بررسی درجه تبدیل کامپوزیت‌های میکروهیبرید، نانوهیبرید و Ormocer با استفاده از سیستم‌های نوردهی LED و QTH

دکتر طاهره السادات جعفرزاده کاشی[2،1]- دکتر محمد عرفان[3]- دکتر اکبر فاضل نجف‌آبادی[4]-
دکتر سید مصطفی فاطمی[۱،۵]- دکتر مرجان بهروزی‌بخش[۱،۵]- دکتر هاله حالی[†6]- دکتر حسین باقری گرگانی[۱،۵]

1- عضو مرکز تحقیقات علوم و تکنولوژی در پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی تهران، تهران، ایران
2- استادیار گروه آموزشی بیو مواد دندانی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی تهران، تهران، ایران
3- دانشیار گروه آموزشی فارماسیوتیکس، دانشکده داروسازی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی شهید بهشتی، تهران، ایران
4- دانشیار گروه آموزشی پروتزهای دندانی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی تهران، تهران، ایران
5- دانشجوی PhD گروه آموزشی بیومواد دندانی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی تهران، تهران، ایران
6- دستیار تخصصی گروه آموزشی دندانپزشکی کودکان، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی کرمان، کرمان، ایران

Degree of conversion of micro-hybrid, nano-hybrid and Ormocer composites using LED and QTH light-curing units

Tahereh Sadat Jafarzadeh Kashi[1,2], Mohammad Erfan[3], Akbar Fazel Najafabadi[4], Seied Mostafa Fatemi[1,5]
Marjan Behroozibakhsh[5], Haleh Hali[6†], Hosein Bagheri Gorgani[1,5]

1- Research Center for Science and Technology in Medicine, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
2- Assistant Professor, Department of Dental Biomaterials, School of Dentistry, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
3- Associate Professor, Department of Pharmaceutics, School of Pharmacy, Shahid Bahashti University of Medical Sciences, Tehran, Iran
4- Associate Professor, Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
5- PhD Student, Department of Dental Biomaterials, School of Dentistry, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
6†-Postgraduate Student, Department of Pediatric Dentistry, School of Dentistry, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran (h.hali.md@gmail.com)

Background and Aims: The aim of this study was to measure the degree of conversion (DC) of three types of composite resins (micro-hybrid, nano-hybrid and Ormocer) with different light curing units (LED LCU and QTH LCU) in two depths.

Materials and Methods: Three commercially available dental resin composites were used in this study: (Tetric Ceram, Ivoclar Vivadent, Liechtenstein-A2 shade), (Tetric Evoceram, Ivoclar Vivadent, Liechtenstein-A2 shade), (Ceram X, Dentsply, Germany-M_2 shade). Specimens were divided into two groups, 5 specimens were photo-activated by QTH unit (Coltolux 75-Colten) and the other five specimens were cured by LED (Demi-Kerr). Then each specimen was sectioned at the top surface and at 2-mm depth. The DC was measured by FT-IR (Bruker-tensor 27). The data were analyzed by 3-way ANOVA test.

Results: There was significant difference between tested composite resins ($P<0.001$). The results of top surfaces were significantly different from those observed at 2-mm depth ($P<0.001$). The type of curing unit affected the polymerization of Ceram X resin composite.

Conclusion: This study showed a significant difference in the degree of conversion in different thicknesses within three groups of resin composites.

Key Words: Conversion; Ormocer; Resin composite

Journal of Dental Medicine-Tehran University of Medical Sciences 2012;25(2):85-90

† مؤلف مسؤول: نشانی: کرمان- انتهای خیابان شفا- دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی کرمان- گروه آموزشی دندانپزشکی کودکان
تلفن: 2119021 نشانی الکترونیک: h.hali.md@gmail.com

[Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2024-11-23]

چکیده

زمینه و هدف: هدف از این مطالعه اندازه‌گیری درجه تبدیل سه نوع کامپوزیت (میکروهیبرید، نانوهیبرید و Ormocer) با دستگاه‌های لایت کیورینگ (QTH, LED) در سطح و عمق 2 میلی‌متر بود.

روش بررسی: در این مطالعه از سه رزین کامپوزیت Ceram X (M_2 shade), Tetric Evoceram (A_2 shade), Tetric Ceram (A_2) استفاده شد. نمونه‌ها به 2 گروه تقسیم شدند. 5 نمونه به وسیله QTH (Coltolux 75, Coltene) و 5 نمونه به وسیله LED (Demi, Kerr) کیور شدند. سپس نمونه‌ها در سطح و عمق 2 میلی‌متر برش خوردند و درصد درجه تبدیل نمونه‌ها به وسیله FT-IR (Bruker-tensor 27) به دست آمد. داده‌ها با 3-way ANOVA آنالیز شدند.

یافته‌ها: نتایج آنالیز واریانس سه طرفه بین سه کامپوزیت نانو و میکروهیبرید و Ormocer اختلاف معنی‌داری را نشان داد ($P<0/001$). همچنین نتایج آماری بین این سه گروه کامپوزیت حاکی از اختلافی معنی‌دار در سطح و عمق 2 میلی‌متری بود ($P<0/001$). به جز درمورد Ceram X نوع دستگاه لایت‌کیور بر میزان پلیمریزاسیون دو کامپوزیت دیگر تاثیر معنی‌داری نداشت ($P>0/05$).

نتیجه‌گیری: در این مطالعه درجه تبدیل کامپوزیت‌ها در ضخامت‌های متفاوت، اختلاف معنی‌داری را نشان داد. Tetric Ceram دارای بالاترین درجه تبدیل و نسبت پلیمریزاسیون عمق به سطح (Bottom/Top ratio) و کمترین میزان ضریب تغیررات در داده‌ها بود. نوع دستگاه لایت‌کیور در کامپوزیت‌های حاوی نانوفیلر نسبت درجه تبدیل عمق/سطح بالاتری را نسبت به QTH نشان می‌دهند.

کلید واژه‌ها: تبدیل؛ Ormocer؛ رزین کامپوزیت

وصول: 90/03/01 اصلاح نهایی: 90/11/22 تایید چاپ: 90/11/25

مقدمه

ورود کامپوزیت‌های رزینی به عرصه دندانپزشکی توانایی دندانپزشکان را در زمینه انجام ترمیم‌های زیبا و با دوام ارتقا بخشیده است. کامپوزیت‌های رزینی، عموما متشکل از چهار فاز ماتریکس رزینی آلی، فیلر منتشر معدنی، عامل اتصال دهنده سایلنی و سیستم‌های آغازگر و تسریع‌کننده هستند. مطالعات و تحقیقات گسترده‌ای به منظور بهبود ویژگی‌های کامپوزیت‌ها و معرفی کامپوزیت‌های جدید با خواص بهبود یافته، در سال‌های اخیر انجام پذیرفته است. این تحقیقات معمولاً بر بکارگیری رزین‌هایی به غیر از رزین‌های دی متاکریلات، تغییر در ترکیب یا اندازه فیلرها و یا بکارگیری اتصال دهنده‌های متفاوت متمرکز بوده است. از این رو، تحولات عمده‌ای که در زمینه ساخت کامپوزیت‌های رزینی در سال‌های اخیر انجام پذیرفته، منجر به تولید کامپوزیت‌هایی با ماتریکس‌هایی از جنس سرامیک‌های اصلاح شده با ترکیبات ارگانیک (Ormocer) و یا رزین‌های حلقوی (کامپوزیت‌های بر پایه سایلوران) شده است. همچنین، ورود فن‌آوری نانو به عرصه مواد دندانی، نانو کامپوزیت‌ها را که حاوی فیلرهایی در مقیاس نانو هستند به بازار مواد دندانپزشکی عرضه کرده است.

Ormocer یک سیستم کوپلیمری آلی- معدنی بر اساس اورتان- و تیواتر متاکریلات الکوکسی سایلن است و به وسیله فعال کردن یک الکوکسی سایلن به وسیله گروه‌های قابل پلیمریزاسیون تولید می‌شوند. در نتیجه هیدرولیز و واکنش تراکمی منجر به تولید نانو ساختارهای الیگومریک Si-O-Si شده که جایگزین رزین‌های متداول می‌شود (1).

در فرآیند یک درمان ترمیمی با استفاده از کامپوزیت‌ها، میزان پلیمریزاسیون مونومرها به دلیل تاثیرگذاری بر ویژگی‌های مکانیکی، فیزیکی و زیست سازگازی کامپوزیت و نتیجه نهایی درمان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (4-2). به طور ایده‌آل، مطلوب این است که تمامی پیوندهای غیراشباع مونومرها درگیر واکنش پلیمریزاسیون شوند. اما در واقع این اتفاق روی نمی‌دهد. دلیل این رویداد را کاهش تحرک و واکنش پذیری مولکول‌های مونومری متعاقب تشکیل شبکه پلیمری می‌دانند (5). از این رو میزان مشارکت پیوندهای دوگانه کربنی (-C=C-) را با معیاری بنام درجه تبدیل (Degree of Conversion) می‌سنجند. درجه پلیمریزاسیون یک رزین کامپوزیت می‌تواند متاثر از عوامل مختلفی مانند ترکیب کامپوزیت، نوع و اندازه فیلر، ویژگی‌های دستگاه تابشی و عمق ناحیه تابش باشد. در میان روش‌های موجود برای بررسی میزان درجه پلیمریزاسیون کامپوزیت‌ها، استفاده از دستگاه FT-IR (Fourier Transform Infra-Red Spectroscopy) به عنوان یک روش دقیق و قابل اطمینان پذیرفته شده است (6). این روش بر مبنای جذب پرتوها در دامنه امواج مادون قرمز تابشی متعاقب ارتعاشات مولکولی گروه‌های عاملی موجود در زنجیره‌های پلیمری

[Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2024-11-23]

می‌باشد (7).

هدف از انجام این مطالعه بررسی و مقایسه درجه تبدیل سه نوع کامپوزیت نانوهیبرید، میکروهیبرید و Ormocer در ناحیه سطح و عمق 2 میلی‌متر با استفاده از دستگاه‌های تابشی LED (Light Emitting Diode) و QTH (Quartz- Tungsten- Halogen) بود.

روش بررسی

در این مطالعه یک کامپوزیت میکروهیبرید (Tetric Ceram) و یک کامپوزیت نانوهیبرید (Tetric Evoceram) و یک Ormocer (Ceram X) مورد استفاده قرار گرفت. مشخصات مربوط به این سه نوع کامپوزیت در جدول 1 آمده است. ابتدا از هر نوع کامپوزیت 5 نمونه کیور نشده بین دو لایه ورقه Polythene نازک که با طول موج جذبی رزین تداخل نداشت قرار گرفت و فشرده شد تا لایه نازکی از کامپوزیت تشکیل شود. برای تهیه نمونه‌های بعد از کیورینگ ابتدا مقداری از هر نوع کامپوزیت در مولد تفلونی با قطر 6 و ارتفاع 2 میلی‌متر توسط اسپاتول مخصوص متراکم شد. برای اطمینان از صاف بودن سطح نمونه و عدم وجود حباب، یک اسلاید میکروسکوپی بر روی نمونه قرار داده شد و سپس نمونه‌ها به مدت 20 ثانیه با یکی از دستگاه‌های LED و یا QTH (5 نمونه برای هر دستگاه) کیور شدند. مشخصات مربوط به دستگاه‌های تابشی در جدول 2 آمده است. سپس در هر 30 نمونه به دست آمده، توسط دستگاه میکروتوم (Buehler-Isomet-USA) دو برش به ضخامت 100 میکرون از سطوح بالایی و زیرین (عمق 2 میلی‌متری) نمونه‌ها تهیه شد. برای رسیدن به ضخامت مناسب هر کدام از نمونه‌ها توسط کاغذ سنباده 400 پالیش شد و به این ترتیب 60 نمونه با ضخامت حدود 70 میکرون به دست آمد. ضخامت نمونه‌ها با استفاده از میکرومتر کنترل شدند.

اندازه‌گیری درجه تبدیل با استفاده از تکنیک FT-IR انجام گرفت. نمونه‌های قبل و بعد از کیورینگ در دستگاه FT-IR (BRUKER TENSOR 27, Germany) با درجه تفکیک 2 cm^{-1} قرار داده شد و طیف جذبی زیر قرمز آنها توسط نرم‌افزار OPUS اندازه‌گیری شد. در طیف مادون قرمز نمونه‌های کامپوزیت، دو پیک حائز اهمیت است، یک پیک جذب در ناحیه عدد موجی 1638 cm^{-1} که مربوط به جذب باند دوگانه الیفاتیک گروه متاکریلات در ساختار مونومرهاست که در طی واکنش پلیمریزه شدن کاهش می‌یابد و یک پیک جذب در ناحیه عدد موج 1608 cm^{-1} که مربوط به جذب باند دوگانه اروماتیک در گروه‌های حلقوی موجود در ساختار کامپوزیت‌ها می‌باشد. سپس درجه تبدیل نمونه‌ها با توجه به رابطه زیر محاسبه گردید:

$$DC\ (\%)=100\times[1-\ R\ cured/R\ uncured]$$

داده‌های حاصله با استفاده از آنالیز واریانس (3-Way ANOVA) مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند.

جدول 1- مشخصات کامپوزیت‌های مصرف شده در مطالعه

کارخانه تولید کننده	ترکیب شیمیایی	کد محصول	مواد
(Ivoclar-Vivadent), Schaan, Liechtenstein	Dimethacrylates,Barium glass filler, Ba-Al Fluorosilicate glass, Ytterbium trifluoride, mixed oxide, Highly dispersed silica, Prepolymers, Additives, stabilizers and catalysts, Pigments	J26729	Tetric ceram
(Ivoclar-Vivadent), Schaan, Liechtenstein	Dimethacrylates, Barium glass filler, Ytterbium trifluoride, mixed oxide, Prepolymers, Additives, stabilizers and catalysts, Pigments	H32592	Tertric Evoceram
(Dentsply DeTrey), Konstanz, Germany	methacrylate modified polysiloxane (organically modified ceramic), dimethacrylate resin, ethyl-4(dimethylamino)benzoate, barium-aluminium-borosilicate glass, methacrylate functionalised silicon dioxide nano filler, Additives, stabilizers and catalysts, Pigments	0806003117	CeramX mono

[Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2024-11-23]

جدول 2- ویژگی‌های دستگاه تابشی مورد استفاده در مطالعه

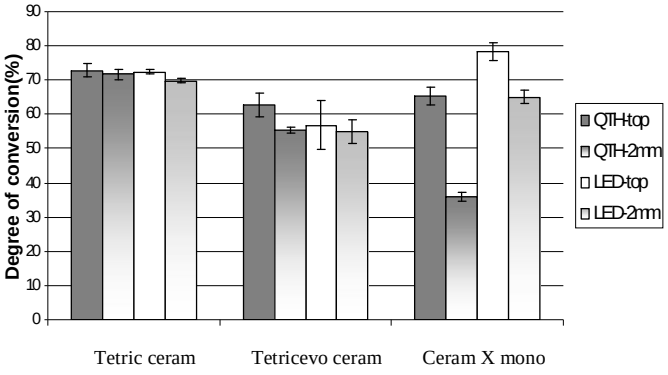
دستگاه تابشی	نوع	کارخانه تولیدکننده	مدت زمان تابش (ثانیه)	شدت نور خروجی ($^{mW}/_{cm^2}$)
Coltolux® 75	QTH	Coltene	20 S	600
DEMI	LED	Kerr;USA	20 S	1200

جدول 3- میانگین و انحراف معیار درجه تبدیل کامپوزیت‌های کیور شده با QTH و LED در عمق 0 و 2 میلی‌متر

رزین کامپوزیت	عمق	دستگاه تابشی					
		QTH			LED		
		Mean (SD)	CV%	Bottom/Top%	Mean (SD)	CV%	Bottom/Top%
Tetric Ceram	Top surface 2mm	72/89 (2) 71/68 (1/6)	2/74 2/22	98/3	72/41 (0/62) 69/9 (0/78)	0/85 1/12	96/53
Tetric Evoceram	Top surface 2mm	62/75 (3/34) 55/38 (0/7)	5/32 1/27	88/2	56/89 (7) 54/93 (3/4)	12/29 6/2	96/55
Ceram X mono	Top surface 2mm	65/28 (2/6) 36/06 (1/28)	4 3/54	55/2	78/42 (2/53) 65/1 (1/95)	3/22 3	83/01

یافته‌ها

مقادیر میانگین انحراف معیار برای درجه تبدیل سه نوع کامپوزیت در نمودار 1 و جدول 3 آمده است. نتایج حاصل از آنالیز واریانس نشان داد که میزان درجه تبدیل در سه کامپوزیت به طور معنی‌داری با یکدیگر اختلاف دارند (P<0/001) (جدول 3). همچنین درجه تبدیل این سه کامپوزیت در سطح و در ضخامت 2 میلی‌متر اختلاف معنی‌داری را نشان داد (P<0/001). به جز Ceram X mono که به میزان قابل توجهی درجه تبدیل بالاتری را با استفاده از LED نشان داد (P<0/05)، نوع دستگاه لایت‌کیور بر میزان پلیمریزاسیون دو کامپوزیت دیگر تاثیر معنی‌داری نداشت (P>0/05).



نمودار 1- درجه تبدیل سه نوع کامپوزیت در سطح و در عمق 2 میلی‌متر

در هر سه نوع کامپوزیت درجه تبدیل بالاتری در سطح نسبت به عمق 2 میلی‌متر (زیر نمونه‌ها) مشاهده شد (P<0/05). بالاترین نسبت درجه تبدیل در عمق 2 میلی‌متر نسبت به سطح نمونه مربوط به کامپوزیت Tetric Ceram و با استفاده از QTH بود (98/3). کمترین نسبت نیز درمورد Ceram X و با دستگاه QTH مشاهده شد. نسبت درجه تبدیل عمق 2 میلی‌متر به سطح در کامپوزیت‌های حاوی فیلرهای نانو با استفاده از دستگاه LED بیش از QTH بود (جدول 3).

بررسی ضریب تغییرات داده‌ها (CV%) نشان می‌دهد که در کامپوزیت نانوهیبرید Tetric Evoceram مقادیر درجه تبدیل به دست آمده دارای ضریب تغییرات بالاتری با استفاده از LED چه در سطح و چه در عمق 2 میلی‌متری نسبت به سیستم QTH می‌باشند. درمورد Tetric Ceram، درصد ضریب تغییرات در سطح و عمق 2 میلی‌متر در ارتباط با دستگاه LED کمتر بود. ضریب تغییرات داده‌ها درمورد Ceram X با توجه به عمق یا نوع دستگاه لایت‌کیور تفاوت چندانی نداشتند.

بحث و نتیجه‌گیری

درجه پلیمریزاسیون فاکتور مهمی است که بر روی ویژگی‌ها و نتایج درمان ترکیبات رزینی اثر می‌گذارد (4-2). مونومرهای واکنش

[Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2024-11-23]

نکرده و باقی‌مانده ناشی از درجه تبدیل پایین می‌توانند وارد بزاق شده و ایجاد واکنش آلرژیک کنند. همچنین می‌توانند رشد باکتری را در اطراف رستوریشن تحریک کرده و یا به صورت پلاستی سایزر عمل کرده و مقاومت مکانیکی رستوریشن را کاهش دهند (8). فاکتورهای زیادی از جمله نوع رزین کامپوزیت، عمق، غلظت آغازگر نوری، شدت و مدت تابش و حرارت کیورینگ در میزان پلیمریزاسیون اثر دارد (9).

در مطالعه حاضر، میزان ضخامت در هر ماده به طور معنی‌داری بر درجه تبدیل تاثیر داشت. میزان درجه تبدیل در سطح و عمق 2 میلی‌متر در هر سه کامپوزیت اختلاف معنی‌داری نشان دادند که مطالعات Bouschlicher و همکاران و Knobloch و همکاران نیز نتایج مطالعه فوق را تایید می‌کند (۱۰،۱۱). نتایج آنالیز واریانس سه طرفه بیانگر این است که درجه تبدیل Tetric Ceram بیشتر از Tetric Evoceram است که برخی مطالعات گذشته نیز این یافته را تایید می‌کند (12). کاهش درجه تبدیل در کامپوزیت نانوهیبرید (Tetric Evoceram) را می‌توان به اندازه ذرات فیلر آنها نسبت داد، کاهش اندازه فیلر ممکن است احتمال پراکنش نور به جای جذب و انتقال آن را بیشتر کند (13).

در مطالعه‌ای که Alonso و همکاران (14) در سال 2004 انجام دادند، عمق کیورینگ و سختی دو نوع کامپوزیت رزین را با دو نوع کامپوزیت با بیس Ormocer (Definite & Admira) مقایسه کردند. کامپوزیت‌های Ormocer، عمق کیورینگ قابل قبولی در مقایسه با کامپوزیت‌های رزینی نشان داده‌اند. سختی در کامپوزیت‌های رزینی در ضخامت 2 میلی‌متر و در کامپوزیت‌های Ormocer در ضخامت 3 میلی‌متر کاهش قابل توجهی را نشان دادند. باید توجه کرد کامپوزیت‌های Definite&Admira دارای فیلر هیبرید هستند. حال آنکه در مطالعه حاضر Ceram X دارای نانوفیلر است که با پراکنش نور باعث کاهش درجه تبدیل در این نوع کامپوزیت می‌شود و دستگاه‌های LED و QTH علیرغم تفاوت در دانسیته انرژی تابشی (LED:24 J/cm^2 و QTH:12 J/cm^2)، اختلاف معنی‌داری را نشان نمی‌دهند، این نتایج مشابه نتایج حاصل از مطالعه Ozturk و همکاران است که در مطالعه بر روی سمان‌های رزینی، کیور کردن توسط QTH و LED با شدت‌های تابش متفاوت تفاوت، معنی‌داری در درجه تبدیل نشان نداده‌اند (15). طبق دستورالعمل کارخانه مدت زمان لازم برای کیورینگ ضخامت 2 میلی‌متر کامپوزیت Ceram X برای شدت‌های تابش 500 mW/cm^2 و 800 mW/cm^2، (s) 20 بیان شده است. حال آنکه در مطالعه حاضر درجه تبدیل کامپوزیت Ceram X در سطح با LED با شدت تابش 1200 mW/cm^2 بیشترین میزان بوده و این لزوم افزایش زمان کیورینگ در شدت‌های تابشی پایین‌تر را نشان می‌دهد. به عبارتی شدت‌های بالاتر خروجی دستگاه تابشی در کیورینگ Ceram X، تاثیر مثبتی داشته است. درصد حجمی فیلر این سه نوع کامپوزیت براساس دستورالعمل کارخانه سازنده Ceram X (57%) و Tetric Ceram (60%) و Tetric Evoceram (48/5%) می‌باشد، با وجود محتوای فیلری بالای Ceram X به نظر می‌رسد در عمق اپک تر است که می‌تواند سبب کاهش عبور نور شده که می‌بایست با استفاده از شدت‌های تابش بالاتر و افزایش زمان کیورینگ، آن را جبران کرد. در مقایسه LED و QTH نیز LED ارجح است و دارای طول عمر مؤثر بالاتر است، نیازی به فیلتر ندارد، حرارت کمتری تولید می‌کند و قابل شارژ است (16). با توجه به تحقیق Silva و همکاران در سال 2007، کاهش درجه تبدیل در Ceram X وابسته به ویسکوزیتی مونومر، میزان، نوع و اندازه متوسط و نحوه پخش فیلر و تفاوت زیاد بین شاخص انکساری اجزای آلی و غیرآلی ان است (17). نتایج مطالعه حاضر نشان می‌دهد در بین سه نوع کامپوزیت مورد آزمایش، Tetric Ceram دارای بالاترین درجه تبدیل و نسبت پلیمریزاسیون عمق به سطح بود. نتایج نشان می‌دهد که نوع دستگاه لایت‌کیور می‌تواند در میزان درجه تبدیل کامپوزیت‌ها مؤثر باشد، به طوریکه کامپوزیت‌ها حاوی نانوفیلر در این مطالعه نسبت پلیمریزاسیون بیشتری در عمق نسبت به سطح با استفاده از دستگاه LED در مقایسه با دستگاه QTH نشان دادند. همچنین با توجه به بالاتر بودن ضریب تغییرات داده‌ها، میزان پلیمریزاسیون در کامپوزیت‌های حاوی نانوفیلر نسبت به کامپوزیت میکروهیبرید متغیرتر است.

تشکر و قدردانی

این مطالعه منتج از پایان‌نامه شماره 4711 دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی تهران و پشتیبانی مرکز تحقیقات علوم و تکنولوژی در پزشکی دانشگاه علوم پزشکی تهران انجام شده که بدین وسیله قدردانی می‌شود.

[Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2024-11-23]

منابع:

1- Manhart J, Kunzelmann KH, Chen HY, Hickel R. Mechanical properties of new composite restorative materials. J Biomed Mater Res. 2000;53(4):353-61.

2- Campregher UB, Samuel SM, Fortes CB, Medina AD, Collares FM, Ogliari FA. Effectiveness of second-generation light-emitting diode (LED) light curing units. J Contemp Dent Pract. 2007;8(2):35-42.

3- Imazato S, McCabe JF, Tarumi H, Ehara A, Ebisu S. Degree of conversion of composites measured by DTA and FTIR. Dent Mater. 2001;17(2):178-83.

4- Kalachandra S, Kusy RP. Comparison of water sorption by methacrylate and dimethacrylate monomers and their corresponding polymers. Polymer. 1991;32(13):2428-34.

5- Chung KH, Greener EH. Correlation between degree of conversion, filler concentration and mechanical properties of posterior composite resins. J Oral Rehabil. 1990;17(5):487-94.

6- Bala O, Olmez A, Kalayci S. Effect of LED and halogen light curing on polymerization of resin-based composites. J Oral Rehabil. 2005;32(2):134-40.

7- Yoon TH, Lee YK, Lim BS, Kim CW. Degree of polymerization of resin composites by different light sources. J Oral Rehabil. 2002;29(12):1165-73.

8- جعفرزاده کاشی طاهره (استاد راهنما)، معظمی فراهانی مینا، بررسی درجه تبدیل کامپوزیت میکروهیبرید و نانوفیلد با QTH و LED به وسیله طیف سنجی زیر قرمز تبدیل فوریه. پایان‌نامه شماره 4622. رشته دندانپزشکی. دانشکده دندانپزشکی. دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی تهران. 88-1387.

9- جعفرزاده کاشی طاهره (استاد راهنما)؛ عظیم وند نرگس. اثر آب روی کانورژن HEMA بوسیله FT-IR. شماره 4545.رشته دندانپزشکی. دانشکده دندانپزشکی. دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران 1386.

10- Knobloch LA, Kerby RE, Clelland N, Lee J. Hardness and degree of conversion of posterior packable composites. Oper Dent. 2004;29(6):642-9.

11- Bouschlicher MR, Rueggeberg FA, Wilson BM. Correlation of bottom-to-top surface microhardness and conversion ratios for a variety of resin composite compositions. Oper Dent. 2004;29(6):698-704.

12- طباطبایی معصومه، میرزایی منصوره، عطایی محمد، متوسلیان فریبا. تاثیر نوع دستگاه تابشی و روش تابش نور بر درجه تبدیل دو نوع کامپوزیت. مجله دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی تهران. سال 1386؛ دوره 20 (شماره 2). 8-113.

13- da Silva EM, Almeida GS, Poskus LT, Guimar?es JG. Relationship between the degree of conversion, solubility and salivary sorption of a hybrid and a nanofilled resin composite. J Appl Oral Sci. 2008;16(2):161-6.

14- Alonso RCB, Cunha LG, Correr GM, Santos PH. Comparative evaluation of knoop hardness and depth of cure of Ormocer based resin composites. Cienc Odontol Bras. 2004;7(1):6-13.

15- Ozturk N, Usumez A, Usumez S, Ozturk B. Degree of conversion and surface hardness of resin cement cured with different curing units. Quintessence Int. 2005;36(10):771-7.

16- Polydorou O, Manolakis A, Hellwig E, Hahn P. Evaluation of the curing depth of two translucent composite materials using a halogen and two LED curing units. Clin Oral Investig. 2008;12(1):45-51.

17- Silva FF, Mendes LC, Ferreira M, Benzi MR. Degree of conversion versus the depth of polymerization of an organically modified ceramic dental restoration composite by fourier transform infrared spectroscopy. J Appl Polym Sci. 2007;104:330-5.

[Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2024-11-23]