

بررسی تأثیر مایعات مشابه غذا بر روی ریزسختی سطحی دو نوع کامپوزیت

دکتر مریم قوام- ** دکتر سکینه آرامی†*** - دکتر معصومه حسینی طباطبایی*** - دکتر منصوره میرزایی***
دکتر حمید کرمانشاه*** - دکتر ایوب پهلوان*** - دکتر اسماعیل یاسینی* - دکتر مرضیه دهقان***

*استاد گروه آموزشی ترمیمی و زیبایی دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی تهران
**عضو مرکز تحقیقات دندانپزشکی و دانشیار گروه آموزشی دندانپزشکی ترمیمی و زیبایی دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی،
درمانی تهران
***استادیار گروه آموزشی دندانپزشکی ترمیمی و زیبایی دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی تهران
****دندانپزشک

Title: Effect of food simulating liquids on surface hardness of two dental resin composites

Authors: Ghavam M. Associate Professor*, Arami S. Assistant Professor*, Hasani Tabatabaie M. Assistant Professor*, Mirzaei M. Assistant Professor*, Kermanshah H. Assistant Professor*, Pahlavan A. Associate Professor*, Yasini E. Professor*, Dehghan M. Dentist

Address: * Department of Operative Dentistry, School of Dentistry, Tehran University of Medical sciences

Background and Aim: Decreasing the hardness of dental restorative composites after curing in oral environment can influence their clinical durability. The aim of this study was to evaluate the effect of food-simulating liquids such as 25%, 50%, 75 % ethanol and 50 % heptane on surface hardness of two composites – (Gradia and P60) after curing and immersing time of 24 hours and 7 days.

Materials and Methods: 45 specimens of each composite were prepared in a stainless steel mold with 6 mm diameter and 2 mm depth. 5 specimens of each composite were tested for microhardness immediately after curing as the control group. The other specimens of each composite were randomly divided into eight groups. Each specimen was immersed in one of the following solutions 25%, 50%, 75 % ethanol and 50 % heptane for either 24 hours or 7 days. Then the specimens were taken out of the solutions and washed and dried and transferred to the refrigerator until performing the test. In standard conditions, surface microhardness of specimens was evaluated by the microhardness device based on Vickers. The data were analyzed by one way ANOVA 3 way ANOVA and Tukey Post Hoc tests. The level of significance was set at $p < 0.05$.

Results: Surface hardness of P60 composite was higher than that of Gradia. An analysis of variance in gradia and p60 showed significant difference between the control and all the other groups ($P < 0.05$) except the 25% ethanol ($P = 0.514$). After 24 hours all the solutions had significant effect on Gradia ($P < 0.05$) except 50% and 75% ethanol ($P = 0.793$). After 7 days all the solutions had significant effect on Gradia except 50% and 25% ethanol ($P = 0.385$) and 50% and 75% ethanol ($P = 0.150$). According to P60 after both 24 hours and 7 days all the solutions had significant effect on the hardness. 50 % heptane increased the hardness ($P = 0.00$). 75% ethanol significantly decreased the hardness ($P = 0.000$) followed by 50% ($P = 0.001$) and 25% ethanol ($P = 0.007$).

Conclusion: Based on the results of this study, the effect of time was not significant. P60 showed to be more resistant. 75% ethanol had much more effect followed by 50% and 25% ethanol. Heptane increased the mean surface hardness.

Key Words: Hardness; Composite; Heptane; Ethanol

چکیده

زمینه و هدف: کاهش سختی ترمیم‌های رزین کامپوزیت در دهان پس از سخت شدن به وسیله نور مرئی می‌تواند دوام کلینیکی این مواد را تحت تأثیر قرار

+ مؤلف مسؤول: نشانی: تهران- خیابان انقلاب- خیابان قدس- دانشگاه علوم پزشکی تهران- دانشکده دندانپزشکی- گروه آموزشی ترمیمی و زیبایی
تلفن: ۶۶۴۹۲۲۱۳ نشانی الکترونیک: nasrinarami@gmail.com

دهد. هدف از این تحقیق بررسی اثر مایعات مشابه غذا مانند اتانول ۲۵٪، ۵۰٪ و ۷۵٪ و هپتان ۵۰٪ بر روی سختی سطحی دو نوع کامپوزیت (P60 و Gradia) پس از سخت شدن بوسیله نور مرئی و غوطه‌ور شدن به مدت ۲۴ ساعت و ۷ روز بود.

روش بررسی: ۴۵ نمونه از هر کامپوزیت در یک مولد استنلس استیل با ابعاد ۲ در ۶ میلی‌متر قرار داده و سخت شدند. از هر نوع کامپوزیت تعداد ۵ نمونه بلافاصله پس از سخت شدن با نور مرئی تحت آزمون ریزسختی قرار گرفتند تا ریزسختی اولیه کامپوزیت‌ها به دست آید (گروه کنترل). نمونه‌ها از هر کامپوزیت در لوله‌هایی محتوی محلول اتانول با غلظت‌های ۲۵٪، ۵۰٪ و ۷۵٪ و هپتان ۵۰٪ به مدت ۲۴ ساعت و ۷ روز قرار گرفتند. سپس نمونه‌ها از محلول خارج، شسته و خشک شدند و تا زمان آزمایش به یخچال منتقل گشتند. در شرایط استاندارد میزان ریزسختی سطح نمونه‌ها با دستگاه Microhardness سنجیده شد. نتایج با مقیاس ویکرز اندازه‌گیری شد و داده‌ها با استفاده از تست‌های one-way ANOVA و 3-way ANOVA و Tukey Post-hoc آنالیز قرار گردید. $P < 0.05$ سطح معنی‌دار بودن نتایج قرار داده شد.

یافته‌ها: سختی سطحی کامپوزیت P60 از کامپوزیت گرادیا بیشتر بود. آنالیز واریانس در گرادیا و P60 نشان داد که به غیر از اتانول ۲۵٪ ($P = 0.014$) بین گروه کنترل و همه گروه‌های دیگر تفاوت آماری معنی‌داری ($P < 0.05$) وجود داشت. پس از ۲۴ ساعت همه مایعات به غیر از اتانول ۵۰٪ و ۷۵٪ ($P = 0.793$) تأثیر معنی‌داری روی کامپوزیت گرادیا داشتند. پس از ۷ روز همه مایعات به غیر از اتانول ۲۵٪ و ۵۰٪ ($P = 0.385$) و اتانول ۵۰٪ و ۷۵٪ ($P = 0.150$) تأثیر معنی‌داری روی کامپوزیت گرادیا داشتند. کامپوزیت P60 بعد از زمان ۲۴ ساعت و ۷ روز تأثیر همه مایعات را روی سختی معنی‌دار نشان داد. هپتان ۵۰٪ سختی را افزود ($P = 0.000$) و اتانول ۷۵٪ ($P = 0.000$) و اتانول ۵۰٪ ($P = 0.001$) و اتانول ۲۵٪ ($P = 0.007$) سختی کامپوزیت را بطور معنی‌داری کاهش داد.

نتیجه‌گیری: بر اساس این مطالعه زمان بر روی نتایج اثری نداشت. P60 استحکام بیشتری نشان داد. اتانول ۷۵٪، ۵۰٪ و ۲۵٪ به ترتیب تأثیرگذار بودند. هپتان سختی سطحی را افزایش داد.

کلید واژه‌ها: سختی؛ کامپوزیت؛ هپتان؛ اتانول

وصول: ۸۸/۰۲/۱۳ اصلاح نهایی: ۸۸/۰۸/۲۷ تأیید چاپ: ۸۸/۰۸/۳۰

مقدمه

تخریب بیشتر در اثر حمله مکانیکی طی مضع می‌نماید. یکی از فاکتورهای تعیین کننده در degradation ترمیم‌های کامپوزیت مواد غذایی هستند که همواره تأثیراتی روی ترکیبات کامپوزیتی داشته‌اند. این ترمیم‌ها به حضور حلال‌هایی مانند اتانول حساس می‌باشند (۱۰). این حلال به عنوان مقلد غذا شناخته شده و در تحقیقات مورد استفاده قرار می‌گیرد. مواد مشابه غذایی که برای شبیه‌سازی اثرات مواد غذایی استفاده می‌شوند، باتوجه به راهنمای FDA (سازمان غذا و داروی آمریکا) انتخاب شده‌اند (۱۱). هپتان ۵۰٪ مشابه کره، گوشت چرب و روغن‌های گیاهی است، درحالی‌که محلول‌های اتانول با غلظت‌های ۲۵٪ و ۵۰٪ و ۷۵٪ شرایط نوشابه‌های الکلی، نوشیدنی‌ها، سبزیجات و میوه‌جات را شبیه‌سازی می‌کند (۱۲).

اهداف ما در این مطالعه بررسی تأثیر غلظت و نوع محیط‌هایی که با کامپوزیت در تماس هستند (مایعات مشابه غذا) و مدت زمان قرار گرفتن نمونه‌ها در محیط (۲۴ ساعت و ۷ روز) بر روند degradation سطحی و سختی سطحی دو نوع کامپوزیت Gradia و P60 بود که از طریق اندازه‌گیری ریزسختی کامپوزیت مورد بررسی قرار گرفت. کاربرد این مسئله آگاهی از تأثیر انواع محیط‌های مشابه غذا بر روی ریزسختی سطحی کامپوزیت‌های مورد مطالعه است.

امروزه مواد کامپوزیتی در ترمیم‌های دندان‌های کاربرد بسیاری یافته است (۱). یکی از اتفاقات مهم در تاریخ دندانپزشکی ترمیمی مدرن گسترش رزین کامپوزیت‌های لایت کیور برای روش‌های ترمیم مستقیم بوده است (۲). بهبود خواص مکانیکی کامپوزیت‌ها و دستگاه‌های لایت کیور استفاده از کامپوزیت‌ها را در ترمیم‌های خلفی با کیفیت و مقاومت بهتری نسبت به سال‌های گذشته، امکان‌پذیر کرده است (۳،۴). اما علیرغم بهبود قابل توجه این مواد در سال‌های اخیر کاربرد آنها در نواحی خلفی همچنان محدود است. استحکام باند مواد چسباننده، الاستیک مدولوس مواد ترمیمی، شکل حفره، کیفیت و مدت زمان کیور کردن از فاکتورهای تأثیرگذار در استحکام و کیفیت لبه‌ای ترمیم‌های کامپوزیتی هستند (۵،۶). کامپوزیت‌ها دارای انقباض نسبتاً قابل ملاحظه‌ای در هنگام پلیمریزاسیون هستند، که منجر به تشکیل فاصله و میکرولیکیج در این ترمیم‌ها می‌شود (۷). بعلاوه یکی از مهم‌ترین مشکلات کامپوزیت‌ها، مقاومت ضعیف آنها نسبت به سایش می‌باشد (۸،۹). روند سایش رزین‌های کامپوزیت در محیط دهان همراه با degradation شیمیایی سطح می‌باشد. degradation شیمیایی موجب نرم شدن لایه‌های سطحی کامپوزیت شده و آن را مستعد

روشن بررسی

هر نمونه سه نفوذ صورت گرفت و میانگین اعداد حاصله محاسبه شد. آنالیز واریانس سه طرفه و یک طرفه و Tukey Post-hoc با سطح معنی داری $P < 0/05$ جهت بررسی نتایج استفاده شد.

یافته‌ها

در تمام گروه‌ها کامپوزیت Gradia از P60 سختی کمتری داشت ($P < 0/001$). مقادیر میانگین و انحراف معیار ریزسختی برای هر گروه از نمونه‌ها محاسبه شد. آنالیز واریانس سه طرفه با سطح اطمینان $P < 0/05$ برای بررسی معنی دار بودن اثر هر سه متغیر با هم مورد استفاده قرار گرفت. آنالیز واریانس یک طرفه برای بررسی معنی دار بودن اثر هر یک از متغیرها به تنهایی با ثابت نگه داشتن دو متغیر دیگر استفاده شد.

نتایج نشان داد که در کامپوزیت گرادیا ریزسختی گروه کنترل بطور معنی داری از گروه‌های آزمایشی ۲۴ ساعته اتانول ۵۰٪ و ۷۵٪ بیشتر و از هپتان ۵۰٪ کمتر بود ($P < 0/001$)، ولی با اتانول ۲۵٪ در ۲۴ ساعت اختلاف معنی دار نبود ($P > 0/05$). ریزسختی گروه کنترل بطور معنی داری از گروه‌های آزمایشی ۷ روزه اتانول ۲۵٪ و ۵۰٪ و ۷۵٪ بیشتر و از هپتان ۵۰٪ کمتر بود ($P < 0/05$).

در مورد کامپوزیت P60 نتایج نشان داد ریزسختی گروه کنترل بطور معنی داری از گروه‌های آزمایشی اتانول ۲۵٪ و ۵۰٪ و ۷۵٪ در هر دو زمان ۲۴ ساعت و ۷ روز بیشتر بود و از گروه‌های آزمایشی هپتان ۵۰٪ ریزسختی کمتری داشت ($P < 0/05$). آنالیز واریانس سه طرفه در رابطه با متغیرهای کامپوزیت، محلول و زمان نشان داد که اثر تداخلی سه متغیر با هم معنی دار نبوده است ($P = 0/839$).

اثر تداخلی در بررسی دو متغیر کامپوزیت و حلال و همچنین اثر تداخلی دو متغیر زمان و حلال همچنین اثر تداخلی دو متغیر زمان و کامپوزیت معنی دار بود ($P = 0/000$).

در بررسی هر متغیر به تنهایی اثر زمان معنی دار نبود ($P = 0/672$) و اثر دو متغیر دیگر یعنی نوع کامپوزیت و حلال معنی دار بود.

آنالیز واریانس در هر دو کامپوزیت تفاوت معنی داری بین گروه کنترل و همه گروه‌های دیگر نشان داد بجز گروه کنترل با اتانول ۲۵٪ که تفاوت معنی دار نبود ($P = 0/514$). در گرادیا بعد از ۲۴ ساعت بین تمام نمونه‌ها در محلول‌ها تفاوت معنی داری دیده شد بجز بین

تعداد ۹۰ نمونه (از هر کامپوزیت ۴۵ نمونه) از دو نوع کامپوزیت مورد مطالعه به نام‌های Gradia و P60 انتخاب شدند، یک مولد استنلس استیل به ابعاد (۲ mm×۶ mm) تهیه گردید. مواد به وسیله اسپاتول کاملاً درون مولد فشرده شدند. در دو طرف مواد نوار ماتریکس برای جلوگیری از تشکیل لایه Oxygen inhibited قرار داده شد. مطابق دستور کارخانه سازنده کامپوزیت‌ها با دستگاه لایت کیور کالیبره Faraz Dentine ساخت ایران با قدرت ۳۰۰ وات کیور شدند (در این مطالعه همه نمونه‌ها به مدت ۴۰ ثانیه کیور گشتند). سپس بلافاصله به وسیله دیسک پرداخت و پودر پامیس پرداخت شده، زیر جریان آب شسته و با اسپری هوا خشک شدند. پالیش به وسیله دیسک Amostras (TDV Dental, Brazil) انجام شد و سپس پالیش نهایی صورت گرفت. از هر نوع کامپوزیت تعداد ۵ نمونه تحت آزمون ریزسختی قرار گرفتند تا ریزسختی اولیه کامپوزیت‌ها برای مقایسه با شرایط آزمایش در دست باشد (گروه کنترل) و سپس گروه‌های آزمایشی به شرح زیر تهیه شدند: از هر نوع کامپوزیت تعداد ۵ نمونه در لوله‌هایی با حجم ۲ سی سی حاوی غلظت‌های ۲۵٪ و ۵۰٪ و ۷۵٪ اتانول و ۵۰٪ هپتان قرار داده شدند. برای اینکه همه سطوح نمونه‌ها با محیط تماس باشد در قسمت مرکزی نمونه‌ها توسط فرز الماسی ۰۰۸ سوراخی ایجاد شد و با استفاده از الیاف نخی نمونه‌ها داخل لوله‌های محتوی غلظت‌های مختلف اتانول و هپتان به صورت معلق قرار گرفتند. درب لوله‌ها توسط فویل آلومینیومی کاملاً مسدود شد تا از تبخیر آب و تغییر غلظت مایعات جلوگیری شود. دمای محلول‌های مورد بررسی ۳۷ درجه سانتی‌گراد بود. پس از گذشت ۲۴ ساعت و ۷ روز نمونه‌ها از محلول خارج شده، شسته شده و به یخچال منتقل گشتند.

در شرایط استاندارد میزان سختی سطح کامپوزیت‌ها با دستگاه Microhardness براساس ویکرز اندازه‌گیری شد. بدین صورت که نفوذ کننده هرمی الماسی با زاویه ۱۳۶ درجه با نیروی ۵۰ گرم به مدت ۱۵ ثانیه در سطح هر نمونه نفوذ می‌نمود. اثر این نفوذ در سطح به شکل مربع بود. اقطار مربع حاصله بلافاصله پس از نفوذ در زیر میکروسکوپ اندازه‌گیری شد و در فرمول ریزسختی ویکرز $VH = 1/854 Pd^2$ قرار گرفت. در فرمول فوق P نیروی وارد بر حسب کیلوگرم و d متوسط طول اقطار مربع بر حسب میلی‌متر می‌باشد. برای

در این مطالعه دو نوع کامپوزیت شامل گرادیا و P60 را تحت تأثیر محلول‌های مختلف شامل اتانول ۲۵٪ و ۵۰٪ و ۷۵٪ و هپتان ۵۰٪ به مدت ۲۴ ساعت و یک هفته قرار دادیم و اثر حلال‌ها و همچنین زمان را بر روی سختی این مواد بررسی نمودیم. سختی مواد معمولاً در ارتباط با استحکام مکانیکی، Rigidity و مقاومت به نرم شدگی داخل دهانی می‌باشد. میزان سختی خواص سایشی ماده ترمیمی را نیز بیان می‌کند (۱۴). مولکول الکل اتانول (C₂H₅OH) با فرمول CH₃-CH₃-OH دارای یک سر هیدروکسیل قطبی و یک سر الکی غیرقطبی می‌باشد، به همین جهت اثر آن بر روی مواد بیش از مولکول قطبی آن می‌باشد، زیرا می‌تواند هم روی قسمت‌های قطبی و هم روی قسمت‌های غیرقطبی آنها اثر نماید. از طرفی پارامتر انحلال آن بسیار نزدیک‌تر به پارامتر انحلال رزین BisGMA می‌باشد (۱۷-۱۵). مطابقت پارامترهای انحلال منجر به نرم شدگی می‌گردد. بنابراین محلول اتانول ۷۵٪ حلال انتخابی برای رزین می‌باشد و با افزایش بخش رزینی ماده اثر الکل بر روی آن قابل ملاحظه‌تر می‌گردد. نتایج مطالعه ما نشان دهنده اثر نرم‌کنندگی اتانول بر روی هر دو نوع کامپوزیت می‌باشد.

Asmussen اثر نرم‌کنندگی اتانول و اسیدهای ارگانیک پلاک را بر روی رزین BisGMA نشان دادند. سختی نمونه‌ها پس از یک روز غوطه‌وری در اتانول، اسیداستیک، اسید پروپیونیک و اسید لاکتیک کاهش یافت (۱۸). درصد‌های مختلف اتانول اثرات مختلفی بر روی تغییر سختی سطح داشتند و با تغییر درصد اتانول نتایج متنوعی بدست آمد. با افزایش غلظت اتانول به ۵۰٪ و ۷۵٪ کاهش سختی بیشتری در هر دو نوع کامپوزیت مشاهده شد که با نتایج Schneider و همکاران نیز مطابقت دارد. در این مطالعه Schneider و همکاران اثر نرم‌کنندگی محلول‌های محتوی اتانول را بر روی رزین‌های کامپوزیتی بررسی کردند. نتیجه اینکه افزایش غلظت اتانول موجب کاهش سختی

نمونه‌های که در اتانول ۵۰٪ و ۷۵٪ بودند که اختلاف معنی‌دار نبود (P=۰/۷۹۳). در گرادیا در زمان ۷ روز نیز تمام گروه‌ها با هم اختلاف معنی‌داری داشتند بجز دو مورد مقایسه ریزسختی نمونه‌های اتانول ۲۵٪ و ۵۰٪ (P=۰/۳۸۵) و مقایسه نمونه‌های اتانول ۵۰٪ و ۷۵٪ (P=۰/۱۵۰) که اختلاف معنی‌دار نبود. در مورد کامپوزیت P60 در مقایسه تمام گروه‌ها در هر دو زمان ۲۴ ساعت و ۷ روز اختلاف معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). اتانول ۷۵٪ باعث کاهش ریزسختی کامپوزیت‌ها شده و به ترتیب با اتانول ۵۰٪ و ۲۵٪ کاهش ریزسختی کمتر شد. هپتان باعث افزایش ریزسختی گردید.

بحث و نتیجه‌گیری

در این مطالعه به منظور ارزیابی تأثیر مایعات مشابه غذا از ترکیبات اتانول (۲۵٪، ۵۰٪ و ۷۵٪) و هپتان ۵۰٪ (بررسی دو نوع کامپوزیت گرادیا و P60) استفاده شد. علت انتخاب این مواد بعنوان مقلدهای غذایی آن است که مواد غذایی آنقدر متنوعند که امکان کاربرد همه آنها جهت بررسی اثرشان وجود ندارد. لذا از ترکیبات خاصی برای بررسی اثر مواد غذایی استفاده می‌شود. مطابق دستورالعمل اداره غذا و دارو در آمریکا از این مایعات برای مشابه سازی غذاها و نوشابه‌ها در تست‌های آزمایشگاهی استفاده می‌شود (۱۱). مطابق دستورالعمل (سازمان غذا و داروی آمریکا) هپتان مشابه کره، گوشت چرب و روغن سبزیجات و اتانول مشابه نوشیدنی‌های الکی، میوه‌ها، سبزیجات و نوشابه‌ها می‌باشد (۱۲). یکی از مشکلات کلینیکی کامپوزیت‌ها مقاومت کم آنها به سایش می‌باشد. علت انتخاب این دو نوع کامپوزیت تفاوت در ترکیب شیمیایی ماتریکس آلی آنها بود (جدول ۱). Wu و همکاران گزارش کردند که ترمیم‌های کامپوزیتی که بطور کلینیکی دچار سایش شدند، هم در سطح اکلوزال و هم در نواحی بدون استرس، سطحی تغییر یافته را نشان می‌دهند (۱۳).

جدول ۱ - مشخصات کامپوزیت‌های مورد استفاده

| Batch no. | فیلر | اندازه ذرات (میکرون) | ماتریکس عالی | کارخانه سازنده | ماده |
|-----------|-------------------------|----------------------|---------------|---------------------------------------|--------|
| ۰۷۰۳۱۷۲ | نانو فیلر | ۰/۰۱-۰/۰۰۵ | UDMA/TEGDMA | GC Dental Product Corporation (Japan) | گرادیا |
| 7YH | سیلیکا/زیرکونیا 61% vol | ۰/۰۱-۳/۵ | BisGMA/TEGDMA | 3M ESPE (USA) | P60 |

سطحی کامپوزیت‌ها می‌شود (۱۹).

ریزسختی کامپوزیت‌ها شدند. اما هپتان باعث افزایش ریز سختی سطح شد که در متن توضیحات لازم بیان شده است. با توجه به این که با افزایش رزین در کامپوزیت سختی کاهش می‌یابد و گرادیان درصد بیشتری رزین دارد، می‌تواند دلیل سختی کمتر آن باشد (۲۱).

۱- هنگام بررسی کامپوزیت مشاهده شد که کامپوزیت P60 سخت‌تر از کامپوزیت گرادیان بود.

۲- هنگام بررسی اثر محیط مشاهده شد که بطور کلی محلول اتانول باعث کاهش ریز سختی هر دو نوع کامپوزیت مورد مطالعه شده و غلظت‌های بالاتر اتانول موجب نرم‌شدگی بیشتری در سطح کامپوزیت‌ها و هپتان باعث افزایش سختی سطح گردید.

۳- هنگام بررسی اثر زمان مشاهده شد که طبق نتایج آماری تفاوت معنی‌داری بین دو زمان ۲۴ ساعت و ۷ روز وجود نداشت.

تشکر و قدردانی

این مقاله نتیجه طرح تحقیقاتی مصوب معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران به شماره قرارداد ۲۷۸۹ می‌باشد که به این وسیله قدردانی می‌گردد.

هپتان موجب افزایش سختی مواد مورد مطالعه شد. این نتایج با مطالعات Wu و Mckinney (۸) مطابقت دارد. هپتان یک مولکول غیرقطبی است و نمی‌تواند حلال خوبی برای مواد دندانی باشد زیرا اصولاً ترکیبات قطبی تمایلی به حل شدن در حلال‌های غیرقطبی ندارند و علت افزایش سختی مواد هنوز کاملاً مشخص نیست. توجه احتمال آن ممانعت از خروج عناصر از ذرات متغیر، ممانعت از تأثیر اکسیژن و اجازه به پیشرفت واکنش Post-Cure می‌باشد (۲۰). بررسی اثر زمان بر روی مواد مورد مطالعه نشان داد که زمان تأثیری در تغییر ریزسختی کامپوزیت‌های مورد مطالعه نداشت. در واقع دو زمان ۲۴ ساعت و ۷ روز در این مطالعه تفاوت معنی‌داری نداشتند. این نتیجه متفاوت با مطالعات Sideridou و همکاران می‌باشد. آنها اثر زمان ۱ و ۷ و ۳۰ روز را بر روی رزین کامپوزیت در اتانول ۷۵٪ بررسی کردند (۲۱). در این مطالعه کامپوزیت Heliomolar (حاوی UDMA) بعد از ۳۰ روز کاهش قابل توجهی در استحکام نشان داد. البته این تفاوت می‌تواند ناشی از تفاوت زمان در این دو مطالعه باشد (۲۱).

بطور کلی افزایش زمان و افزایش غلظت اتانول باعث کاهش

منابع:

- Lin BA, Jaffer F, Duff MD, Tang YW, Santerre JP. Identifying Enzyme activities within human saliva which are relevant to dental resin Composite biodegradation. *Biomaterials*. 2005; 26(20):4259-64.
- Hammesfahr PD, O'Connor MT, Wang X. Light-Curing technology: Past, Present, and Future. *Compend Contin Educ Dent*. 2002; 23(9):18-24.
- Leinfelder KF, Bayne SC, Swift EJ. Packable composites: over view and technical considerations. *J Esthet Dent*. 1999; 11(5):234-49.
- Manhart J, Kunzelmann K H, Chen HY, Hickel R. Mechanical properties and wear behavior of light-cured packable composite resins. *Dent Mater*. 2000; 16(1):33-40.
- Unterbrink GL, Muessner R. Influence of light intensity on two restorative systems. *J Dent*. 1995; 23(3):183-9.
- Friedl KH, Schmalz G, Hiller KA, Markl A. Marginal adaptation of class V restorations with and without softstart polymerization. *Oper Dent*. 2000; 25(1):26-32.
- Althoff O, Hartung M. Advances in light curing. *Am J Dent*. 2000; 13:77-81.
- McKinney JE, Wu W. Chemical softening and wear of dental composites. *J Dent Res*. 1985; 64(11):1326-31.
- 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):1-11.
- Aguiar FH, Braceiro AT, Ambrosano GM, Lavadino JR. Hardness and diametral tensile strength of a hybrid composite resin polymerized with different modes and immersed in ethanol or distilled water media. *Dent Mater*. 2005; 21(12):1098-103.
- Food and Drug Administration. FDA guidelines for chemistry and technology requirement of indirect additive petitions. Washington: FDA; 1976.
- Akova T, Ozkomur A, Uysal H. Effect of food simulating liquids on the mechanical properties of provisional restorative material. *Dent Mater*. 2006; 22(12):1130-4.
- Wu W, Toth EE, Moffa JF, Ellison JA. Subsurface damage layer of invivo worn dental composite restorations. *J Dent Res*. 1984; 63(5):675-80.
- Helvatjoglou AM, Papadogianis Y, Koliniotou EK, Kubias S. Surface Hardness of Light Cured and Self Cured Composite Resins. *J Prosthet Dent*. 1991; 65(2):215-20.
- Mante F, Saleh N, Mante M. Softening Patterns of Post Cure Heat Treated Dental Composite. *Dent Mater*. 1993; 9(5):325-31.
- Wu W, McKinney JE. Influence of Chemicals on Wear of Dental Composites. *J Dent Res*. 1982; 61(10):1180-3.
- Pilliar RM, Vowles R, Williams DF. The Effect of Environmental Aging on the Fracture Toughness of Dental Composites. *J Dent Res*. 1987; 66(3):722-6.
- Asmussen E. Softening of Bisigma-Based Polymers by Organic Acids of Plaque. *Scand J Dent Res*. 1984; 92(3):257-61.

19- Schneider LFJ, Moraes RR, Cavacante LM, Sinhoreti MAC, Correr-Sobrinho L, Consani S. Crosslink dentistry evaluation through softening test: effect of ethanol concentration. Dent Mater. 2008; 24(2):199-203.

۲۰- قوام مریم (استاد راهنما)، میرخواه شقایق. بررسی اثر مواد مقلد غذایی بر روی سختی سطحی دو نوع کامپوزیت و گلاس آینومر با استفاده از دستگاه سنجش سختی

Vickers. پایان نامه تخصصی شماره ت ۴۲۸. رشته دندانپزشکی. دانشکده دندانپزشکی. دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران. ۷۶-۱۳۷۵.

21- Sideridou ID, Karabela MM, Bikiaris DN. Aging Studies of light cured diamethacrylate based dental resin and esin composite in water or ethanol/water. J Dent Mater. 2007; 23(9):1142-9.