

مقایسه تأثیر کامپوزیت های بالک فیل x-tra base و x-tra fil بر میزان پلیمریزاسیون

دکتر فرناز مهدی سیر^۱، دکتر زهرا علیزاده اسکویی^۲، دکتر محمد عطایی^۳، دکتر سیاوش سوادی اسکویی^۴، دکتر منصوره امامی ارجمند^{۱*}

۱- استادیار گروه آموزشی ترمیمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد دندانپزشکی تهران

۲- دندانپزشک

۳- استاد، مهندسی پلیمر، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی، تهران، ایران

۴- استادیار گروه ترمیمی زیبایی دانشکده دندانپزشکی دانشگاه تبریز

خلاصه:

سابقه و هدف: پلیمریزاسیون ناکافی کامپوزیت‌ها، یکی از اصلی‌ترین دلایل شکست ترمیم‌های کامپوزیت می‌باشد. هدف از این مقاله ارزیابی درجه پلیمریزاسیون کامپوزیت‌های Bulk cure به روش FTIR است.

مواد و روش‌ها: در این تحقیق تجربی- آزمایشگاهی، ۱۰ دیسک با ابعاد ۴ میلی متر ارتفاع و ۲ میلی‌متر قطر برای هر گروه که شامل کامپوزیت (X-tra Base (Voco,Germany) و کامپوزیت X-tra fil(Voco,Germany) تهیه گردید. نمونه‌ها مطابق دستور کارخانه سازنده با دستگاه لایت کیور (LED Turbo, Apoza, Japan) با شدت اشعه ۸۰۰ mw/cm² به مدت ۲۰ ثانیه کیور گردید. سپس یک میلی‌متر ابتدایی و انتهایی از کامپوزیت کیور شده برش داده شده و درجه پلیمریزاسیون آنها به روش FTIR (8100M, Shimadzu, Kyoto, Japan) مورد بررسی قرار گرفت. یافته‌ها با استفاده از آزمون one way ANOVA ارزیابی شدند.

یافته‌ها: گرچه تفاوت میزان پلیمریزاسیون نمونه‌های کامپوزیت (X-tra Base (Voco,Germany) و X-tra fil(voco, Germany) در ۱ میلی‌متر ابتدایی و انتهایی معنی‌دار بود. ($P < 0.001$) ولی میانگین میزان درصد پلیمریزاسیون برای هر دو کامپوزیت در هر دو سطح فوقانی و تحتانی بالاتر از حد قابل قبول ($DC = 55\%$) می‌باشد.

نتیجه‌گیری: به نظر می‌رسد میزان پلیمریزاسیون هر دو کامپوزیت در سطح فوقانی و تحتانی قابل قبول می‌باشد. گرچه میزان پلیمریزاسیون نمونه‌های کامپوزیت X-tra fil از کامپوزیت X-tra base کمتر بود.

واژگان کلیدی: کامپوزیت رزین، پلیمریزاسیون، FTIR

وصول مقاله: ۹۵/۵/۱۳ اصلاح نهایی: ۹۵/۱۱/۲۶ پذیرش مقاله: ۹۵/۱۱/۲۸

مقدمه:

رابطه مستقیمی با خصوصیات فیزیکی و مکانیکی دارد. براین اساس قراردهی لایه لایه یا incrementally کامپوزیت‌ها جهت دستیابی به درجه پلیمریزاسیون (DC) بالا پیشنهاد می‌شود در صورتیکه پلیمریزاسیون به درستی انجام نشود، پیامد آن حلالیت بالا، جذب آب و در نهایت شکست ترمیم خواهد بود.^(۱)

ولی از جمله معایب تکنیک incremental، احتمال شکل‌گیری حباب بین لایه‌های کامپوزیت، آلودگی لایه‌های کامپوزیت و شکست در برقراری باند مناسب بین لایه‌ها، دشواری در قراردهی لایه‌ها در حفرات با دسترسی کوچک و افزایش Chair time می‌باشد^(۲) از این رو قراردهی کامپوزیت به صورت Bulk که بتواند در ضمن حفظ خواص مطلوب از جمله پلیمریزاسیون کافی، مشکلات تکنیک incremental را کاهش دهد می‌تواند کمک‌کننده باشد.^(۳،۴) در کامپوزیت

پلیمریزاسیون ناکافی کامپوزیت‌ها، یکی از اصلی‌ترین دلایل شکست ترمیم‌های کامپوزیت است.^(۱) پلیمریزاسیون ناکافی منجر به کاهش خواص فیزیکی، مکانیکی و بیولوژیکی کامپوزیت‌ها می‌شود.^(۲) عوامل متعددی چون ضخامت لایه‌ها در طی کیورینگ کامپوزیت، فاصله نوک دستگاه کیورینگ با کامپوزیت، شدت کیورینگ، میزان و نوع فیلر موجود در کامپوزیت‌ها، رنگ کامپوزیت و ترانسلسنسی آن، مدت زمان کیورینگ در میزان پلیمریزاسیون مؤثرند. بیشترین شدت تابش نور در نزدیک سطح یک کامپوزیت لایت کیور متمرکز شده است. وقتی نور به داخل ماده نفوذ می‌کند پراکنده و منعکس شده و شدت آن کاهش می‌یابد. از این رو ضخامت کامپوزیت طی کیورینگ از عوامل مهم مؤثر بر میزان پلیمریزاسیون بوده و

به قطر ۲ میلی متر تا انتها جهت جاگذاری کامپوزیت، خالی بود، استفاده شد.^(۲۰) سپس هر گروه از لحاظ وزنی با استفاده از ترازوی دقیق دیجیتالی همسان سازی شده و مطابق دستور سازنده با دستگاه لایت کیور (LED Turbo (Apoza, Japan) با شدت اشعه ۸۰۰ میکرووات بر سانتی متر مربع به مدت ۲۰ ثانیه از سطح فوقانی که توسط یک لایه نوار سلولویدی پوشانده شده کیور شدند، به طوریکه زیر قالب یک صفحه مشکی جاذب نور قرار داده شده تا از انعکاس نور جلوگیری کند. سپس یک میلی متر ابتدایی و انتهایی از کامپوزیت کیور شده به وسیله دیسک الماسی برش داده شد.

گروه A: یک میلی متر ابتدایی کامپوزیت x-tra base

گروه B: یک میلی متر ابتدایی کامپوزیت x-tra fil

گروه C: یک میلی متر انتهایی کامپوزیت x-tra base

گروه D: یک میلی متر انتهایی کامپوزیت x-tra fil

ویژگی های ساختاری کامپوزیت های مختلف

ماده	نوع	shade	کارخانه	ترکیب	درصد فیلر W/V% WT%
X-tra Base	Flowable bulk fill	Universal	Voco	Aliphatic dimethacrylate (UDMA), Bis-EMA	75
X-tra fil	Posterior bulk fill	Universal	Voco	Bis-GMA, UDMA	86

سپس نمونه ها به روش FTIR (8100M, shimadzu, Kyoto, Japan) مورد بررسی قرار گرفتند. در FTIR، ۱ میلی متر ابتدایی و انتهایی برش داده شده از هر نمونه با هاون پودر شده و هر نمونه با ۱۰۰ میلی گرم از پودر KBr مخلوط شده سپس در زیر پرس با فشار ۱۰ تن تبدیل به قرصهای مخصوص FTIR گردیده و نمودار جذبی توسط ۱۶ اسکن با دستگاه FTIR ترسیم و سطح زیر نمودار در دو فرکانس مربوط به باندهای C=C آروماتیک و C=C آلیفاتیک اندازه گیری شده و درجه پلیمریزاسیون (DC) محاسبه شد.^(۱۱)

نتایج بدست آمده برای پلیمریزاسیون به تفکیک در نقاط انتهایی و ابتدایی از دو نوع کامپوزیت، به روش آزمون ANOVA مقایسه شدند.

های بالک فیل در نتیجه بهبود ترانسلسیونسی و اضافه نمودن گروه های Photoactive به بیس رزین متاکریلات امکان کیور نمودن کامپوزیت تا عمق ۴ میلی متری فراهم شده است.^(۴،۵،۶) کامپوزیت های x-tra base و x-tra fil از جمله کامپوزیت های با تکنیک Bulky می باشند که به تازگی وارد بازار شده اند. سازنده آن خصوصیات مکانیکی مطلوب و پلیمریزاسیون کافی را ضمن استفاده از آن بصورت توده ای با ضخامت ۴ میلی متر گزارش می کند.^(۷)

یکی از روشهای اندازه گیری میزان پلیمریزاسیون روش FTIR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy) است. این تکنیک میزان پلیمریزاسیون را بوسیله نشان دادن کاهش در جذب باند دوگانه کربن-کربن مونومرها اندازه گیری نموده و میزان مونومرها را قبل و بعد از پلیمریزاسیون نشان می دهد.^(۸،۹) براین اساس با توجه به کمبود اطلاعات در زمینه این کامپوزیت های Bulky، تحقیق حاضر به بررسی میزان پلیمریزاسیون این کامپوزیت ها به روش FTIR انجام شد.

مواد و روش ها:

در این تحقیق که به روش تجربی و به صورت آزمایشگاهی انجام شد، ۱۰ نمونه دیسک شکل برای هر گروه که شامل کامپوزیت (X-tra Base (Voco, Germany) و کامپوزیت X-tra fil (voco, Germany) بود در ابعادی به قطر ۲ میلی متر و ارتفاع ۴ میلی متر تهیه گردید. (جدول ۱)

جدول ۱- میانگین میزان درجه پلیمریزاسیون در سطح فوقانی و

تحتانی به تفکیک نوع کامپوزیت

Pvalue	درصد پلیمریزاسیون	
	سطح تحتانی	سطح فوقانی
0.0001	۸۱/۱۸ ± ۳/۳۷	۹۰/۴۴ ± ۱/۴۴
	۷۸/۲۶ ± ۳/۹۱	۸۴/۳۹ ± ۳/۷۴
P value		
0.0001		

برای تهیه قالبها از مولدهای استنلس استیل به ارتفاع ۴ میلی متر و قطر ۱۵ میلی متر که در قسمت مرکزی آن استوانه ای

یافته ها:

در این مطالعه میزان پلیمریزاسیون کامپوزیت های x-tra base و x-tra fil به روش FTIR مورد ارزیابی قرار گرفت میانگین میزان DC گروه های ذیل (A, B, C, D) در جدول ۱ ارائه شده است.

گروه A: میزان DC یک میلیمتر ابتدایی کامپوزیت x-tra base: $90/44 \pm 1/44$

گروه B: میزان DC یک میلیمتر ابتدایی کامپوزیت x-tra fil: $84/39 \pm 3/74$

گروه C: میزان DC یک میلیمتر انتهایی کامپوزیت x-tra base: $81/18 \pm 3/35$

گروه D: میزان DC یک میلیمتر انتهایی کامپوزیت x-tra fil: 78.26 ± 3.91

گرچه تفاوت میزان پلیمریزاسیون نمونه های کامپوزیت (x-tra Base و x-tra fil) در ۱ میلی متر ابتدایی و انتهایی معنی دار بود ($P < 0/01$) ولی از لحاظ درجه پلیمریزاسیون بالاتر از درصد قابل قبول ($DC = 55\%$) قرار داشتند.

بحث:

نتایج این تحقیق که جهت بررسی میزان پلیمریزاسیون کامپوزیت های بالک فیل با استفاده از دستگاه FTIR انجام شد، نشان داد که درجه پلیمریزاسیون کامپوزیت های x-tra base و x-tra fil قابل قبول بوده و بالاتر از حد پایه قابل قبول ($DC = 55\%$) می باشد.

تاکنون مطالعات زیادی نشان داده که با افزایش ضخامت لایه های کامپوزیت به بیش از ۲ میلی متر میزان پلیمریزاسیون کاهش می یابد.^(۱۲-۱۴) اما در سال های اخیر برخی از کارخانجات ادعا کرده اند که با استفاده از کامپوزیت های جدید میتوان با ضخامت ۴ میلی متر به میزان پلیمریزاسیون مطلوب رسید. کامپوزیت های حاضر در این پژوهش (x-tra base و x-tra fil) نتایج قابل قبولی از میزان پلیمریزاسیون را در ضخامت ۴ میلی متر نشان دادند. که با نتایج تحقیق Shadman و همکاران مشابه بود.^(۱۰)

جهت بررسی میزان پلیمریزه شدن کامپوزیت ها می توان از دو روش مستقیم و غیر مستقیم استفاده کرد. در روش مستقیم درجه وارونگی طیف نما و اشعه لیزر استفاده می شود و در روش غیرمستقیم آزمایش ریزسختی به کار می رود.^(۲) در این مطالعه از روش مستقیم طیف FTIR که جزو حساسترین تکنیکها برای بررسی درجه ی تبدیل کامپوزیت ها می باشد، استفاده شد.^(۸،۹)

ترکیبات موجود در کامپوزیت، نوع photoinitiator موجود در آن، نوع و میزان ذرات فیلر و همچنین زمان کیورینگ از عوامل موثر بر عمق و میزان پلیمریزاسیون و در نتیجه سختی کامپوزیت است.^(۱۴،۱۵) DC نهایی به عوامل متعدد داخلی مانند ساختار شیمیایی رزین های متاکریلات، رنگ و میزان و نوع photoinitiator و عوامل خارجی نظیر شرایط پلیمریزاسیون بستگی دارد.^(۱۶) مقادیر DC گزارش شده برای بیشتر مواد بین ۶۰-۵۵ درصد می باشد و DC پایین تر از ۵۵ درصد پیشنهاد نمی شود.^(۱۱،۱۷)

در تحقیق حاضر میزان DC برای تمامی سطوح بالاتر از ۷۵ درصد بود که بالاتر از حد قابل قبول کلینیکی ($> 55\%$) می باشد^(۱۱) نتایج حاصله در این تحقیق با نتایج سایر تحقیقات در این زمینه هم سو بود.^(۲،۱۸،۱۹)

یکی از دلایل بهبود عمق کیور در کامپوزیت های Bulk cure افزایش ترانس لوسنسسی آنها می باشد که منجر به انتقال و نفوذ مناسب تر نور در لایه های عمقی تر شده و در نتیجه افزایش عمق کیور می شود.^(۱۸)

تفاوت در Refractive index بین فیلر و رزین از جمله عوامل موثر در ترانس لوسنسسی مواد می باشد که هرچه این تفاوت کمتر باشد عمق کیور بهبود یافته تر خواهد بود.^(۲،۲۰)

میزان پلیمریزاسیون نمونه های کامپوزیت x-tra fil، کمتر از میزان پلیمریزاسیون کامپوزیت x-tra base بود در کامپوزیت های x-tra base سایز فیلر ها به ۲۰ میکرون افزایش یافته که همراه با کاهش حجم فیلر می باشد (86% در کامپوزیت x-tra fil در برابر 75% در کامپوزیت x-tra base که باعث

پراکندگی کمتر نور در محل اتصال فیلر وماتریکس ونفوذ مناسب تر آن در نواحی عمقی می شود.^(۱۸،۱۹)

یکی از ویژگی های موثر منومر ها در ماتریکس رزینی که می تواند بر درجه پلیمریزاسیون موثر باشد، ویسکوزیته اولیه آن وهمچنین میزان Flexibility ساختار شیمیایی آن می باشد.^(۲۱) مولکول Bis-GMA مولکولی بزرگ و ویسکوز با Flexibility پایین در نظر گرفته می شود که پایین ترین DC را در میان منومر های مختلف دارا می باشد در حالی که مولکول TEGDMA که از ویسکوزیته پایین تری برخوردار است بالاترین DC را دارا می باشد.^(۲۲-۲۴)

در کامپوزیت x-tra base حضور مقادیر بالاتر دی متاکریلات های الیفاتیک در مقایسه با کامپوزیت x-tra fil که دارای منومر سنگین Bis-GMA می باشد منجر به میزان پلیمریزاسیون بالاتر کامپوزیت x-tra base می گردد.^(۲۲،۲۳)

اما در کل میزان پلیمریزاسیون دو نوع کامپوزیت در سطح فوقانی و تحتانی قابل قبول است. گرچه باتوجه به محدودیت های این مطالعه، ارزیابی سایر ویژگیها نظیر اثرات ناشی از انقباض حین پلیمریزاسیون به ویژه در حفرات با C-Factor بالا و میکرولیکیج احتمالی در کامپوزیت های بالک فیل در مطالعات آتی پیشنهاد می شود.

نتیجه گیری:

به نظر می رسد میزان پلیمریزاسیون هر دو کامپوزیت در سطح فوقانی و تحتانی قابل قبول می باشد. گرچه میزان پلیمریزاسیون نمونه های کامپوزیت X-tra fil از کامپوزیت x-tra base کمتر بود.

References:

1. Sakaguchi RL, Powers JM. *Craig's Restorative Dental Materials*. 13th ed. USA: Mosby; 2012, chapter 9. P: 161-198
2. Alrahlah A, Silikas N, Watts DC. Post-cure depth of cure of bulk fill dental resin-composites. *Dent Mater* 2014;30(2):149-54.
3. 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
4. Moorthy A, Hogg CH, Dowling AH, Grufferty BF, Benetti AR, Fleming GJ. Cuspal deflection and microleakage in premolar teeth restored with bulk-fill flowable resin-based composite. *J Dent* 2012 Jun;40(6):500-5.
5. Ilie N, Hickel R. Investigations on a methacrylate-based flowable composite based on the SDR™ technology. *Dent Mater* 2011;27(4):348-55.
6. Rullmann I, Schattenberg A, Marx M, Willershausen B, Ernst CP. Photoelastic determination of polymerization shrinkage stress in low-shrinkage resin composites. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 2012;122(4):294-9.
7. Voco GmbH internal measurements 2011. Available at: <http://www.Voco.com>. Dec 12, 2016
8. Imazato S, McCabe JF, Tarumi H, Ehara A, Ebisu S. Degree of conversion of composites measured by DTA and FTIR. *Dent Mater*. 2001 Mar;17(2):178-83
9. Stansbury JW, Dickens SH. Determination of double bond conversion in dental resins by near infrared spectroscopy. *Dent Mater* 2001;17(1):71-9
10. Shadman N, Atai M, Ghavam M, Kermanshah H, Ebrahimi SF. Parameters affecting degree of conversion of dual-cure resin cements in the root canal: FTIR analysis. *J Can Dent Assoc* 2012;78: 53.
11. Alshali RZ, Silikas N, Satterthwaite JD. Degree of conversion of bulk-fill compared to conventional resin-composites at two time intervals. *Dent Mater* 2013;29(9): 213-7.
12. Cho E, Sadr A, Inai N, Tagami J. Evaluation of resin composite polymerization by three dimensional micro-CT imaging and nanoindentation. *Dent Mater* 2011;27(11):1070-8. *Quintessence Int* 2011;42(8): 89-95.
13. Scotti N, Venturello A, Migliaretti G, Pera F, Pasqualini D, Geobaldo F, et al. New-generation curing units and short irradiation time: the degree of conversion of microhybrid composite resin.
14. Fujita K, Ikemi T, Nishiyama N. Effects of particle size of silica filler on polymerization conversion in a light-curing resin composite. *Dent Mater* 2011;27(11):1079-85.
15. 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
16. Leprince JG, Palin WM, Hadis MA, Devaux J, Leloup G. Progress in dimethacrylate-based dental composite technology and curing efficiency. *Dent Mater* 2013;29(2):139-56.
17. Silikas N, Eliades G, Watts DC. Light intensity effects on resin-composite degree of conversion and shrinkage strain. *Dent Mater* 2000;16(4):292-6.
18. Ilie N, Bucuta S, Draenert M. Bulk-fill resin-based composites: an in vitro assessment of their mechanical performance. *Oper Dent* 2013;38(6):618-25.
19. Ilie N, Keßler A, Durner J. Influence of various irradiation processes on the mechanical properties and polymerisation kinetics of bulk-fill resin based composites. *J Dent* 2013;41(8):695-702.
20. Fujita K, Nishiyama N, Nemoto K, Okada T, Ikemi T. Effect of base monomer's refractive index on curing depth and polymerization conversion of photo-cured resin composites. *Dent Mater J* 2005;24(3):403-8.
21. Dickens S, Stansbury J, Choi K, Floyd C. Photopolymerization Kinetics of Methacrylate Dental Resins. *Macromolecules* 2003, 36 (16): 6043-53
22. Sideridou I, Tserki V, Papanastasiou G. Effect of chemical structure on degree of conversion in light-cured dimethacrylate-based dental resins. *Biomaterials* 2002;23(8):1819-29.
23. Khatri CA, Stansbury JW, Schultheisz CR, Antonucci JM. Synthesis, characterization and evaluation of urethane derivatives of Bis-GMA. *Dent Mater* 2003;19(7):584-8
24. Alshali RZ, Silikas N, Satterthwaite JD. Degree of conversion of bulk-fill compared to conventional resin-composites at two time intervals. *Dent Mater* 2013;29(9): 213-7.