

اثر روش های گوناگون نوردهی بر میزان ریزش حفره های کامپوزیتی کلاس V

سعید نعمتی انارکی^{*}، یحیی حاجی قاسمی^{**}^{*} استادیار گروه آموزشی ترمیمی، دانشکده دندانپزشکی دانشگاه آزاد اسلامی تهران
^{**} دندانپزشک

چکیده

بیان مساله: مشکل اصلی کامپوزیت‌ها، انقباض در هنگام پلیمریزاسیون و ریزش است، که به حساسیت، پوسیدگی‌های عود کننده، التهاب و در نهایت نکروز پالپ منجر می‌گردد. برای غلبه بر این مشکل، چرخه‌های تغییر یافته‌ی نوردهی ابداع شده است، که باعث افزایش مهر و موم در هنگام کیورینگ می‌شود.

هدف: هدف از این پژوهش، بررسی میزان ریزش در حفره های کامپوزیتی پس از سه روش کیورینگ رامپ (Ramp)، پالس (Pulse) و معمولی (Conventional) با دستگاه LED بود.

مواد و روش: شمار 21 دندان پرمولر انسانی سالم در سه گروه 7 تایی بخش گردید. سپس حفره های کلاس V جعبه ای (4x2x2 میلی‌متر) در باکال و لینگوال دندان‌ها تراشیده شد (N = 13). به گونه ای که لبه ی اکولوزال در مینا و لبه ی ژینژیوال در 1 میلی‌متر زیر جای تلاقی سمان - مینا (CEJ) قرار داشت. نمونه‌ها با کامپوزیت (3M ESPE, USA) Z100 و سینگل باند (Single Bond) ترمیم شدند و در گروه A به روش Ramp، در گروه B به روش Pulse و در گروه C به روش معمولی توسط دستگاه Apoza LED Turbo کیور گردید. پس از قرارگیری در آب دمای 37 درجه ی سانتی‌گراد به مدت 1 روز و 1000 دور ترموسایکلینگ، با لاک ناخن تا 1 میلی‌متری مرز ترمیم مهر و موم شدند و در نیترات نقره 50 درصد وزنی و سپس، در محلول ظهور پرتونگاری قرار گرفتند. پس از برش میزان نفوذ رنگ با استریومیکروسکوپ با بزرگنمایی 40 بررسی گردیدند و داده‌ها با آزمون آماری کروسکال - والیس واکاوی شد.

یافته‌ها: میزان ریزش اکولوزال همه ی نمونه‌ها صفر بود. ریزش ژینژیوال در گروه Ramp 69/2، در گروه Pulse 76/9 و در گروه معمولی 61/5 درصد نمونه‌ها در حد درجه ی یک (Grade I) گزارش شد. همچنین در 30/8 درصد نمونه‌های گروه Ramp و گروه معمولی و 23/1 درصد نمونه‌های گروه Pulse ریزش در حد درجه ی دو (Grade II) بود. میزان ریزش در 3 گروه از جهت آماری با هم اختلاف معناداری نداشت (p = 0/640).

نتیجه‌گیری: با توجه به محدودیت‌های این بررسی این نتایج به دست آمد: (1) همه ی روش‌های نوردهی با لامپ LED، در صورت استفاده از باندینگ و کامپوزیت مناسب از ایجاد ریزش در ناحیه ی باند به مینا جلوگیری می‌کند. (2) هیچ روش نوردهی نمی‌تواند از ایجاد ریزش در ناحیه ی عاج به طور کامل جلوگیری کند. (3) در این بررسی، سه روش نوردهی به کار گرفته شده که در جلوگیری از ریزش اثر یکسانی داشت.

واژگان کلیدی: ریزش، روش نوردهی، حفره‌های کلاس 5، کامپوزیت

درآمد

ریزنشت (Microleakage) به تهاجم اسیدها، آنزیم‌ها، یون‌ها، باکتری‌ها و فرآورده‌هایشان به حد فاصل ماده‌ی ترمیمی و دندان گفته می‌شود، که به عوارضی مانند حساسیت، پوسیدگی‌های عود کننده، التهاب و در نهایت نکروز پالپ منجر می‌گردد. مشکل اصلی کامپوزیت‌ها، ریزنشست به دنبال انقباض به هنگام پلیمریزاسیون (Shrinkage polymerization) است. تبدیل مولکول‌های مونومر به شبکه‌ی پلیمری با فشردن مولکول‌ها به هم همراه است، که خود باعث انقباض ماده می‌گردد. چنین انقباضی باعث ایجاد فشار در کامپوزیت شده که می‌تواند باند میان کامپوزیت و عاج یا مینا را تحت تاثیر قرار دهد. انقباض ناشی از پلیمریزاسیون به مشکلات بالینی مانند تغییر رنگ لبه‌ی ترمیم، شکستن ترمیم، حلالیت سیستم باندینگ و ریزنشست منجر می‌گردد (1).

بر پایه‌ی پیشینه‌های موجود، روش‌هایی برای جبران انقباض به هنگام پلیمریزاسیون و به دنبال آن جلوگیری از ریزنشست و عوارض آن موجود است، که از جمله می‌توان به مهر و موم به هنگام مراحل آغازین کیورینگ در کامپوزیت با استفاده از روش‌های گوناگون برای کیورینگ (مانند Ramp cure, Pulse cure)، انبساط کامپوزیت در اثر جذب آب، استفاده از کامپوزیت‌ها با خاصیت کشسانی زیاد یا ضریب یانگ کم، استفاده از رزین‌های دارای کشسانی زیاد (Composite flowable) و یا انقباض کم در ناحیه‌ی یاد شده اشاره کرد (2).

میزان استاندارد پرتو برای دستگاه‌های QTH معمولی از 400 و برای دستگاه‌های LED Turbo از 800 میلی‌وات/سانتی‌متر مربع به بالا متفاوت بوده ولی، برای کاهش یا از میان بردن انقباض پلیمریزاسیون چرخه‌های تغییر یافته‌ی نوردهی ایجاد گردیده است (3)، که خود به افزایش مهر و موم به هنگام مراحل آغازین کیورینگ در کامپوزیت منجر می‌گردد (2). به همین علت دستگاه‌های لایت کیور جدید مجهز به انواع mode و منابع نوری برای کیورینگ هستند. بررسی‌های انجام گرفته و نتایج به دست آمده از برخی بررسی‌ها مؤید مفید بودن روش‌های گوناگون نوردهی در کاهش ریزنشست بوده‌اند، در حالی که دیگر بررسی‌ها بر بی اثر بودن انواع روش‌های کیورینگ دلالت دارد (1:4-13).

برای نمونه بارس (GKP Barros) و همکاران، در بررسی خود تایید داشتند، که روش سافت استارت (Soft start) و

پلیمریزاسیون ترکیبی سافت استارت و پلاسما آرگ کیورینگ (Plasma arc curing) انقباض به هنگام پلیمریزاسیون کمتری نسبت به استفاده از پلاسما آرگ کیورینگ (PAC) به تنهایی روی کامپوزیت (3MESPE) Filtek Z₂₅₀ دارند (1).

در حالی که کوالکنت (Cavalcante) و همکاران در بررسی خود، نبود اختلاف معنادار میان روش‌های کیورینگ بر روی کامپوزیت (3MESPE) Filtek Z₂₅₀ را بیان نمودند (4).

با توجه با این‌که در بررسی‌های همانند از این دستگاه استفاده نشده و با توجه به فراوانی و ارزان‌تر بودن این دستگاه در ایران، لزوم بررسی بر روی آن ضروری بوده، بنابراین، این پژوهش به بررسی اثر روش‌های گوناگون نوردهی (شامل Pulse, Ramp و معمولی با دستگاه LED Aposa) بر میزان ریزنشست حفره‌های کامپوزیتی کلاس V پرداخته است.

مواد و روش

این بررسی به صورت تجربی و بر روی 21 دندان پرمولر سالم انسانی کشیده شده به علت ارتودنسی دندان‌های پره‌مولر جمع شده، پس از بررسی از جهت وجود پوسیدگی و پرکردگی، با ذره‌بین از جهت وجود ترک و سایش هم بررسی گردید.

دندان‌ها در سه گروه 7 تایی با وضعیت همانند از جهت سن بیمار، جنس و تاریخ کشیدن دندان توزیع شدند. سپس، در 3 طرف مجزای دارای محلول تیمول 0/2 درصد به مدت 48 ساعت برای گندزدایی نگهداری گردیدند. دندان‌ها با رابرکپ و پامیس تمیز شد و با استفاده از فرز فیشور 008, 018 شعله شمعی (D & Z) در سطح باکال و لینگوآل دندان‌ها - به جز یک دندان در هر گروه که تک حفره‌ای بود- حفره‌های کلاس V با ابعاد 4×2×2 میلی‌متر و بول 0/5 میلی‌متر اکلوزالی فراهم شد (N = 13). به طوری که لبه‌ی ژینژیوالی حفره 1 میلی‌متر زیر جای تلاقی سمان - مینا و لبه‌ی اکلوزالی روی مینا قرار داشت. لبه‌های مینایی همگی با فرز شعله‌ی شمعی (D & Z) به عرض 0/5 بول شدند. فرزها پس از تراش هر 5 حفره تعویض می‌گردیدند.

برای مهار کردن حفره‌ها از جهت دقت ابعاد از پروب پیرونتال استفاده شد و با سوند از جهت خالی بودن حفره از تضاریس و نبود اکسپوز پالپی به هنگام تراش بررسی دقیق گردید. دندان‌ها به هنگام مراحل کار، درون بطری آب مقطر نگهداری می‌شدند. همه‌ی حفره‌ها در گروه‌ها، 10 ثانیه توسط

با صفر و سر دستگاه عمود بر ترمیم بود. پس از آن سطوح همه‌ی نمونه‌ها توسط فرزهای پرداخت کامپوزیت و مولت و سپس دیسک سا فلکس (3M ESPE USA) پرداخت شد و برای اطمینان از حصول پرداخت مناسب و گسترش نداشتن کامپوزیت به خارج از لبه‌ی حفره از لوپ (ذره بین) چشمی با بزرگنمایی 3 برابر استفاده شد.

برای همانندسازی با شرایط بالینی نمونه‌ها به مدت 24 ساعت در حالی که درون بطری آب مقطر در بسته بودند، در انکوباتور 37 درجه‌ی سانتی‌گراد قرار گرفتند. سپس با توان 1000 دور در دمای 5 تا 55 درجه‌ی سانتی‌گراد با زمان انتقال 30 ثانیه به وسیله‌ی دستگاه مربوطه (کارخانه‌ی وفاپی، ایران) ترموسایکلینگ شدند.

انتهای ریشه‌ی دندان‌ها با موم چسب زده شد (kemdent, England) و همه‌ی سطوح دندان به غیر از بخش پرکردگی‌ها با مارجین و یک میلی‌متر پیرامون آن توسط 2 لایه لاک ناخن (Nevea, Germany) کاملاً مهر و موم گردید و در یک اتاق تاریک به مدت 2 ساعت درون نیترات نقره 50 درصد وزنی در سه بطری محتوی محلول به تفکیک گروه قرار گرفت.

پس از 2 ساعت، نمونه‌ها با آب شست و شو داده شد و در 3 ظرف محتوی ماده‌ی ظهور پرتونگاری به تفکیک گروه به مدت 6 ساعت زیر نور فلورسنت قرار گرفت.

همه‌ی دندان‌ها در آکریل فوری شفاف مانع گردید، به گونه‌ای که دندان از ورای آکریل مشاهده شدنی بود و در جهت و جای مناسب برای برش قرار داشت و توسط دستگاه برش با دیسک الماسی به ضخامت 0/3 میلی‌متر، با کولینگوالی و موازی با محور طولی دندان به نحوی که خط برش از وسط ترمیم‌های باکال و لینگوال بگذرد، برش داده شده و میزان نفوذ رنگ با نیترات نقره از طریق استریومیکروسکوپ با بزرگنمایی 40 برابر به صورت جداگانه برای دیواره‌های اکلوزال و ژنژیوال مورد بررسی قرار گرفت (نگاره‌ی 1).

افشانه‌ی آب و هوا و ژل اسید فسفریک 35 درصد (ESPE USA 3M) به مدت 15 ثانیه اچ و 15 ثانیه با افشانه‌ی آب و هوا شست و شو داده شد و با گلوله‌ی پنبه خشک گردید. یک لایه‌ی سینگل باند (3M ESPE USA) توسط میکروبراش زده شد و از فاصله‌ی 30 سانتی‌متری 2 ثانیه به آن افشانه‌ی هوا زده شد و پس از زدن لایه‌ی دوم سینگل باند و افشانه‌ی هوا، توسط دستگاه (Apoza LED Turbo (Apoza, Japan با توان 950 میلی‌وات / سانتی‌متر مربع به مدت 10 ثانیه کیور گردید (توان خروجی دستگاه پیش از کیورینگ هر نمونه اندازه‌گیری می‌شد). برای اندازه‌گیری زمان شست و شو و اچینگ از ساعت دیجیتال دارای ثانیه شمار که رو به روی عمل کننده قرار داشت، استفاده شد.

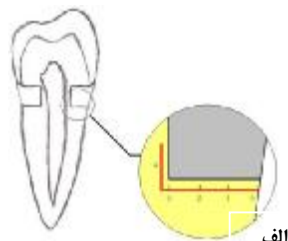
در همه‌ی حفره‌های کامپوزیت (3M ESPE, USA) Z100 رنگ A2 به صورت دو لایه ابتدا یک لایه در نیمه‌ی اکلوزالی حفره و ایجاد همخوانی با پلاستیک اینسترومنت و کیورینگ به روش مربوط به گروه مورد نظر، سپس لایه‌ی دوم در نیمه‌ی ژنژیوالی حفره و ایجاد همخوانی با پلاستیک اینسترومنت و کیورینگ به روش مربوط به گروه مورد نظر قرار داده شد. نمونه‌ها در گروه‌های 3 گانه به شرح زیر کیور شد:

گروه A: به روش Ramp، توسط دستگاه Apoza LED Turbo و رسیدن به توان 950 میلی‌وات / سانتی‌متر مربع در 2 ثانیه‌ی اول و سپس، نوردهی با توان 950 میلی‌وات / سانتی‌متر مربع به مدت 18 ثانیه و در مجموع 20 ثانیه.

گروه B: به روش Pulse، توسط دستگاه Apoza LED Turbo با توان 950 میلی‌وات / سانتی‌متر مربع به مدت 0/8 ثانیه و قطع نوردهی به مدت 0/2 ثانیه و سپس تکرار سیکل یاد شده به مدت 20 ثانیه.

گروه C: به عنوان شاهد و به روش معمولی، توسط دستگاه Apoza LED Turbo با توان 950 میلی‌وات / سانتی‌متر مربع به مدت 20 ثانیه.

در همه‌ی گروه‌ها فاصله‌ی سر دستگاه تا ترمیم تقریباً برابر



نگاره‌ی 1- الف: نمای درجه بندی ریزش، ب: یک نمونه با ریزش درجه یک، پ: نمای تراش باکالی و لینگوالی

جدول 1: فراوانی موارد درجه‌های ریزنشست برپایه‌ی روش نوردهی

P.value	درجه‌ی ریزنشست				روش نوردهی	
	4	3	2	1		صفر
0/640	صفر	صفر	4	9	صفر	Ramp
	صفر درصد	صفر درصد	30/8 درصد	69/2 درصد	صفر درصد	
	صفر	صفر	3	10	صفر	Pulse
	صفر درصد	صفر درصد	23/1 درصد	76/9 درصد	صفر درصد	
	1	صفر	4	8	صفر	معمولی
7/7	صفر درصد	30/8 درصد	61/5 درصد	صفر درصد		

نیست. بررسی کنونی، در راستای بررسی‌های کاوالکنت و همکاران است، که در آن روش‌های گوناگون نوردهی، نتایج همانندی را از جهت ریزنشست روی کامپوزیت (3M ESPE) Z_{250} داشت (4). همچنین همفن (Hofman) و همکاران، تاکید داشتند، که نوردهی به روش Soft-start (شروع آهسته) همانند نوردهی با شدت زیاد روی مهر و موم لبه‌ای ترمیم‌های کلاس 5 کامپوزیتی اثری ندارد (5) که در راستای بررسی کنونی است. پرادل - پلاس (Pradelle-Plasse) و همکاران و کوبو (Kubo) و همکاران و مانگمینگسوک (Muangmingsuk) و همکاران نیز، نشان دادند که میان انواع روش‌های گوناگون نوردهی، از جهت مقادیر ریزنشست و نفوذ dye در لبه‌های مینا و عاج اختلاف آماری معنادار وجود ندارد (8، 11 و 12).

علت احتمالی همانندی‌های یاد شده را می‌توان در استفاده از مواد همانند همچون سینگل باند (3M ESPE USA)، طراحی حفره‌ها و روش‌های ترمیم همانند، ترموسایکلینگ با دور و زمان انتقال یکسان و در برخی موارد روش نفوذ ماده رنگی و استفاده از درجه‌بندی همانند با بررسی کنونی جست و جو کرد.

از سویی نتیجه با پژوهش‌های بارس (Barros) و همکاران، که ابراز داشتند، شدت آغازین کم پرتو برای حفظ تطابق لبه‌ای ترمیم مهم است (1) و نیز بررسی آگیوار (Aguiar) و همکاران که بیان نمودند، روش Soft-start باعث حداقل ریزنشست می‌گردد (6)، در تناقض است.

همچنین، در تناقض با بررسی ابرهولزر (Oberholzer) و همکاران است، که نشان دادند دستگاه Elipar Freelight با روش Soft-start به طور معناداری باعث کاهش ریزنشست می‌گردد (13) و در نهایت سنتس (Santos) و همکاران هم نشان دادند، که روش Soft-start در مقیاس باروش معمولی، باعث کاهش ریزنشست در لبه‌های عاجی و مینایی حفره‌های کلاس 5 می‌گردد (9). علت احتمالی این تناقض‌ها را می‌توان در درجه‌ی اول به منبع نوری

میزان ریزنشست از صفر تا 4 به شرح زیر درجه بندی گردید: (صفر) بی ریزنشست، 1) نفوذ رنگ تا 1/3 دیواره‌ی ژئووال حفره، 2) نفوذ رنگ تا 2/3 دیواره‌ی ژئووال حفره، 3) نفوذ رنگ در 1/3 انتهای دیوار ژئووال تا دیواره‌ی اگزیرال حفره بی درگیری اگزیرال (4) نفوذ رنگ در طول دیواره‌ی اگزیرال

با توجه به هدف بررسی که مقایسه‌ی میزان ریزنشست در سه روش گوناگون نوردهی بود، از آزمون کروסקال - والیس برای مقایسه‌ی موارد یاد شده استفاده گردید. با توجه به معنادار نبودن آزمون یاد شده از آزمون‌های مقایسه‌ی چند گانه استفاده نشد. همه‌ی عملیات آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS11/5 و ویندوز XP انجام گردید.

یافته‌ها

میزان ریزنشست اکلوزال در همه‌ی نمونه‌های هر 3 گروه صفر بود. به بیانی دیگر در هیچ یک از نمونه‌ها ریزنشست اکلوزالی دیده نشد. در مورد ریزنشست ژئووال در 69/2 درصد نمونه‌ها در گروه Ramp، 76/9 درصد نمونه‌ها در گروه Pulse و 61/5 درصد نمونه‌ها در گروه معمولی ریزنشست در حد درجه 1 بود. همچنین در 30/8 درصد نمونه‌های گروه Ramp و گروه معمولی و در 23/1 درصد نمونه‌های گروه Pulse، ریزنشست در حد 2 grade گزارش شد و تنها در یک نمونه گروه معمولی، ریزنشست در حد grade IV بود. در هیچ یک از نمونه‌ها، درجه‌های صفر و 3 ریزنشست دیده نشد (جدول 1). میزان ریزنشست در سه گروه از نظر آماری باهم اختلاف معناداری نداشت ($p = 0/640$).

بحث

تحت شرایط آزمایشی این بررسی، نتایج بیانگر آن بود، که میان روش‌های گوناگون نوردهی Pulse، Ramp و معمولی توسط دستگاه Apoza LED Turbo اختلاف آماری معناداری موجود

کامپوزیت به صورت لایه‌ای (incremental) می‌تواند اثر کششی انقباض به هنگام پلیمریزاسیون که دیواره‌ی مینایی می‌تواند بر دیواره‌ی عاجی وارد کند را خنثی کرده که خود به ایجاد نتایج مطلوب و همانند منجر گردیده است.

نتیجه‌گیری

با توجه به شرایط این بررسی این گونه نتیجه‌گیری می‌شود که:

- 1- همه‌ی روش‌های نوردهی با دستگاه LED turbo (Apoza, Japan) از ایجاد ریزنشست در لبه‌ی مینایی جلوگیری می‌کند.
- 2- هیچ روش نوردهی نتوانست از ایجاد ریزنشست در ناحیه‌ی عاج به طور کامل جلوگیری نماید.
- 3- برای کامپوزیت (3M ESPE) Z100 که یک کامپوزیت مایکروهایبرید است، همه‌ی روش‌های پلیمریزاسیون با دستگاه LED نتایج همانندی را نشان دادند.

پیشنهادها

در پایان پیشنهاد می‌شود، که در بررسی‌های دیگری مقایسه‌ی دستگاه‌های هالوژن و LED و همچنین mode های گوناگون دستگاه هالوژن و نیز، PAC از جهت میزان ریزنشست انجام شود و از دیگر کامپوزیت‌ها و سیستم‌ها نیز در ترمیم حفره‌ها برای بررسی‌های یاد شده استفاده گردد.

متفاوت، مانند دستگاه QTH در بررسی و نیز استفاده از مواد، روش کار و dye متفاوت مربوط دانست.

در بررسی کنونی همانند بیشتر بررسی‌ها، ریزنشست در لبه‌های مینایی و عاجی به صورت جدا سنجیده شد و در هیچ یک از موارد ریزنشست در لبه‌های مینایی مشاهده نگردید. در حالی که میان میزان ریزنشست در لبه‌های مینایی و عاجی تفاوت معناداری وجود داشت. میان گروه‌های متفاوت، در لبه‌های عاجی، تفاوت معنادار به دست نیامد. این مساله از یک سو بیانگر اهمیت بافت باند شونده است. به بیانی باند مینایی، باندی قوی‌تر و قابل اعتماد بوده که به دلیل ساختار ویژه‌ی مینا و خصوصیت هیدروفوبی آن است و از سوی دیگر بیان می‌دارد، که هیچ یک از روش‌های انجام شده قادر به از میان بردن کامل ریزنشست در لبه‌های عاجی حفره نیست (14-18).

عامل باندینگ به کار رفته در این بررسی یعنی سینگل باند (3M ESPE USA)، همان گونه که در بسیاری از بررسی‌ها نشان

داده شده است، جزء عوامل باندینگ با قدرت باند بالا بوده و از سوی، وجود مقادیر Photoinitiator زیاد در کامپوزیت Z100 می‌تواند از عوامل احتمالی دیگر نبود تفاوت معنادار میان گروه‌ها باشد (19). بر پایه‌ی بررسی‌های انجام شده هر چه Photoinitiator در فاز ماتریکس کامپوزیت بیشتر باشد، کامپوزیت سریع‌تر پلیمریزه می‌شود. به بیانی، در همان چند دهم ثانیه‌ی اول در گروه Pulse و یا با میزان شدت پرتو کمتر در گروه Ramp، کامپوزیت به میزان کافی پلیمریزه شده و بنابراین تفاوتی با گروه معمولی به دست نیامد (7). همچنین روش کار در این بررسی، یعنی قراردادن

References

1. Barros GK, Aguiar FH, Santos AJ, Lovadino JR. Effect of different intensity light curing modes on microleakage of two resin composite restorations. *Oper Dent* 2003; 28: 642-646.
2. Summitt James B, Robbins William J, Hilton Thomas J, Schwartz Richard S. *Fundamentals of Operative Dentistry: A Contemporary Approach*. 3rd ed., USA: Quintessence publishing co; 2006. p. 197-201.
3. Thodor M Roberson, Harold Heymann, Edward J. *Art and Science of Operative Dentistry*. 5th ed., USA: Mosby; 2006. p. 504-505.
4. Cavalcante LM, Peris AR, Amaral CM, Ambrosano GM, Pimenta LA. Influence of polymerization technique on microleakage and microhardness of resin composite restorations. *Oper Dent* 2003; 28: 200-206.
5. Hofmann N, Siebrecht C, Hugo B, Klaiber B. Influence of curing methods and materials on the marginal seal of class V composite restorations in vitro. *Oper Dent* 2003; 28: 160-167.
6. Aguiar FH, Ajudarte KF, Lovadino JR. Effect of light curing modes and filling techniques on microleakage of posterior resin composite restorations. *Oper Dent* 2002; 27: 557-562.
7. FHB Aguiar and others. Effect of light curing modes and filling technique on microleakage of posterior resin composite Restorations. *J Oper Dent* 2003; 27: 557-562.
8. Oberholzer TG, Pameijer CH, Grobler SR, Rossouw RJ. Effect of power density on shrinkage of dental resin materials. *Oper Dent* 2003; 28: 622-627.
9. Kubo S, Yokota H, Yokota H, Hayashi Y. The effect of light-curing modes on the microleakage of cervical resin composite restorations. *J Dent* 2004; 32: 247-254.
10. Santos AJ, Lisso MT, Aguiar FH, França FM, Lovadino JR. Effect of stepped exposure on quantitative in vitro marginal microleakage. *J Esthet Restor Dent* 2005; 17: 236-242.
11. França FM, Hori FS, dos Santos AJ, Lovadino JR. The effect of insertion and photopolymerization techniques on microleakage of class V cavities--a quantitative evaluation. *Braz Oral Res* 2005; 19: 30-35.
12. Pradelle-Plasse N, Besnault C, Souad N, Colon P. Influence of new light curing units and bonding agents on the microleakage of Class V composite resin restorations. *Am J Dent* 2003; 16: 409-413.
13. Muangmingsuk A, Senawongse P, Yudhasarasprathi S. Influence of different softstart polymerization techniques on marginal adaptation of Class V restorations. *Am J Dent* 2003; 16: 117-119.
14. Oberholzer TG, Du Preez IC, Kidd M. Effect of LED curing on the microleakage, shear bond strength and surface hardness of a resin-based composite restoration. *Biomaterials* 2005; 26: 3981-3986.
15. Kazemi yazdi H. haghghatollah yazdi M. Comparing microleakage of Single bond and Prompt-L-Pop in class V cavities, Tehran Azad University, Dental School, 1384.
16. St Georges AJ, Wilder AD Jr, Perdigão J, Swift EJ Jr. Microleakage of Class V composites using different placement and curing techniques: an in vitro study. *Am J Dent* 2002; 15: 244-247.
17. Oberholzer TG, Schünemann M, Kidd M. Effect of LED curing on microleakage and microhardness of Class V resin-based composite restorations. *Int Dent J* 2004; 54: 15-20.
18. Nilgun Ozturk A, Usumez A, Ozturk B, Usumez S. Influence of different light sources on microleakage of class V composite resin restorations. *J Oral Rehabil* 2004; 31: 500-504.
19. Ernst CP, Brand N, Frommator U, Rippin G, Willershausen B. Reduction of polymerization shrinkage stress and marginal microleakage using soft-start polymerization. *J Esthet Restor Dent* 2003; 15: 93-103.
20. Soh MS, Yap AU, Siow KS. Post-gel shrinkage with different modes of LED and halogen light curing units. *Oper Dent* 2004; 29: 317-324.