

## مقایسه اثر فاصله دستگاه لایت کیور LED و هالوژن بر ریزسختی کامپوزیت Z250

دکتر مراد صدقیانی\*، دکتر فرناز ثقفی\*\*، دکتر سمیرا بصیر شیبستری\*\*\*

\* استادیار گروه ترمیمی و زیبایی دانشکده دندانپزشکی دانشگاه آزاد اسلامی تهران

\*\* دندانپزشک

\*\*\* دستیار تخصصی گروه بیماریهای دهان، فک و صورت دانشکده دندانپزشکی دانشگاه تهران

تاریخ ارائه مقاله: ۸۶/۱۰/۲ - تاریخ پذیرش: ۸۷/۲/۷

**Title: Comparing the Effect of Light Tip Distance Curing Units LED & Halogen on Z250 Composite Microhardness**

**Authors:** Sadaghiani M\*, Saghafi F\*\*, BasirShabestari S\*\*\*

\* Assistant Professor, Dept of Operative Dentistry, Dental School, Azad University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

\*\* Dentist

\*\*\* Postgraduate Student of Oral Medicine, Dental School, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

**Introduction:** Use of light-curing units is an inseparable part of dentistry. They are used for curing conventional composites, glass ionomers, and liners and for bonding orthodontic brackets. It is then necessary to evaluate recently developed light curing units (LED) and compare them to conventional halogen units at different distances. This study aimed to compare the effect of LED and Halogen light curing units at different distances on composite (Z250) microhardness.

**Materials & Methods:** Microhybrid composite (Z250) with a Bis-GMA base (3M, ESPE) was used in this in vitro study. Plexiglass molds were provided with  $10 \times 10^{cm}$  size and  $2^{mm}$  height and filled with composite Z250. Samples were then divided into four groups of ten each. Samples in the first group were cured using Halogen light curing unit (Astralis 7) at  $0^{mm}$ . Second group were cured using Astralis 7 at  $5^{mm}$ . Third group were cured using Apoza light Curing unit at  $0^{mm}$  and the fourth group were cured using Apoza light curing unit at  $5^{mm}$ . After 20 second curing, samples were held in room temperature for 24 hours. Then microhardness test (Vickers, model 6100) was performed, over three separate points with distance of  $1^{mm}$  with each other on superior and inferior surfaces of each samples. The analysis was done with ANOVA.

**Results:** Statistical analysis revealed that microhardness on superior surface of Astralis 7 group at both  $0^{mm}$  and  $5^{mm}$  was significantly higher than Apoza group. It was also revealed that microhardness in both units at  $0^{mm}$  was significantly higher than  $5^{mm}$ . BTR (bottom / top Ratio) at LED (Apoza) was significantly higher than Halogen (Astralis 7).

**Conclusion:** Microhardness of all samples at a distance of  $0^{mm}$  was significantly higher than samples curing at a distance of  $5^{mm}$ . Microhardness of Z250 on superior surface after curing with Astralis 7 (Halogen) was significantly higher than samples curing with Apoza (LED) light curing unit. BTR at LED was significantly higher than Halogen.

**Key words:** Microhardness, Halogen, LED light-curing unit, Z250 composite, distance.

# Corresponding Author: samira\_bsh2@yahoo.com

Journal of Mashhad Dental School 2008; 32(2): 137-42.

### چکیده

**مقدمه:** استفاده از دستگاه های لایت کیور جزئی جدایی ناپذیری از دندانپزشکی است که برای سخت کردن کامپوزیت های متداول، گلاس آینومرها، لاینرها و باند کردن براکتهای ارتودنسی استفاده می شود. در این میان بررسی دستگاههای لایت کیور LED که اخیراً به بازار جهانی عرضه شده اند و مقایسه آن با دستگاههای هالوژن در فاصله های متفاوت ضروری بنظر می رسد. هدف این تحقیق بررسی اثر فاصله با دو دستگاه لایت کیور هالوژن و LED بر ریزسختی کامپوزیت Z250 بود.

**مواد و روش ها:** در این تحقیق تجربی آزمایشگاهی از کامپوزیت Z250 میکروهیبرید با پایه BIS-GMA (3M ESPE) استفاده شد. ابتدا قالبی از جنس Plexiglass با ابعاد  $10 \times 10^{cm}$  و ضخامت  $2^{mm}$  تهیه و از کامپوزیت Z250 پر شد. سپس نمونه ها به ۴ گروه ۱۰ تایی تقسیم شدند: نمونه های گروه اول با دستگاه لایت کیور هالوژن (Astralis 7) در فاصله  $0^{mm}$  و ۱۰ نمونه گروه دوم با Astralis 7 در فاصله  $5^{mm}$  و ۱۰ نمونه گروه سوم با دستگاه LED (Apoza) در فاصله  $0^{mm}$  و ۱۰ نمونه گروه چهارم با Apoza در فاصله  $5^{mm}$  سخت شدند. پس از ۲۰ ثانیه کیورینگ، نمونه ها در دمای اتاق برای ۲۴ ساعت نگهداری شدند و سپس توسط دستگاه Vickers (مدل ۶۱۰۰) تست ریزسختی انجام گرفت. این تست در هر ۴ گروه و در سه نقطه مجزا با فاصله  $1^{mm}$  از هم و در سطوح فوقانی و تحتانی انجام شد و با آزمون واریانس دو عاملی نتایج تحلیل گردید.

**یافته ها:** مطالعات آماری نشان داد که ریزسختی در هر دو فاصله  $0^{mm}$  و  $5^{mm}$  در سطح فوقانی دستگاه Astralis 7 بیشتر از Apoza بود. در هر دو دستگاه میزان ریزسختی در فاصله  $0^{mm}$  بیشتر از فاصله  $5^{mm}$  بود ( $P < 0.05$ ). نسبت ریزسختی سطح تحتانی به فوقانی (BTR: bottom/top ratio) در دستگاه Apoza بیشتر از Astralis 7 بود ( $P = 0.047$ ).

**نتیجه گیری:** ریزسختی تمام نمونه های سخت شده در فاصله  $0^{mm}$  بطور معنی داری بیشتر از نمونه های سخت شده در فاصله  $5^{mm}$  بود. میزان

ریزسختی در هر دو فاصله  $0^{mm}$  و  $5^{mm}$  در سطح فوقانی پس از کیورینگ با دستگاه هالوژن بیشتر از LED به ثبت رسید. نسبت ریزسختی سطح به عمق در دستگاه LED بیشتر از هالوژن بود.

**واژه های کلیدی:** ریزسختی، هالوژن، دستگاه لایت کیور LED، کامپوزیت Z250، فاصله.

مجله دانشکده دندانپزشکی مشهد / سال ۱۳۸۷ دوره ۳۲ / شماره ۲: ۴۲-۱۳۷.

## مقدمه

یکی از مشکلات اساسی استفاده از کامپوزیت ها میزان پلیمریزیشن پس از سخت شدن<sup>۱</sup> می باشد. سالهاست که از دستگاه های هالوژن برای سخت شدن کامپوزیت استفاده می شود.<sup>(۱)</sup> عدم پلیمریزیشن ناشی از سخت شدن نامناسب منجر به جذب آب بیشتر، خصوصیات مکانیکی پایین تر، سختی کمتر، سایش بیشتر، ریزش، پوسیدگی ثانویه و در نهایت شکست ترمیم خواهد شد.<sup>(۲و۳)</sup> در سالهای اخیر که دستگاههای LED<sup>۲</sup> به بازار عرضه شده اند و با توجه به عمر طولانی تر و عدم نیاز به فیلتر و تعویض مرتب لامپ و خنک کردن آن و عدم تولید حرارت زیاد، تمایل استفاده از آنها در حال افزایش است.<sup>(۴)</sup>

برخی محققان معتقدند که میزان پلیمریزیشن و ریزسختی کامپوزیت هایی که توسط LED سخت شده اند با میزان پلیمریزاسیون و ریزسختی کامپوزیت های سخت شده با دستگاههای هالوژن مشابه می باشد.<sup>(۴-۶)</sup> اما تحقیقات دیگر نشان دادند که ریزسختی کامپوزیت های سخت شده توسط LED پایین تر یا بالاتر از انواع سخت شده با هالوژن می باشد.<sup>(۷-۹)</sup> در دندانهای خلفی ناخواسته فاصله نوک دستگاه تا کامپوزیت افزایش می یابد و لذا می تواند در قدرت سخت کردن مؤثر باشد. اما در اکثر تحقیقات انجام شده، فاصله مطرح نبوده است. پس بر آن شدیم که تاثیر فاصله را در تحقیق حاضر مورد بررسی قرار دهیم.

با توجه به افزایش استفاده از دستگاههای مختلف و قیمت پایین تر دستگاه LED که در ایران به فراوانی مورد استفاده قرار می گیرد و نیز تناقضات تحقیقات درباره دستگاهی که عمق کیورینگ مطلوب داشته باشد.<sup>(۱۰-۲۰)</sup> بر آن شدیم که اثر فاصله را بر عمق کیورینگ در دستگاه LED (Apoza) و هالوژن (Astralis 7) بر ریزسختی کامپوزیت Z250 را بررسی نماییم.

## مواد و روش ها

این تحقیق به صورت تجربی و آزمایشگاهی انجام شد و از ۴۰ نمونه کامپوزیت Z250 (3M ESPE) میکروهیبرید با پایه Bis.GMA و با رنگ A2 استفاده شد. به علت وجود انعکاس نور در قالبهای فلزی یک قالب فیبری از جنس Plexiglass تیره به ابعاد  $10^{cm} \times 10^{cm}$  و ضخامت  $2^{mm}$  آماده شد که دارای سوراخهایی به قطر  $5^{mm}$  و عمق  $2^{mm}$  بود و سپس سوراخ ها توسط کامپوزیت Z250 پر شدند و قالب به یک پایه فلزی مدرج که دارای یک صفحه متحرک جهت قرارگیری دستگاه لایت کیور و قابل تنظیم در فواصل مختلف بود متصل گردید. قالب های پر شده توسط کامپوزیت به ۴ گروه ۱۰ تایی بدین شرح تقسیم شد:

گروه A با دستگاه هالوژن، Astralis 7 و فاصله  $0^{mm}$  و گروه B با دستگاه Astralis 7 و فاصله  $5^{mm}$  و گروه C با دستگاه LED (Apoza) و فاصله  $0^{mm}$  و گروه D بوسیله دستگاه لایت کیور LED (Apoza) با فاصله  $5^{mm}$  کیور شد.

شدت تابش اشعه برای دستگاه LED (ساخت کارخانه Apoza کشور ژاپن) و دستگاه هالوژن (Astralis 7) ساخت کارخانه Vivadent لیختن اشتاین، با برنامه  $hip^3$  به ترتیب  $800^{mW/cm^2}$  و ۷۵۰، مدت زمان تابش ۲۰ ثانیه (طبق دستور کارخانه) بود. قبل از هر بار تابش دستگاه لایت کیور توسط رادیومتر مخصوص LED و هالوژن کنترل شد. سپس نمونه ها ۲۴ ساعت در دمای اتاق نگهداری شدند و سپس ریزسختی هر نمونه (میزان فرورفتگی سطح نمونه پس از وارد آوردن نیروی ۵۰ گرم و ۱۵ ثانیه) در سطح فوقانی و تحتانی و در سه نقطه مجزا با فاصله  $1^{mm}$  توسط روش و دستگاه آزمایش Vickers (مدل ۶۱۰۰، ساخت کشور امریکا) اندازه گیری گردید. درصد میانگین ریزسختی در سه نقطه مجزا در سطوح فوقانی و تحتانی و نیز نسبت ریزسختی سطح تحتانی به فوقانی (BTR<sup>۴</sup>) هر نمونه محاسبه گردید. نهایتاً میزان ریزسختی سطح تحتانی، فوقانی و نسبت BTR در هر چهار

نوع دستگاه لایت کیورو فاصله نوک آن بر ریزسختی سطح فوقانی تاثیر معنی داری داشت به گونه ای که ریزسختی سطح فوقانی در دستگاه Astralis 7 بطور معنی داری بالاتر از Apoza بود ( $P=0/045$ ). همچنین نوع دستگاه بر نسبت تحتانی به فوقانی نیز موثر بود بطوری که این نسبت در Apoza بیشتر از Astralis بود ( $P=0/047$ ).

میزان ریزسختی فوقانی در فاصله 5mm بطور معناداری کمتر از فاصله 0<sup>mm</sup> بود ( $P=0/049$ ). در ریزسختی سطح تحتانی عامل فاصله تاثیر معناداری داشت ( $P=0/016$ ). اما فاصله بر درصد نسبت تحتانی به فوقانی اثر معنی داری نداشت. در هر دو دستگاه میزان ریزسختی سطح تحتانی در فاصله 0<sup>mm</sup> بیشتر از فاصله 5<sup>mm</sup> بود اما نوع دستگاه لایت کیورو در ریزسختی سطح تحتانی تاثیر نداشت.

گروه با استفاده از آزمون آماری واریانس دو عاملی تحلیل گردید.

### یافته ها

اطلاعات حاصل از این تحقیق تجربی که بر روی ۴۰ نمونه کامپوزیتی و در ۴ گروه انجام شد بشرح زیر است:

در جداول ۱ و ۲ به ترتیب میزان ریزسختی کامپوزیت Z250 در فواصل ۰ و ۵ میلیمتر در دو گروه و در سطوح فوقانی و تحتانی و نسبت سختی سطح تحتانی به فوقانی و نتایج حاصل از آنالیز واریانس دو عاملی بر میزان ریزسختی بر حسب فاصله و نوع دستگاه لایت کیورو آمده است.

با توجه به عدم وجود اثر متقابل بین نوع دستگاه و فاصله بر ریزسختی سطح فوقانی، تحتانی و درصد نسبت تحتانی به فوقانی نتایج به صورت ذیل می باشد (جدول ۲).

جدول ۱: میزان ریزسختی ۴۰ نمونه کامپوزیت به تفکیک نوع دستگاه لایت کیورو و فاصله تابش و سطح نمونه و درصد BTR

نوع دستگاه	فاصله (mm)	ریزسختی $kg/mm^2$	
		سطح فوقانی	درصد نسبت تحتانی به فوقانی (BTR)
Astralis 7 (n=10)	۰	۸۶/۱۶±۴/۳۴	۷۰/۲۱±۲/۹۳
Astralis 7 (n=10)	۵	۸۱/۰۲±۹/۳۸	۶۵/۵۲±۷/۰۰
Apoza (n=10)	۰	۸۰/۷۸±۴/۲۹	۷۰/۰۵±۲/۵۷
Apoza (n=10)	۵	۷۸/۸۷±۴/۳۲	۶۷/۹۸±۲/۶۱

جدول ۲: نتایج حاصل از آنالیز واریانس دو عاملی بر ریزسختی بر حسب فاصله و نوع دستگاه لایت کیورو

نوع دستگاه	ریزسختی					
	سطح فوقانی		سطح تحتانی		درصد نسبت تحتانی به فوقانی (BTR)	
	P	F	P	F	P	F
نوع دستگاه	۰/۰۴۵	۰/۷۴۵	۰/۳۹۴	۰/۲۳۱	۰/۰۴۷	۳/۹۳۴
فاصله	۰/۰۴۹	۰/۴۰۷	۰/۱۶	۰/۰۰۴	۰/۹۵۱	۳/۴۵۵
اثر متقابل	۰/۴۰۲	۰/۹۵۶	۰/۳۳۵	۰/۰۲۵	۰/۸۷۴	۰/۷۱۸

## بحث

از آنجا که شدت و طول موج نور و زمان سخت کردن از عوامل دخیل در سختی کامپوزیت است،<sup>(۶)</sup> در مطالعه حاضر مشابه مطالعه Adrian<sup>(۲۱)</sup> و Consanis<sup>(۲۲)</sup>، از دو دستگاه با طول موج و مدت زمان کیورینگ مشابه جهت انجام آزمایش استفاده شد تا بتوان اثر فاصله را بر میزان ریزسختی کامپوزیت بررسی کرد.

از جایی که رنگ کامپوزیت با میزان پلیمریزیشن مرتبط است، هر چه رنگ تیره‌تر باشد باید زمان کیور کردن افزایش یابد.<sup>(۲)</sup> از این رو در تحقیق حاضر مشابه تحقیق Anders و Claus-peter رنگ تمام نمونه‌ها کامپوزیت A2 بودند تا از این نظر تفاوتی وجود نداشته باشد.<sup>(۱۶و۱۷)</sup>

در این مطالعه برخلاف مطالعه پور احمدی و Consanis چون ضخامت قالب ۲<sup>mm</sup> بود و هر دو سطح فوقانی و تحتانی در دسترس بودند نیازی به خارج کردن نمونه‌ها و نیز پالایش کردن قالب نبود.<sup>(۲۲و۲۳)</sup>

با توجه به اهمیت ثبات فاصله نوک دستگاه تا سطح نمونه‌ها به علت اینکه در صورت نگهداری دستگاه لایت کیور با دست احتمال حرکت دستگاه و بروز خطا وجود داشت، از یک دستگاه ثابت کننده دستگاه لایت کیور استفاده شد در صورتیکه در مطالعات Price و Claus-peter از ورقه‌های مسی استفاده گردید و تغییر فاصله را با افزایش ضخامت کامپوزیت ایجاد کردند در حالیکه بهتر بود آن را با تغییر فاصله بین نوک دستگاه و کامپوزیت ایجاد می‌کردند.<sup>(۱۶و۲۰)</sup>

با توجه به تناقض‌های موجود در مطالعات مختلف مبنی بر تأثیر بزاق یا محیط مرطوب بر سختی کامپوزیت و تأثیر جذب آب بر سختی آن، در تحقیق حاضر نمونه‌ها در فاصله بین آماده شدن و انجام آزمایش سختی به صورت خشک نگهداری شدند تا این مسئله مداخله‌ای ایجاد نکند.<sup>(۳و۲۴)</sup> در حالی که هیچ گزارشی مبنی بر وجود ترک در نمونه‌ها در زمان اندازه‌گیری سختی به واسطه خشک بودن آنها ارائه نشده، ولی نیاز به بررسی بیشتر در این زمینه وجود دارد.

اندازه‌گیری ریزسختی سطح فوقانی کامپوزیت معیار مناسب اما ناکافی برای اندازه‌گیری پلیمریزیشن است. علاوه

بر آن باید به میزان ریزسختی سطح تحتانی نسبت به سطح فوقانی (BTR) دقت کافی شود<sup>(۴و۵)</sup> که در تحقیق حاضر این نسبت در دستگاه Astralis 7 81/66% و در دستگاه Apoza 86.83% بود. دو دستگاه از این لحاظ اختلاف معنی داری با یکدیگر داشتند ( $P < 0.05$ ). به نظر می‌رسد که عمق نفوذ اشعه با شدت تابش  $800 \text{ mW/cm}^2$  در Apoza (LED) بیشتر از دستگاه Astralis 7 و با شدت تابش  $750 \text{ mW/cm}^2$  است.<sup>(۲)</sup> باریک بودن طیف تابش در دستگاه‌های LED به دلیل اینکه حجم بیشتری از مواد جاذب نور را تحت تابش و فعال شدن قرار می‌دهد پس منجر به پلیمریزیشن بیشتر کامپوزیت می‌شود.<sup>(۱و۲)</sup>

این تحقیق نشان داد که با افزایش فاصله دستگاه لایت کیور، ریزسختی نمونه‌ها، در هر دو دستگاه، هم در سطح فوقانی و هم تحتانی، کاهش یافت. میزان ریزسختی کامپوزیت در سطح فوقانی پس از کیورینگ با فاصله 0<sup>mm</sup> در دستگاه هالوژن (Astralis 7) بیشتر از Apoza LED (به ثبت رسید ( $P < 0.05$ ). نسبت BTR در دستگاه LED به طور معنی داری بیشتر از دستگاه هالوژن بود. در فاصله 5<sup>mm</sup> هر دو دستگاه LED و هالوژن ریزسختی کافی در کامپوزیت ایجاد نکردند.

تحقیق حاضر همسو با تحقیق Anders نشان داد که افزایش فاصله دستگاه لایت کیور تا کامپوزیت باعث کاهش عمق کیور می‌شود البته در مطالعه مذکور زمان تابش 40s بود و دستگاه هالوژن (Astralis 7) بیشترین عمق کیور را نشان داد، ولی همانند تحقیق حاضر نتایج سختی ایجاد شده متفاوت و نشانگر آن بود که نوع دستگاه لایت کیور در میزان سختی موثر است.<sup>(۱۷)</sup>

تحقیق حاضر همسو با تحقیق L-Correr-Sorbinho و Cereg نشان داد که ریزسختی در LED و هالوژن با افزایش فاصله کاهش می‌یابد ولی در دستگاه هالوژن کاهش چشم‌گیری با افزایش فاصله دیده شد. البته در مطالعه مذکور میزان عمق نیز متغیر بود.<sup>(۱۲و۱۸)</sup>

میزان ریزسختی بیشتری در فاصله 0<sup>mm</sup> نسبت به 5<sup>mm</sup> نشان داده شد. این مسئله شاید بدین دلیل باشد که با افزایش فاصله بین کامپوزیت و دستگاه لایت کیور نور با شدت کمتری به

۲. در فاصله  $5^{mm}$  هر دو دستگاه ریزسختی کافی را در کامپوزیت ایجاد نکردند.

۳. میزان ریزسختی کامپوزیت (Z 250) پس از کیورینگ با فاصله  $0^{mm}$  در سطح فوقانی با دستگاه هالوژن بطور معنی داری بیشتر از LED به ثبت رسید.

۴. نسبت میزان ریزسختی سطح تحتانی به فوقانی (BTR) در دستگاه LED بطور معنی داری بیشتر از دستگاه هالوژن بود.

۵. توصیه می شود که مطالعات تکمیلی دیگری در فواصل بین  $0^{mm}$  و  $5^{mm}$  انجام گیرد تا روند کاهش سختی با افزایش فاصله نیز بررسی شود.

کامپوزیت می رسد و میزان پلیمریزیشن کاهش می یابد.<sup>(۱۹)</sup>

علت بالاتر بودن ریزسختی نمونه های Astralis 7 نسبت به Apoza شاید حرارت قابل ملاحظه ای باشد که لامپ های هالوژن حین کیور کردن تولید می کنند که می تواند موجب سخت شدن بیشتر سطح فوقانی نمونه های کیور شده با دستگاه هالوژن گردد.<sup>(۲۰)</sup>

### نتیجه گیری

۱. با افزایش فاصله دستگاه لایت کیور از  $0^{mm}$  به  $5^{mm}$  سختی نمونه های در هر دو دستگاه هم در سطح فوقانی و هم تحتانی کاهش یافت.

### منابع

1. Asmussen E, Peutz A. Light emitting diode curing: influence on selected properties Resin composite. Quintessence Int 2003; 34(1): 5-7.
2. Craig G, Robert M. Dental material restorative. 11<sup>th</sup> ed. USA: Mosby; 2006. P. 187,144.
3. Bala O, Uctasli M, Tuz M. Barcol hardness of different resin-based composites cured by halogen or light emitting diod. J Oprative Dentistry 2005; 30(1): 69-74.
4. Dunn W, Bush A. A comparison of polymerization by light-emitting diode and halogen-based light units. J Am Dent Assoc 2002; 133(3): 335-41.
5. Soh M, Yap A, Siow K. Effectiveness of composite cure associated with different curing models of LED lights. J Oper Dent 2003; 23(4): 371-7.
6. Oxman J, Paton B, Felix C. Effect of wave length on resin hardness & light transmission. 8<sup>th</sup> ed. USA: Mosby; 2004. P. 117.
7. Ramp L, Broome J, Ramp M. Hardness and wear resistance of two resin composites cured with equivalent radiant exposure from a low irradiance LED and QTH light-curing units. Am J Dent 2006; 19(1): 6-9.
8. Yazici A, Kugel G, Gul G. The Knoop hardness of a composite resin polymerized with different curing lights and different modes. J Contemp Dent Pract 2007; 8(2): 52-9.
9. Toroghi A. Evaluation of light cure unit on micro hardness of composite Z250. [Dissertation]. Tehran, Iran: Azad Eslami Tehran University of Medical Sciences; 1385-6.
10. Dunn W, Talaumis L. Polymerization of orthodontics resin composite with light Emitting diod curing units. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2002; 122(3): 236-41.
11. Uhli A, Sigusch B, Jand K. Second generation LED for the polymerization of oral materials. J Dental material 2004; 20(1): 80-7.
12. Caldos D, Almedia J. influence of Curing tip distance on resin composite knoop hardness number with three different light curing units. J Oper Dent 2003; 28(3): 315-20.
13. Schwarts R, Robbin J. Operative dentistry. 8<sup>th</sup> ed. UK: Quintessence; 2001. P. 257-8.
14. Aravamudhan K, Floyd J, Rakowski D, Flaim G, Dickens S, Eichmiller F, Fan P. Light emitting diode curing light irradiance and polymerization of resin based composite. J Am Dent Assoc 2006; 137(2): 213-23.
15. Gerrit R, Claus-Peter E. Decrease in Power Output of new light emitting Diode Curing Devices with increasing Distance to filling surface. J Adhes Dent 2002; 30(4): 197-204.
16. Claus-peter E, Gerrit R. Depth of cure of LED VS QTH Light-curing Devices at a distance of 7mm. J Adhesive Dentistry 2004; 15(6): 141-50.
17. Anders L, Anne P. Effect of power density of curing unit, exposure duration, and light guide distance on composite depth of cure cline oral invests. Quintessence Int 2005; 12(9): 71-6.
18. Price R, Felix C, Andreou P. Knoop hardness of ten resin composites irradiated with high power LED and QTH lights. Biomaterials 2005; 26(15): 2631-41.
19. Roberson M, Heymann O, Swif J. Art & Science OF Operative Dentristry. USA: Mosby; 2002. 103-9.

20. Price B, Derand T, Loney W, Andreou P. Effect of light source & specimen thickness on the surface hardness of resin composite. *American Journal of Dentistry* 2002; 15(1): 225-8.
21. Adrian W, Bennet C, David W. Performance of two blue light emitting diod dental light Curing units with distance and irradiation time. *Dental Materials* 2004; 20(2): 72-9.
22. Consanis H, Ogliari F, Correr A. Effect of time and polymerization cycle on the degree of conversion of a resin composite. *J Oper Dent* 2006; 31(4): 489-99.
23. Poor Ahmadi M. Evaluation of light cure distance on micro hardness of 2 type of flowable composit (in vitro). [Dissertation]. Tehran, Iran: Azad Eslami Tehran University of Medical Sciences; 1384-5.
24. Hasler C, Zimmerli B, Lussi A. Curing capability of halogen and LED light curing units in deep class II cavities in extracted human molars. *J Oper Dent* 2006; 31(3): 354-63.

Archive of SID