بررسی اثر ابعاد حفرات با C-Factor یکسان بر میزان ریز نشت ترمیم های کامپوزیتی

دکتر سعید نعمتی انارکی*[۱]، دکتر مراد صدقیانی[۱]، دکتر روژین اردلانی[۲]

۱- استادیار گروه آموزشی ترمیمی ، دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی آزاد اسلامی تهران
۲-دندانپزشک

وصول مقاله: ۱۳۹۸/۷/۳ اصلاح نهایی: ۹۸/۹/۷ پذیرش مقاله: ۹۸/۹/۱۷

Effect of Cavity Dimentions with the Same C-Factor on Micro Leakage of Composite Resin Cavities

Saeid Nemati Anaraki[1], Morad Sadaghyani[1], Rojin Ardalani[2]

[1]Assistant Professor, Operative Dentistry Dept , *Faculty of Dentistry, Tehran Medical Sciences, Islamic Azad University, Tehran, Iran*
[2] Dentist

Received: Sep 2019 ; Accepted: Dec 2019

Abstract

Background and aim: Given the prevalence of microleakage in composites and their known complications and lack of reporting of the influence of cavity depth and diameter on the same c-factor on the microleakage of composite cavities, this study investigated the effect of microleakage on composite cavities in identical C Factors.

Materials and Methods: In this experimental study on 40 specimen (4 group of 10 each) Cylindrical cavities with different volumes were prepared using diamond bur no. 006 in buccal surface of teeth (c-factor = 5). Height and width of cavities, respectively: Group I: Height and diameter 2 mm. groupII: height 2 and diameter 4 mm. Group III: height 4 and diameter 2 mm. Group IV: height and diameter 4 mm. All teeth were then restored with the same procedure. The specimens were then placed in a thermocyclic machine.The microleakage was evaluated using 50% weight silver nitrate findings were statishtically evaluated with kruscallwallis test considering significant level of 0.05.

Result: There was no significant difference between Gingival leakages in 4 groups ($p = 0.163$). There was a significant difference between 4 groups in occlusal leakage and groups 1 with 2, 2 with 3 and 2 with 4 revealed differences significantly.($P=0.019$) Comparing gingival and occlusal microleakage between groups 1,3,4. :there was not significant difference. ($P>0.05$)

Group 2, there was significant difference between occlusal and gingival microleakage at $p = 0.004$ and gingival leakage rate was significantly greater than occlusal leakage. ($P<0.05$)

Conclusion: There was no significant direct correlation between C- factor and microleakage, but it seems, microleakage was increased with increasing the cavity dimention.

Keywords: Microleakage,C-factor,Depth,Diameter, Composite Resin

***Corresponding Author:** ssnemati@gmail.com

J Res Dent Sci.2019;16(4):253-9

نویسنده مسئول مکاتبات: دکتر سعید نعمتی انارکی تلفن: ۲۲۵۶۴۵۷۱ داخلی ۱۴۵ پست الکترونیک: ssnemati@gmail.com

خلاصه:

سابقه و هدف: با توجه به شایع بودن ریزنشت در ترمیم های کامپوزیت رزین در این تحقیق به بررسی اثر ابعاد حفرات با **C Factor** یکسان برمیزان ریز نشت ترمیم های کامپوزیتی پرداخته شده است.

مواد و روش ها: در این مطالعه تجربی- آزمایشگاهی که بر روی ۴۰ نمونه دندان (۴ گروه ده تایی) انجام شد با استفاده از فرز فیشور حفراتی استوانه ای با ابعاد مختلف در سطح باکال دندانها تهیه شد .(c-factor =5) ارتفاع و عرض حفرات به این ترتیب بود، گروه اول: ارتفاع و قطر ۲ میلیمتر. گروه دوم: ارتفاع ۲ و قطر ۴ میلیمتر. گروه سوم : ارتفاع ۴ و قطر ۲ میلیمتر. گروه چهارم: ارتفاع و قطر ۴ میلی متر. تمام دندانها با کامپوزیت رزین وبا روش یکسان ترمیم شدند. نمونه ها تحت ترموسایکلینگ قرار گرفتند . ریز نشت با استفاده از محلول نیترات نقره ۵۰ درصد وزنی ارزیابی شد نتایج با آزمون آماری کراس کال والیس با سطح معنی داری ۰/۰۵ بررسی شد.

یافته ها: بین ریزنشت جینجیوالی در ۴ گروه اختلاف معناداری وجود نداشت. (p=۰/۱۶۳) بین ریزنشت اکلوزالی در ۴ گروه اختلاف معنادار وجود داشت و گروه های ۱ با ۲ ، ۲ با ۳ و ۲ با ۴ اختلاف معنادار داشتند.(p=۰/۰۱۹) در گروه ۱ و۳و۴ تفاوت بین ریزنشت های اکلوزال و جینجیوال معنا دار نبود. (P >۰/۰۵) درگروه ۲ تفاوت بین ریزنشت های اکلوزال و جینجیوال معنادار است (p<۰/۰۵) و میزان ریز نشت جینجیوالی به طور معنا داری بزرگتر از ریزنشت اکلوزالی بود.

نتیجه گیری: ارتباط مستقیم بین C Factor و ریزنشت وجود ندارد در حالیکه با افزایش ابعاد حفره ریز نشت افزایش می یابد.

کلید واژه ها: ریز نشت دندانی ، C Factor ، کامپوزیت رزین

مقدمه:

ریزنشت ترمیم های کامپوزیت رزین به دنبال انقباض پلیمریزاسیون در حفرات باc-factor بالا یک موضوع مهم در دندانپزشکی بوده است. بهینه شدن سیستم های باندینگ متفاوت و ارتقای خواص مکانیکی کامپوزیت رزین ها از تلاشهای مستمر در این رابطه بوده است اما کماکان موضوع انقباض پلیمریزاسیون، از اولویتهای مهم دندانپزشکی به شمار میرود و ریزنشت متعاقب آن پتانسیلی برای ایجاد پوسیدگی ثانویه، ترک مینایی، رنگ پذیری ترمیم و حساسیت های ثانویه خواهد بود. استرس ناشی از پلیمریزاسیون میتواند تحت تاثیر فاکتورهای مختلف نظیر نوع ماده[۱]، تکنیک مورد استفاده [۲]و یا شکل و ابعاد حفره باشد.[۳،۴]

مسئله مهم در ارتباط با اثرات انقباض پلیمریزاسیون فاکتور شکلی (C-Factor) می باشد.عدد C-Factor نشان دهنده نسبت سطوح باند شده به سطوح باند نشده و آزاد در حفره می باشد.[۵]

بر اساس مطالعات هر چه مقدار C-Factor بزرگتر باشد احتمال تخریب باند در اثر پلیمریزاسیون بیشتر است.[۵] اما بر اساس مطالعه ی Braga و همکاران انقباض و ریز نشت در ترمیم ها با اندازه های بزرگتر و عمق زیاد، بیشتر دیده شده و در واقع انقباض و ریزنشت به ابعاد حفره مربوط است ولی با C-Factorارتباطی ندارد.[۶] از طرفی برخی مطالعات تنها C-factorبزرگتر را دلیل انقباض بیشتر می دانند. [۷]

با توجه به تناقضات ذکر شده در این زمینه و نبودگزارشی از تاثیر عمق و قطر (حجم) حفره در c-factor یکسان بر میزان ریزنشت حفرات کامپازیتی در تحقیق پیش رو، چهار نوع حفره کامپوزیتی با C-Factor های یکسان ولی مساحت سطوح باند شونده متفاوت (ابعاد کوچک و بزرگ) طراحی شد.[۸] تا به این سوال پاسخ دهد که آیا تنها ذکر عددی به نام C-Factor برای نشان دادن ماهیت پلیمریزاسیون و اثرات آن کافی است یا عوامل دیگری نظیر عمق و قطر حفره بر این مهم تاثیر گذارند؟

مواد و روش ها:

این تحقیق به صورت تجربی و آزمایشگاهی بر روی ۴۰ دندان پرمولر انسانی در شرایط آزمایشگاه، انجام شد.

تمام دندانها با را برکپ و پامیس تمیز شدند[۸] و به مدت ۴۸ ساعت در محلول ۲ درصد تیمول درسرم فیزیولوژی در دمای اتاق نگهداری شدند. هدف از این کار ضدعفونی کردن دندانها بود.

دندان ها با یک روش بلوک تصادفی به چهار گروه ده تایی تقسیم شده اند [۷] و با استفاده از فرز فیشور ۰۰۶ (کارخانه (D & Z) حفراتی استوانه‌ای با حجم های مختلف[۶] در سطح باکال دندانها تهیه شد به گونه‌ای که مارجین اکلوزالی در مینا و مارجین های جینجیوالی ۱ میلیمتر زیر CEJ بودند و پس از تراش ۵ حفره تعویض گردید.[۹،۱۰] ارتفاع و عرض حفرات به ترتیب: گروه اول: ارتفاع و قطر ۲ میلیمتر. گروه دوم: ارتفاع ۲ و قطر ۴ میلیمتر. گروه سوم : ارتفاع ۴ و قطر ۲ میلیمتر. گروه چهارم: ارتفاع و قطر ۴ میلی متر[۶]

سپس حفرات ذکر شده با مواد ترمیمی کاملا یکسان و به روش یکسان ترمیم شدند. [۶] به این ترتیب که ابتدا اسید اچ ۳۷ درصد (Ultra Etch,Ultradent USA) در لبه‌های مینایی ۲۰ ثانیه و در عاج ۱۵ ثانیه استفاده شد. سپس ۴۰ ثانیه شست و شو انجام شد و حفرات گلوله پنبه خشک شدند. سپس باندینگ توتال اچ یک مرحله ای (etch & rinse با نام (Solo band M Voco Germany) با استفاده از میکرو براش مخصوص خشک به سطوح حفره مالیده شده،اضافات آن برداشته شده و به مدت ۵ ثانیه از فاصله ۳۰ سانتی متری با پوار هوا با ملایمت هوا دمیده شد و ۲۰ ثانیه کیورینگ انجام شد. (دستگاه لایت کیور LED کمپانی GCکشور ژاپن ،با شدت ۱۰۰۰ میلی وات بر سانتیمتر مربع و شدت دستگاه قبل از کار بر روی هر نمونه با لایت متر اندازه گیری شد.[۶]

سپس تمام دندانها با کامپوزیت Grandio (Voco Germany)رنگ A2 به صورت لایه های دو میلی متر ترمیم شده و هر لایه ۴۰ ثانیه از فاصله چسبیده به سطح کیور شد به طوری که ابتدا قسمت اکلوزالی حفره و سپس قسمت جینجیوالی ترمیم گردید.هر لایه بطور مورب تا میانه حفره ادامه می یافت، در نتیجه حفره های ایجاد شده با دو لایه ترمیم شدند.[۸]

سپس نمونه ها در دستگاه ترموسایکل (TC300M (Vafaei industrial, Tehran) قرار داده شد.[۷] (۱۰۰۰۰ سیکل در دمای ۵۵-۵ با "dwell time: 30) بعد از این مرحله اطراف مارجین های ترمیم به فاصله یک میلیمتراز لبه ها با دو لایه لاک ناخن پوشیده شد[۶].پس از آن برای ۲۴ ساعت در نیترات نقره ۵۰ درصد وزنی قرار گرفت و بعد از آن ۶ ساعت در محلول ظهور رادیوگرافی در زیر نور فلورسنت به منظور احیای یون های نقره قرار داده شد.

نمونه ها توسط دستگاه برش از قسمت میانی ترمیم(به صورت با کولینگوالی)برش داده شده و میزان ریزنشت از طریق استریو میکروسکوپ با بزرگنمایی ۲۰ برابر بررسی گردید[۶-۸] (شکل ۱ و ۲)

شکل ۱- نمونه ی برش داده شده ی ترمیم

(گروه اول)

(گروه دوم)

(گروه سوم)

(گروه چهارم)

شکل ۲- یک نمونه از هر گروه در استریومیکروسکوپ
(بزرگنمایی ۲۰ برابر)

میزان ریزنشت در هر گروه بر اساس طبقه بندی ISO 11405 انجام گرفته ونمره دهی شده[۵] به گونه ای که:
.- هیچ ریزنشتی وجود ندارد. ۱: در ۱/۲ حفره ریزنشت دیده می شود.۲: در تمام حفره ریزنشت دیده می شود.(بجز دیواره ی اگزیال) ۳: در تمام دیواره و دیواره آگزیال دیده میشود.
نتایج با آزمون آماری کراس کال والیس بررسی شد.

یافته ها:

این تحقیق با هدف بررسی اثر ۴ مساحت مختلف سطوح باند شونده در C factor یکسان بر میزان ریز نشت حفرات کامپوزیتی بر روی ۴۰ نمونه در ۴ گروه (در هر گروه به طور مساوی ۱۰ نمونه)، با مشخصات زیر انجام شد :
گروه اول: ارتفاع و قطر ۲ میلیمتر.
گروه دوم: ارتفاع ۲ و قطر ۴ میلیمتر.
گروه سوم : ارتفاع ۴ و قطر ۲ میلیمتر.
گروه چهارم: ارتفاع و قطر ۴ میلی متر

میزان ریزنشت بر حسب شدت آن قابل تفکیک است. اندازه ی حفره و سطح مقطع در جدول ۱ ارائه شده و نشان می‌دهد که :

جدول ۱ - میزان ریزنشت بر حسب اندازه ی حفرات و به تفکیک سطح مقطع

ریز نشت / سطح مقطع / گروه ها		۰	۱	۲	۳	جمع
۱	occ	۰	۶	۱	۳	۱۰
	Gin	۵	۴	۱	۰	۱۰
۲	Occ	۰	۱	۵	۴	۱۰
	Gin	۱	۴	۳	۲	۱۰
۳	Occ	۱	۲	۰	۷	۱۰
	Gin	۱	۲	۴	۳	۱۰
۴	Occ	۰	۱	۲	۷	۱۰
	Gin					

- بین ریز نشت های جینجیوالی در ۴ گروه از لحاظ آماری اختلاف معناداری وجود نداشت. ($p>0.05$)
- بین ریزنشت های اکلوزالی در ۴ گروه اختلاف معنادار با وجود داشت. ($p=۰/۰۱۹$)
- در مقایسه ی ریزنشت های اکلوزال و جینجیوال در هر گروه نتایج زیر حاصل شد
- در گروه ۱ تفاوت بین ریزنشت های اکلوزال و جینجیوال معنا دار نبود. ($P=۰/۰۳۱۷$)
- درگروه ۲ تفاوت بین ریزنشت های اکلوزال و جینجیوال معنادار بود. و میزان ریز نشت های جینجیوالی به طور معنا داری بزرگتر از ریزنشت های اکلوزالی بود. ($P=۰/۰۰۴$)
- در حالی که در گروه ۳ با ($P=۰/۱۳۵$) و گروه ۴ با ($p=۰/۱۷۶$)

تفاوت بین ریزنشت های اکلوزال و جینجیوال معنادار نبود.

بحث:

این تحقیق که با روش تجربی- آزمایشگاهی و با هدف بررسی اثر ۴ مساحت مختلف سطوح باند شونده در C Factor یکسان بر میزان ریزنشت حفرات کامپوزیتی انجام شد ، نشان داد که بین ریز نشت های جینجیوالی در ۴ گروه اختلاف معناداری وجود نداشت (P=۰/۱۶۳) . بین ریزنشت های اکلوزالی در ۴ گروه اختلاف معنادار با (P=۰/۰۱۹ وجود داشت و گروه های ۱ با ۲ ، ۲ با ۳ و ۲ با ۴ اختلاف معنادار داشتند.

نتایج این تحقیق، همسو با مطالعاتRobert Braga. و همکاران[۶] ، Marcelo Witzel و همکاران[۱۱] ، feilfer Carmen Silvia و همکاران [۱۲] وVan Dijken . [۱۳]و Alomari QD [۱۴] است که نشان می دهد حجم و ابعاد حفره یک عامل مهم و تاثیرگذار در میزان افزایش ریزنشت حفرات کامپوزیتی است و همچنین، تنها نباید به میزان C Factor به عنوان یک عامل مجزا در ریزنشت حفرات کامپوزیتی توجه شود.

از دلایل احتمالی نتایج مشابه مطالعه ی حال حاضر با مطالعات گذشته، می توان به موارد زیر اشاره کرد:

آماده سازی مشابه حفرات ، استفاده از محلول مشابه و روش مشابه به منظور به دست آوردن ریزنشت (استفاده از دستگاه ترموسایکل ، محلول AgNo3 ، استریومیکروسکوپ با درشتنمایی مشابه) اما از محاسن این تحقیق نسبت به موارد ذکر شده بررسی همزمان و مقایسه ای اثر عمق و قطر حفره توسط یک عمل کننده است.

اما در تضاد با مطالعه‌ی حاضر، Santhosh و همکاران است که تنها به عامل C Factor توجه کرده است و در حفرات با C Factor یکسان، نه ابعاد حفره و نه تکنیک پرکردن را عامل افزایش ریزنشت نمی‌داند و با توجه به مشاهدات آنها، هیچ روشی قادر به کاهش ریزنشت در حفرات با C Factor بالا نمی‌باشد، که این مسئله یکی از دلایل اختلاف نتیجه بررسی آنها با مطالعه‌ی حاضر می‌باشد.[۱۵] از طرفی این مطالعه بر روی حفرات کلاس یک انجام شد که تمام مارژین‌های cavosurface مینایی است، در حالی که در مطالعه ی حاظر مارژین‌های عاجی نیز وجود دارد.

C factor در سال ۱۹۸۷ توسط Feilzer معرفی شد و به عنوان نسبت سطوح باند شده به باند نشده تعریف شد.[۶] مطالعات نشان داده اند که بزرگی استرس به عواملی مثل میزان فیلر ، شدت کیورینگ و درجه ی پلیمریزاسیون کامپوزیت و مشخصات حفره ی ترمیم بستگی دارد. در واقع مشخصات حفره یا به عبارتی C Factor بسیاری از عوامل را تحت کنترل دارد اما باید در نظر داشت که این نسبت تنها بیانگر یک عدد است که می‌تواند حجم های مختلفی را در خود جای دهد و به تنهایی بیانگر ماهیت انقباض و ریز نشت متعاقب آن نیست. هرچه حجم کامپوزیت در C Factor یکسان بیشتر باشد، طبیعتاً میزان استرس وارد شده به دیواره ها و ریزنشت نیز بیشتر خواهد بود.[۶،۱۵]

در اینکه هرچه C factor بیشتر باشد یا به عبارتی دیواره ها ی باند شده بیشتر از سطوح آزاد باشد ، استرس بیشتر است، اجماع نظر وجود دارد[۶] ولی نکته ی قابل توجه این است که مطالعات نشان داده‌اند، در صورتی که سطوح باند شده ثابت باشند و C factor با افزایش سطوح باند نشده کاهش یابد ، نیرو ی بیشتری هنگام پلیمریزاسیون بر دیواره ها وارد میشود که در اثر افزایش حجم کامپوزیت است بنابراین استرس با افزایش حجم کامپوزیت افزوده می‌شود[۶] اگر چه که بر این نکته واقفیم که ضخامت هر لایه کامپازیتی نباید از ۲ میلیمتر بیشتر باشد و این نکته نیز در تمام مراحل این تحقیق مد نظر قرار داشت.

استرس افزایش یافته منجر به ریزنشت بیشتر یا کاهش قدرت باند خواهد شد. بنابراین حجم کامپوزیت اثر مستقیمی بر روی ریزنشت دارد.[۱۱]

هر چه میزان دیواره های باند شونده بیشتر و باند قوی تر باشد، اثر بر باقی دیواره های با باند ضعیف تر شدید تر است[۱۱] به عبارتی ، افزایش ریزنشت با افزایش عمق حفره در دیواره های عاجی که مستعد تر به دباند شدن هستند (باند ضعیف تری دارند) مشاهده خواهد شد. این مسئله توجیهی بر وجود اختلاف معنادار بین ریزنشت دیواره‌های اکلوزالی و جینجیوالی در برخی گروه هاست.[۶]

در مراحل اولیه ی پلیمریزاسیون viscous flow اجازه جبران انقباض کامپوزیت رزین در اثر پلیمریزاسیون را فراهم میکند. با

افزایش پلیمریزاسیون و در هم رفتگی شبکه ی پلیمریزاسیون، این میزان کمتر شده و استرس های ایجاد شده مستقیماً به دیواره های باند شده انتقال می یابد ، زیرا کامپوزیت استرس ها را در سطوح آزاد بهتر جبران مینماید تا در سطح باند شده[۱۲] تغییرات ویسکوالاستیک سطوح آزاد میتوانند کل استرس ایجاد شده توسط پلیمریزاسیون را تحت الشعاع قرار دهند و منجر به ایجاد استرس های مشابه در دیواره ها شوندو طبیعتا استرس در کل حفره افزایش می یابد. و بدین جهت ترمیم های با حجم بالاتر استرس و ریزنشت بیشتری را نشان می‌دهند [۱۵،۱۸،۱۶]

از طرفی توجه به این نکته نیز شایسته است که اگرچه حجم کامپوزیت هر لایه با توجه به ابعاد حفره متفاوت بود ولی کاربرد هر لایه در ضخامت زیر ۲ میلی متر به عنوان استاندارد در نظر گرفته می شود و اثر متفاوتی اعمال نخواهد کرد

در مطالعه ی حاضر به منظور جلوگیری از اثر قدرت باند بر ریزنشت، تنها از یک نوع باندینگ و یک نوع کامپوزیت استفاده شد ولی باید توجه داشت که در شرایط کلینیکی استفاده از عوامل باندینگ متفاوت میتواند نتایج متفاوتی به بار آورد.

وجود اختلاف معنادار ریزنشت دیواره های مینایی گروه ۱ و ۲ مؤید این نکته است که با افزایش قطر و به عبارتی افزایش حجم ، ریزنشت افزایش یافته است. از طرف دیگر وجود اختلاف معنادار بین گروه ۲ و ۳ که حجم یکسان دارند ولی دارای عمق غیر یکسان می‌باشند بیانگر این نکته است که اثر افزایش عمق بر شرینکیج کامپوزیت و متعاقب آن بر ریزنشت ، بیشتر از اثر افزایش قطر است و اختلاف معنادار بین گروه ۳ و ۴ نیز تأکیدی دوباره بر این یافته است زیرا این دو گروه دارای قطر یکسان ولی عمق غیر یکسان می باشند.

از سوی دیگر علت عدم وجود اختلاف معنادار بین مارژین ها ی جینجیوالی گروه ها را میتوان به این نکته مرتبط دانست که در هیچکدام از گروه ها توانایی سیل کامل مارژین های عاجی وجود نداشته است و با توجه به اینکه بیش از نیمی از دیواره ها cavosurface عاجی بودند، لذا ریزنشت آنها متعاقب پلیمریزاسیون ، امری بدیهی است.

از طرفی مقایسه ی درون گروهی دیواره های عاجی و مینایی نشان داد که تنها در گروه ۲ یعنی حفرات با قطر بیشتر و عمق کمتر ، اختلاف معناداری بین ریزنشت اکلوزالی و جینجیوالی وجود دارد که با توجه به قدرت باند بالاتر دیواره های مینایی این امر قابل انتظار بود ، حال آنکه در گروه ۱ به نظر میرسد به دلیل کمتر بودن سطح دیواره های عاجی و عمق حفره ، ریز نشت با دیواره های مینایی اختلاف معناداری نداشته و در گروه های ۳و ۴ نیز به دلیل افزایش عمق دیواره های عاجی و نیروهای transverse ایجاد شده حین پلیمریزاسیون دیواره ها ی مینایی نیز تحت تأثیر قرار گرفتند و ریزنشت افزایش یافته‌ای را نشان می‌دهند. بنابراین بین دیواره های اکلوزال و جینجیوال اختلاف معناداری در مقایسه ی درون گروهی این دو گروه نیز مشاهده نمی‌شود.

نتیجه گیری:

ارتباط مستقیم بین C Factor و ریزنشت وجود ندارد در حالیکه با افزایش ابعاد حفره ریز نشت افزایش می یابد.

References:

1. Condon JR, Ferracane JL. Assessing the effect of composite formulation on polymerization stress. JADA. 2000 ;131(4):497-503.
2. Bouschlicher MR, Rueggeberg FA. Effect of ramped light intensity on polymerization force and conversion in a photoactivated composite. J Esthet Dent. 2000 ;12(6):328-39.
3. Braga RR, Ferracane JL. Contraction stress related to degree of conversion and reaction kinetics. J Dent.Res. 2002;81(2):114-8.
4. Lu H, Stansbury JW, Bowman CN. Towards the elucidation of shrinkage stress development and relaxation in dental composites. Dent mat. 2004 ;20(10):979-86.
5. A.M.El-MarhomyT.M.GenaidA.I.Abdalla. Effect of different configuration factors on marginal gap formation of two composite resin systems. Tanta Dental Journal. 2013; 10(3): 160-67
6. Braga RR, Boaro LC, Kuroe T, Azevedo CL, Singer JM. Influence of cavity dimensions and their derivatives (volume and 'C'factor) on shrinkage stress development and microleakage of composite restorations. Dent mater. 2006;22(9):818-23.
7. Duarte Jr S, Dinelli W, Silva MH. Influence of resin composite insertion technique in preparations with a high C-factor. Quintessence Int. 2007;38(10):829-35.
8. Turki A Bakhsh., et al. "Cross-polarization OCT Assessment of Dentin Interface with Combinations of Adhesives and Composites".EC Dental Science. 2019: 1157-70.
9. Bagis YH, Baltacioglu IH, Kahyaogullari S. Comparing microleakage and the layering methods of silorane-based resin composite in wide Class II MOD cavities. Oper Dent. 2009;34(5):578-85.
10. Neiva IF, De Andrada MA, Baratieri LN, Monteiro JS, Ritter AV. An in vitro study of the restorative technique on marginal leakage in posterior composite. Oper Dent. 1998;23(6):282-9.
11. Witzel MF, Ballester RY, Meira JB, Lima RG, Braga RR. Composite shrinkage stress as a function of specimen dimensions and compliance of the testing system. Dent Mater. 2007 ;23(2):204-10.
12.Pfeifer CS, Braga RR, Cardoso PE. Influence of cavity dimensions, insertion technique and adhesive system on microleakage of Class V restorations. J Am Dent Assoc. 2006;137(2):197-202.
13. van Dijken JW. Durability of resin composite restorations in high C-factor cavities: a 12-year follow-up. J Dent. 2010;38(6):469-74.
14. Alomari QD, Barrieshi-Nusair K, Ali M. Effect of C-factor and LED Curing Mode on Microleakage of Class V Resin Composite Restorations. Eur J Dent. 2011; 5(4):400-8.
15. Santhosh L, Bashetty K, Nadig G. The influence of different composite placement techniques on microleakage in preparations with high C-factor: An in vitro study. J.Conserv.Dent. 2008;11(3):112-6.
16. Kinomoto Y, Torii M, Takeshige F, Ebisu S. Comparison of polymerization contraction stresses between self-and light-curing composites. J.Dent.1999;27(5):383-9.
17. Pfeifer CS, Braga RR, Cardoso PE. Influence of cavity dimensions, insertion technique and adhesive system on microleakage of Class V restorations1. J Am Dent Assoc. 2006;37(2):197-202.
18. Naghili A, Yousefi N, Zajkani E, Ghasemi A, Torabzadeh H. Influence of Cavity Dimensions on Microleakage of Two Bulk-Fill Composite Resins. Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clinica Integrada. 2019;19(1):e4628.