بررسی استحکام فشاری کامپوزیت‌های هیبرید و نانوکامپوزیت‌ها

دکتر مریم معزی‌زاده*

چکیده

سابقه و هدف: امروزه ترمیم‌های کامپوزیتی به علت ظاهر زیبا، سرعت عمل حین کار و هزینه کم، بسیار مورد استفاده قرار می‌گیرند. کامپوزیت‌های مختلفی در بازار موجود هستند و شناخت بهترین آنها که کارایی بهتر و دراز مدت‌تری داشته باشند ضروری است. هدف از مطالعهٔ حاضر بررسی استحکام فشاری مواد ترمیمی کامپوزیت‌های هیبرید و نانوکامپوزیت‌ها بود.

مواد و روشها: در مطالعهٔ تجربی حاضر از چهار نوع مختلف کامپوزیت رزین به شرح زیر استفاده شد: گروه ۱- Filtek Z 250 (3M) (کامپوزیت هیبرید)، گروه ۲- Filtek Superme (3M)، گروه ۳- Gradia Direct X (GC) و گروه ۴- Herculite XRV Ultra (Kerr Hawe). برای هر کامپوزیت ۱۲ نمونه در یک مولد فلزی به ابعاد ۴ میلی‌متر قطر و ۶ میلی‌متر ارتفاع ساخته شد. نمونه‌ها پس از پولیمریزاسیون در داخل مولد با استفاده از دستگاه لایت کیور LED Radiplus (SDI)، به مدت ۴۸ ساعت در آب مقطر با درجه حرارت ۳۷ درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شدند. سپس با استفاده از دستگاه Mechanical Testing Machine با سرعت ۰/۵ میلی‌متر در دقیقه تحت تست استحکام فشاری قرار گرفتند. برای بررسی و آنالیز آماری نمونه‌ها از آزمون‌های آماری Tukey's Post hoc و one-way ANOVA استفاده شد.

یافته‌ها: یافته‌های مطالعه حاضر نشان دادند که استحکام فشاری گروه ۱ (Filtek Z ۲۵۰) بیشتر از سه گروه دیگر بود که از نظر آماری معنی‌دار بود ($P<0/05$). میان گروه‌های ۲، ۳ و ۴ از نظر آماری تفاوت معنی‌داری وجود نداشت.

نتیجه‌گیری: کامپوزیت هیبرید استحکام فشاری بیشتری به نسبت نانوکامپوزیت‌ها از خود نشان داد.

کلید واژگان: کامپوزیت هیبرید، نانوکامپوزیت، استحکام فشاری

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۰/۱/۲۱ تاریخ اصلاح نهایی: ۱۳۹۰/۶/۵ تاریخ تأیید مقاله: ۱۳۹۰/۷/۱۱

مجله دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، دوره ۳۰، شماره ۱، بهار ۱۳۹۱، ۲۸- ۲۳

مقدمه

به دلیل زیبایی ترمیم‌های هم‌رنگ دندان، استفاده از این ترمیم‌ها در چند دههٔ اخیر بسیار افزایش یافته است. کارآیی طولانی مدت این نوع مواد ترمیمی بسیار مهم است چرا که این ترمیم‌ها بطور مداوم تحت تاثیر نیروهای جونده در داخل دهان قرار دارند و این نیروها می‌توانند باعث افزایش شکست این نوع ترمیم‌ها گردند، به همین دلیل بهبودهای زیادی در خواص این نوع مواد ایجاد شده است.

بسیاری از کارخانجات سازنده مواد ترمیمی دندانپزشکی همیشه در حال بهبود خواص مکانیکی و فیزیکی این مواد می‌باشند. برای بهبود کارآیی و خواص مواد کامپوزیتی جهت ترمیم‌های خلفی،سازندگان این مواد سعی بر افزایش میزان فیلر و کاهش اندازهٔ آن دارند تا استحکام مناسب و مقاومت به سایش در مقابل نیروهای جونده افزایش یابد. این مواد کامپوزیتی دارای میزان فیلر بالایی می‌باشند و کارآیی تکنیکی عالی و خواص بسیار خوبی از خود نشان می‌دهند (۱).

مستندات بسیاری در مورد مواد دندانی وجود دارند که نشان می‌دهند میان خواص فیزیکی و خواص مکانیکی مواد مانند استحکام فشاری، کششی یا شکست رابطهٔ مستقیم وجود دارد. با توجه به اینکه رفتار کامپوزیت‌های دندانی به مورد استفاده از آنها بستگی دارد، بهتر است توجه بیشتری به پارامترهای کلیدی چون میزان فیلر، اندازهٔ فیلر، نوع فیلر و ماتریکس معطوف گردد (۲).

در طول پروسهٔ جویدن، دندان‌ها به طور مداوم در معرض سیکل‌های مکانیکی و حرارتی قرار می‌گیرند و مواد ترمیمی دچار خستگی شده، در نهایت می‌شکنند (۳). بنابراین ترمیم دندان با مادهٔ ترمیمی که بتواند این نوع فشارها را تحمل نماید بسیار ضروری و مهم است. کامپوزیت‌های هیبرید

*نویسنده مسئول: استادیار گروه دندانپزشکی ترمیمی، دانشکدهٔ دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی
E-mail: mmoezyzadeh@dent.sbmu.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

خواص مکانیکی و فیزیکی بسیار خوبی نشان داده‌اند اما با پیشرفت‌های بوجود آمده در زمینه نانوتکنولوژی ، نوع جدیدی از کامپوزیت بنام نانوکامپوزیت وارد بازار مواد دندانپزشکی گردیده است.

نانوکامپوزیت‌ها ترکیبی از مزایای مواد کامپوزیتی هیبرید و میکروفیلد را دارا هستند. بنظر می‌رسد نانوکامپوزیت‌ها دارای خواص زیبای خوبی باشند به همین دلیل برای ترمیم‌های قدامی بسیار مناسب بوده، در عین حال خواص مکانیکی مناسبی نیز دارند که باعث می‌شود بتوانند به عنوان مواد ترمیمی در دندان‌های خلفی نیز مورد استفاده قرار گیرند (۴).

سیستم‌های کامپوزیت‌های ترمیمی که از نانوتکنولوژی استفاده می‌کنند دارای ترانسلو سنی بالا، قدرت پولیش و نگه داشتن سطح پولیش شده خوب مشابه کامپوزیت‌های میکروفیلد می‌باشند و در عین حال خواص فیزیکی و مقاومت به سایش آنها نیز با کامپوزیت‌های هیبرید برابری می‌کند (۵).

کامپوزیت‌های هیبرید و میکروهیبرید دارای اندازهٔ ذرات متفاوتی می‌باشند. تنوع در اندازهٔ ذرات می‌تواند باعث افزایش تعداد ذرات فیلر داخل ماتریکس کامپوزیت شود که در نتیجه باعث افزایش استحکام آن می‌گردد. چرا که بین افزایش استحکام فشاری کامپوزیت‌های دندانی و افزایش میزان ذرات فیلر رابطهٔ مستقیمی وجود دارد (۶). جدا از میزان و نوع فیلر، عوامل دیگری (مانند ماتریکس، زمان کیورینگ و شرایط محیطی دهان) نیز بر استحکام مکانیکی مواد کامپوزیتی تأثیرگذارند. بعنوان نمونه وجود مواد شیمیایی یا آب و بزاق موجود در حفره دهانی باعث کاهش خواص مکانیکی کامپوزیت‌ها در درازمدت می‌گردد (۷).

مواد کامپوزیتی متنوع و متفاوتی در بازار موجود می‌باشند. طی سالیان اخیر مواد نانوکامپوزیتی زیاد وارد بازار دندانپزشکی شده‌اند که شناسایی و انتخاب بهترین آنها از نظر کارآیی درازمدت ترمیم بسیار مهم و ضروری است.

هدف مطالعهٔ حاضر بررسی و مقایسهٔ استحکام فشاری کامپوزیت هیبرید و نانوکامپوزیت‌های موجود در بازار بود.

مواد و روشها:

مطالعهٔ تجربی حاضر بصورت in-vitro انجام گرفت. در این مطالعه از چهار نوع مختلف کامپوزیت رزین استفاده شد. مشخصات این کامپوزیت‌ها در جدول شماره ۱ ارائه شده‌اند.

برای هر گروه از کامپوزیت‌ها ۱۲ نمونهٔ سیلندری در یک مولد فلزی با ابعاد ۴ میلی‌متر قطر و ۶ میلی‌متر ارتفاع ساخته شد. کامپوزیت‌ها به صورت لایه‌لایه داخل مولد پک شدند و هر لایه توسط دستگاه لایت کیور LED (Radi Plus ,SDI Limited ,Bayswater, Victoria 3153,Australia) به مدت ۴۰ ثانیه کیور گردید. نمونه‌ها پس از برداشتن از مولد دوباره به مدت ۶۰ ثانیه کیور شدند. پس از کامل شدن پولیمریزاسیون، نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در آب مقطر ۳۷ درجه سانتی‌گراد نگهداری شده، سپس با استفاده از دستگاه (Zwick/Roell –Z020,Zwick Mechanical GmbH & CO.KG, Germany) Testing Machine با سرعت ۰/۵ میلی‌متر در دقیقه در معرض تست استحکام فشاری قرار گرفتند. از آزمون‌های Tukey's post-hoc و ANOVA برای بررسی و آنالیز آماری نتایج استفاده گردید. میزان معنی‌دار بودن P<۰/۰۵ درنظر گرفته شد.

جدول ۱- مشخصات مواد استفاده شده

نام کامپوزیت	نوع کامپوزیت	کارخانه سازنده	شماره Lot
Filtek Z 250	هیبرید	3M Dental Products, St.Paul, MN,USA	8 GL
Filtek Supreme	نانوکامپوزیت	3M Dental Products, St.Paul, MN,USA	8 AT
Gradia Direct X	نانوکامپوزیت	GC Dental Products Corp, Toriimatsu, Kasugai, Japan	1003101
Herculite XRV Ultra	نانوکامپوزیت	Kerr Hawe, Bioggio, Switzerland	3082288

www.SID.ir

یافته‌ها:

نتایج مطالعهٔ حاضر در جداول شمارهٔ ۲ و ۳ و نمودار شماره ۱نشان داده شده‌اند. همانگونه که مشخص است استحکام فشاری گروه (Filtek Z۲۵۰) بیشتر از ۳ گروه دیگر بود و از نظر آماری تفاوت معنی‌داری با آنها داشت (P<۰/۰۵).

آزمون One-way ANOVA که برای مقایسهٔ چهار گروه مورد استفاده قرار گرفته بود تفاوت معنی‌داری را نشان داد (P<۰/۰۵). از آزمون Tukey برای مقایسهٔ میان گروه‌های مختلف استفاده شد. نتایج نشان دادند که از نظر آماری تفاوت معنی‌داری بین گروه ۱ و سه گروه دیگر وجود دارد ولی تفاوت معنی‌داری بین گروه‌های ۲، ۳ و ۴ مشاهده نشد (جدول ۳).

جدول ۲- میانگین و انحراف معیار گروه‌های مورد مطالعه One-way ANOVA

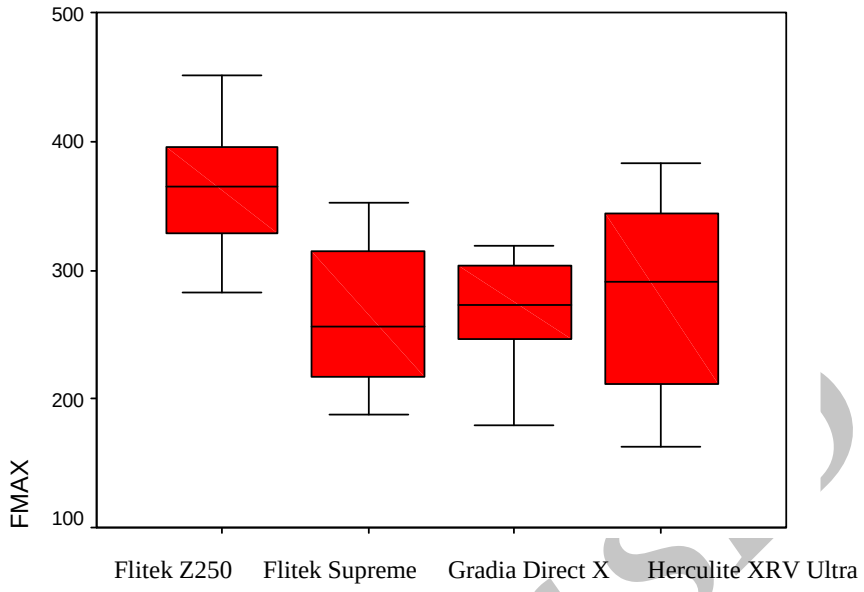
مواد	تعداد	میانگین	انحراف معیار	مینیمم	ماگزیمم
Filtek Z 250	۱۲	۳۶۲/۵۱	۴۸/۷۲۵۲۶	۲۸۳/۱۶	۴۵۱/۸۵
Filtek Supreme	۱۲	۲۶۶/۷۰	۵۷/۱۷۷۴۰	۱۸۸/۳۴	۳۵۲/۶۵
Gradia Direct X	۱۲	۲۶۸/۷۲	۴۰/۶۰۳۹۱	۱۷۹/۰۵	۳۱۹/۱۲
Herculite XRV Ultra	۱۲	۲۷۵/۷۵	۷۶/۹۹۴۹۹	۱۶۳/۲۰	۳۸۲/۶۷
Total	۴۸	۲۹۲/۸۷	۶۸/۶۶۳۳۱	۱۶۳/۲۰	۴۵۱/۸۵

جدول ۳- مقایسه چندگانه گروه‌های مورد مطالعه آزمون‌های Post Hoc

	کامپوزیت (I)	کامپوزیت (J)	میانگین اختلاف (I-J)	خطای استاندارد	سطح معنی‌داری
Tukey HSD	Filtek Z 250	Filtek Supreme	۹۵/۸۱۰۰(*)	۲۳/۰۱۱۵۷	۰/۰۰۱
		Gradia Direct X	۹۳/۷۸۲۵(*)	۲۳/۴۶۷۲۹	۰/۰۰۱
		Herculite XRV Ultra	۸۶/۷۵۷۵(*)	۲۳/۴۶۷۲۹	۰/۰۰۳
	Filtek Supreme	Filtek Z 250	-۹۵/۸۱۰۰(*)	۲۳/۰۱۱۵۷	۰/۰۰۱
		Gradia Direct X	-۲/۰۲۷۵	۲۳/۰۱۱۵۷	۱/۰۰۰
		Herculite XRV Ultra	-۹/۰۵۲۵	۲۳/۰۱۱۵۷	۰/۹۷۹
	Gradia Direct X	Filtek Z 250	-۹۳/۷۸۲۵(*)	۲۳/۴۶۷۲۹	۰/۰۰۱
		Filtek Supreme	۲/۰۲۷۵	۲۳/۰۱۱۵۷	۱/۰۰۰
		Herculite XRV Ultra	-۷/۰۲۵۰	۲۳/۴۶۷۲۹	۰/۹۹۱
	Herculite XRV Ultra	Filtek Z 250	-۸۶/۷۵۷۵(*)	۲۳/۴۶۷۲۹	۰/۰۰۳
		Filtek Supreme	۹/۰۵۲۵	۲۳/۰۱۱۵۷	۰/۹۷۹
		Gradia Direct X	۷/۰۲۵۰	۲۳/۴۶۷۲۹	۰/۹۹۱
Dunnet (2-sided)(a)	Filtek Supreme	Filtek Z 250	-۹۵/۸۱۰۰(*)	۲۳/۰۱۱۵۷	۰/۰۰۰
	Gradia Direct X	Filtek Z 250	-۹۳/۷۸۲۵(*)	۲۳/۴۶۷۲۹	۰/۰۰۱
	Herculite XRV Ultra	Filtek Z 250	-۸۶/۷۵۷۵(*)	۲۳/۴۶۷۲۹	۰/۰۰۲

Archive of SID

www.SID.ir



نمودار ۱- استحکام فشاری گروه‌های مورد مطالعه

بحث:

طی سالیان متمادی تلاش‌های بسیاری جهت معرفی مواد ترمیمی کامپوزیتی مشابه ساختمان دندان طبیعی صورت گرفته‌اند. پیشرفت‌های بدست آمده در زمینه مواد کامپوزیتی ترمیمی بیشتر بر بهبود خواص مکانیکی، افزایش مقاومت به سایش و سازگاری محیطی متمرکز گردیده‌اند (۸).

خصوصیاتی مانند مواد تشکیل دهندهٔ شیمیایی، میزان فیلر، اندازه و شکل فیلرها روش و زمان کیور کردن از جمله مواردی هستند که می‌توانند بر کارآیی مادهٔ کامپوزیتی تاثیرگذار باشند.(۱۰و۹)

آزمون استحکام فشاری آزمونی است که برای بررسی خواص مکانیکی مواد ترمیمی مورد استفاده قرار می‌گیرد. از آنجا که بیشتر نیروهای جویدنی بصورت فشاری هستند بررسی کارآیی مواد ترمیمی در چنین شرایطی از اهمیت بسیاری برخوردار است (۶).

پیشرفت‌های صورت گرفته در زمینه نانوتکنولوژی تاثیر بسیاری بر مواد ترمیمی کامپوزیتی گذاشته‌اند (۱۱). کامپوزیت‌های متنوع زیادی براساس تکنولوژی نانو معرفی شده‌اند که هدف اصلی آنها ترکیب مزایای مواد ترمیمی هیبریدو میکروفیلد می‌باشد.

نانوکامپوزیت‌ها خواص زیبایی که جهت ترمیم‌های قدامی لازم است را دارا می‌باشند و در عین حال خواص مکانیکی مناسب برای ترمیم‌های خلفی که بتوانند نیروهای جونده را تحمل کنند را نیز دارند.

مطالعات انجام شده نشان داده‌اند که رزین‌های نانوفیلد دارای کیفیت سطحی بالا (۱۲) و قدرت نگه‌داری پولیش خوب (۵ و ۱۳)، میزان سایش پایین (۱۴) انقباض پایین و استحکام بالا (۱۵) می‌باشند. کامپوزیت‌های نانوفیلد همچنین خواص مکانیکی خوبی نیز دارند (۵).

نتایج مطالعهٔ حاضر نشان داد که کامپوزیت هیبرید استحکام فشاری بیشتری نسبت به کامپوزیت‌های نانوفیلد دارد. در کامپوزیت هیبرید به دلیل افزایش میزان فیلر و مدلوس الاستیتی بالا، تحت تأثیر نیروهای جونده دفرمیتی اندکی رخ می‌دهد، بنابراین استرین و ترک ایجاد شده پس از آن به آسانی اتفاق نمی‌افتد (۱۶). اندازهٔ بزرگتر و تعداد بیشتر فیلرهای موجود در کامپوزیت‌های هیبرید (در مقایسه با کامپوزیت‌های میکروفیلد) باعث بهبود مکانیسم crack pinning و crack deflection شده، در نتیجه باعث افزایش سختی شکست آن می‌گردد (۱۷).

www.SID.ir

بطور کلی، افزایش استحکام فشاری کامپوزیت هیبرید در مقایسه با نانوکامپوزیت‌ها می‌تواند به خاطر تفاوت در مواد تشکیل دهندهٔ آن باشد (۱۸).

بنظر می‌رسد علاوه بر افزایش اندازهٔ ذرات فیلر در کامپوزیت Z250، وجود فیلر زیرکونیا نیز باعث افزایش استحکام آن شده است. وجود حلقه‌های آروماتیک در مونومرهایی چون Bis-GMA و Bis-EMA در Z ۲۵۰ باعث کاهش cyclization و افزایش کراس لینک در پولیمر شده، بنابراین خواص مکانیکی و به تبع آن استحکام آن در مقایسه با نانوکامپوزیت‌ها افزایش می‌یابد. اما در موتومرهای TEGDMA و به خصوص UDMA، به خاطر افزایش flexibility مولکول، احتمال cyclization داخل مولکولی بیشتر است، بنابراین می‌توان گفت که stiffness و یا سختی Bis GMA و Bis EMA عامل مهمی برای افزایش استحکام فشاری Z۲۵۰ باشد (۱۹). نتایج مطالعهٔ حاضر با نتایج مطالعه‌ای که توسط Mitra در سال ۲۰۰۳ انجام شده است همخوانی دارد (۵).

البته نتایج مطالعه حاضر با مطالعه انجام شده توسط Hegde (۲۰۱۱) که استحکام فشاری کامپوزیت‌های هیبرید و نانو را باهم مقایسه کرده بود همخوانی ندارد که علت این تفاوت ممکن است استفاده از کامپوزیت‌های متفاوت در مقایسه با کامپوزیت‌های مورد استفاده در مطالعه حاضر باشد (۲۰).

سازندگان نانوکامپوزیت معتقدند که نانوکامپوزیت‌ها دارای خواص زیبایی بالا، کاربرد آسان و خواص مکانیکی عالی می‌باشند. پولیش کردن آنها راحت است و ظاهر زیبایی دارند و زیبایی آنها مشابه زیبایی دندان طبیعی است. آنها مقاومت به سایش خوبی داشته، باعث سایش مینای دندان مقابل نمی‌شوند. تنش ناشی از پولیمریزاسیون شیرنیکج خیلی کمی دارند و حساسیت پس از ترمیم وجود ندارد. ذرات فیلر موجود در نانوکامپوزیت‌ها باعث افزایش استحکام ماتریکس و در نتیجه افزایش سختی شکست می‌شوند (۱۵-۱۲و۵).

کامپوزیت‌های مورد استفاده در مطالعهٔ حاضر، مواد جدیدی هستند که هنوز مطالعات کلینیکی و تکنیکی چندانی بر روی آنها انجام نگرفته‌اند. بنابراین پیشنهاد می‌شود که مطالعات بیشتری بر روی خواص مختلف نانوکامپوزیت‌ها صورت پذیرد. علیرغم اینکه زیبایی این نوع کامپوزیت‌ها و استفاده از آنها به دلیل اندازهٔ ذرات و امکان پولیش عالی و نگه داشتن این پولیش برای طولانی مدت در نواحی موثر در زیبایی دهان (دندان‌های قدامی) به اثبات رسیده است اما هنوز به انجام مطالعات بیشتری نیاز است (۵).

نتیجه‌گیری:

بررسی حاضر نشان داد که استحکام فشاری کامپوزیت هیبرید در مقایسه با نانوکامپوزیت بالاتر بوده، این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار بود. همچنین بین کامپوزیت نانو تفاوت معنی‌داری وجود نداشت.

References

1.Brosh T, Gaynor Y, Belov I: Analysis of strength properties of light- cured resin composites. Dent Mater 1999;15:174–179.

2.Jandt KD, Mills RW, Blackwell GB: Depth of cure and compressive strength of dental composites cured with blue light emitting diodes (LEDs). Dent Mater 2000;16:41–47.

3.Papadogiannis Y, Lakes R.S, Palaghias G, Helvatjoglu M : Fatigue of packable dental composites. Dent Mater 2007;23:235-42.

4.Jung M, Eichelberger K, Klimek J : Surface geometry of four nanofiller and one hybrid composite after one-step and multiple-step polishing. Oper Dent 2007;32:347-355.

5.Mitra SB, Homes BN: An application of nanotechnology is advanced dental material. J Am Dent Assoc 2003;134:1382-1389.

6. Mohandesi JA, Rafiee MA, Barzegaran V: Compressive fatigue behavior of dental restorative composites. Dent Mater J 2007;26:827-837.

Archive of SID
www.SID.ir

7. Drummond JL, Botsis J, Zhao D: Fracture properties of aged and post-processed dental composites. Europ J Oral Sci 1998;106:661–666.

8. Xiao R, Wei Li X, Sun Y: Mechanical properties of dental nanocomposites reinforced with Polyhedral Oligomeric Silsesquioxane(POSS). Advanced Mat Res 2009;79:345-348.

9. Lutz F, Krejci I: Resin composites in the post-amalgam age. Compend Contin Educ Dent 1999;20:1138-1148.

10.Riza Alpöz A, Erturul F, Dilsah C: Effects of light curing method and exposure time on mechanical properties of resin based dental materials. Eur J Dent 2008;2:37–42.

11.Ure D, Harris J: Nanotechnology in dentistry: Reduction to practice. Dentistry Update 2003;30:10–15.

12.Yap A: Comparison of surface finish of new aesthetic restorative materials. Oper Dent 2004;29:100–104.

13.Silikas, N, Kavvadia K: Surface characterization of modern resin composites: A multi technique approach. Am J of Dent 2005;18:95–100.

14.Yap AU, Tan CH, Chung SM: Wear behavior of new composite restoratives. Oper Dent 2004;29:269–274.

15.Chen MH , Sun SP, Su WF: Low shrinkage light curable nanocomposite for dental restorative material. Dent Mater 2006;222:138–145.

16.Lambrechts P, Braem MJA,Vanherle G: Evaluation of clinical performance for posterior composite resins and dentin adhesive. Oper Dent 1987;12: 53-78.

17.Kim KH, Kim YB, Okuno O: Microfracture mechanisms of composite resins containing prepolymerized particle fillers. Dent Mater J 2000;19:22-33.

18.Zhao D, Botsis J, Drummond JL: Fracture studies of selected dental restorative composites. Dent Mater 1997;13:198-207.

19.Elliot JE , Lovell LG, Bowman CN: Primary cyclization in the polymerization of bis-GMA and TEGDMA: a modeling approach to understanding the cure of dental resins. Dent Mater 2002;17:221-229.

Archive of SID

www.SID.ir