- مکانیکی کامپوزیت لوسیت و ارتقاء سطح کیفی آن می‌تواند در جهت معرفی یک کامپوزیت جدید با خواص مکانیکی بالا به سازندگان آن مفید باشد.

شکل ۷- نمای SEM از سطح سایش کامپوزیت تتریک سرام با توجه به تعداد محدود نمونه در هر گروه (۵ عدد) و انحراف معیار کم در بین داده‌های هر گروه، می‌توان به این نتیجه رسید که ماشین سایش استفاده شده در این مطالعه دقت مناسبی برای ارزیابی و رتبه‌بندی سایش کامپوزیت در لابراتوار داشته است؛ اما برای رسیدن به پاسخ این سؤال که آیا این رتبه‌بندی با کارایی کلینیکی این کامپوزیت‌ها رابطه دارد یا خیر، باید مطالعات کلینیکی انجام شود.

واضح است که عوامل متعددی مانند جنس، سن، نوع

منابع:

- Collins CJ, Bryant RW, Hodge K-LV. A clinical study of six different posterior composite resin restorations: 8 year finding. *J Dent* 1998; 26(4): 311-17.
- Mair LH. Ten year clinical assessment of three posterior resin composite and two amalgam. *Quintessence Int* 1998; 29: 483-90.
- Say EC, Civelek A, Nobecourt A, Ersoy M, Galeryuz C. Wear and microhardness of different resin composite materials. *Oper Dent* 2003; 28(5): 628-34.
- Harrison A, Draughn RA. Relationship between abrasive wear and microstructure of composite resin. *J Prosthet Dent* 1978; 40: 220-24.
- Leinfelder KF. Composite resins. *Dent Clin North Am* 1985; 29(2): 359-70.
- McLean JW. Evolution of dental ceramics in the twentieth century. *J Prosthet Dent* 2001; 85 (1): 61-66.
- Craig RG, Powers JM. *Restorative Dental Materials*. 11th ed. London: Mosby; 2002: Chapt. 7,9,18.
- Hooshmand T, Daw R, Van Noort R, Short RD. XPS analysis of the surface of leucite reinforced feldspathic ceramics. *Dent Mater* 2001; 17: 1-6.
- Holand W, Schweiger M, Frank M, Rheinberger V. A comparison of the microstructure and properties of the IPS Empress 2 and IPS Empress glass ceramics. *J Biomed Mater Res* 2000; 53(4): 297-303.
- Soderholm KJ, Richards ND. Wear resistance of composites: a solved problem? *Gen Dent*. 1998;46(3):256-63.
- Lim BS, Ferracane JL, Condon JR, Adey JD. Effect of filler fraction and filler surface treatment on wear of microfilled composites. *Dent Mater* 2002; 18: 1-11.
- Suzuki S, Suzuki SH, Cox CF. Evaluating the antagonistic wear of restorative materials when placed against human enamel. *J Am Dent Assoc* 1996; 127: 78-80.
- Mandikos MN, MCGiveny CP, Davis-E, Bush PJ, Carter MA. Comparison of wear resistance and hardness of indirect composite. *J Prosthet Dent* 2001; 85: 388-95.
- Yap AUJ, Teoh SH, Tan KB. Three body abrasive wear of composite restoratives. *Oper Dent* 2001; 26(2): 145-51.
- Anusavice KJ. *Philipp's Science of Dental Materials*. 10th ed. Philadelphia: Saunders; 1996: Chapt 12.
- Gorman CM, McDevitt WE, Hill RG. Comparison of two heat-pressed all ceramic dental materials. *Dent Mater* 2000; 16: 389-95.
- Seghi RR, Denry IL, Rosenstiel SF. Relative fracture toughness and hardness of new dental ceramics. *J Prosthet Dent* 1995; 74: 145-50.

18- Willems G. Composite resins in twenty-first century. Quintessence Int 1993; 24: 641-58.