

بررسی مقایسه‌ای میزان نشت نانومتری در ترمیم‌های کامپوزیت متعاقب کاربرد مواد چسبنده عاجی سلف اچ و توتال اچ در دندانهای شیری و دائمی

دکتر عباس مکارم[†] - دکتر مرجانه قوام نصیری^{**} - دکتر معصومه اسمعیلی^{***}

*استاد گروه آموزشی دندانپزشکی کودکان، دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی مشهد

**دانشیار گروه آموزشی ترمیمی و زیبایی، دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی مشهد

***استادیار گروه دندانپزشکی کودکان، دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی زاهدان

Title: Comparison of nanoleakage in composite restorations following application of self-etch and total-etch adhesives in primary and permanent teeth

Authors: Makarem A. Professor*, Ghavam Nassiri M. Associate Professor**, Esmaili M. Assistant Professor***

Address:*Department of Pediatric Dentistry, Faculty of Dentistry, Mashhad University of Medical Sciences

**Department of Operative Dentistry, Faculty of Dentistry, Mashhad University of Medical Sciences

***Department of Pediatric Dentistry, Faculty of Dentistry, Zahedan University of Medical Sciences

Background and Aim: Nanoleakage can cause discoloration around restoration margins, secondary caries, postoperative sensitivity and finally loss of restoration, thus adequate hybrid layer is of primary importance in prevention of nanoleakage in adhesive restorations. Because of structural differences between primary and permanent dentin, evaluation of nanoleakage in primary teeth is very important. The aim of this study was to evaluate the nanoleakage in composite restorations following application of self-etch and total-etch adhesives in primary and permanent teeth.

Materials and Methods: In this experimental study, C1 V cavities were prepared in buccal surfaces of 20 extracted primary molars and 20 extracted premolars. Each group was divided into 2 subgroups: In group (A), Gluma One Bond and in group (B), iBond adhesive materials were applied. After silver nitrate staining, specimens were mesiodistally sectioned and polished and then SEM examination was carried out to measure the nanoleakage. Data were analyzed statistically using ANOVA and Duncan tests with $p < 0.05$ as the limit of significance.

Results: Factors tested had no significant effect on each other. Primary teeth showed more nanoleakage than permanent teeth ($P < 0.05$). Mean nanoleakage was significantly higher in cervical than occlusal margins ($P < 0.05$) and also in iBond than in Gluma One Bond in primary teeth ($P < 0.05$). In permanent teeth, the lowest nanoleakage was observed in Gluma One Bond.

Conclusion: The result of this study indicates that the use of total etch dentin adhesives (Gluma One Bond) in bonded restorations results in less nanoleakage in primary and permanent teeth.

Key Words: Primary teeth; Nanoleakage; Dentin adhesive material

چکیده

زمینه و هدف: نانولیکچ در دراز مدت می‌تواند موجب تغییر رنگ مارجین، پوسیدگیهای ثانویه، حساسیت بعد از ترمیم و در نهایت از

[†] مؤلف مسؤول: نشانی: مشهد- دانشکده دندانپزشکی - گروه آموزشی دندانپزشکی کودکان
تلفن: ۸۸۲۹۵۰۱ نشانی الکترونیک: a-makarem@mums.ac.ir

دست رفتن ترميم دندان گردد، بنابراین کفایت لایه هیبرید اهمیت اساسی در پیشگیری از بروز نانولیکچ در ترميم‌های چسبنده دارد. با توجه به تفاوت‌های ساختاری در عاج دندانهای شیری و دائمی، لزوم بررسی نانولیکچ در دندانهای شیری که تاکنون انجام نگرفته است، از اهمیت بالائی برخوردار می‌باشد. مطالعه حاضر با هدف تعیین میزان نانولیکچ در ترميم‌های کامپوزيت متعاقب کاربرد مواد چسبنده عاجی سلف- اچ (iBond) و توتال- اچ (Gluma One Bond) در دندانهای شیری و دائمی انجام شد.

روش بررسی: در این مطالعه تجربی آزمایشگاهی، حفرات CI V در سطح باکال ۲۰ دندان مولر دوم شیری و ۲۰ دندان پره‌مولر کشیده شده، تراشیده شد. گروه‌های دندانی شیری و دائمی هر یک به طور تصادفی به ۲ زیر گروه ۱۰ تایی تقسیم شدند: در گروه اول از ماده چسبنده عاجی Gluma One Bond و در گروه دوم از ماده چسبنده عاجی iBond استفاده شد. بعد از رنگ‌آمیزی با نیترات نقره ۵۰٪ وزنی، نمونه‌ها از وسط و در جهت باکولینگوالی برش داده شدند، پس از پالیش، نمونه‌ها جهت اندازه‌گیری نانولیکچ تحت بررسی با میکروسکوپ الکترونی قرار گرفتند. میزان نفوذ نیترات نقره به صورت فاصله عمودی لایه ادهزیو تا دورترین نقطه نفوذ نیترات نقره در عاج اندازه‌گیری و برحسب میکرون ثبت شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از آنالیز واریانس سه عاملی و دانکن انجام و $p < 0.05$ به عنوان سطح معنی‌داری در نظر گرفته شد.

یافته‌ها: تحلیل داده‌ها نشان داد که عوامل مورد بررسی بر روی هم تأثیر متقابل نداشتند. دندانهای شیری به طور معنی‌داری نانولیکچ بیشتری را نسبت به دندانهای دائمی داشتند ($P < 0.05$). در دندانهای شیری میانگین نانولیکچ در مارچین سرویکال به طور معنی‌داری بیشتر از اکلوزال بود ($P < 0.05$)، همچنین میانگین نانولیکچ در دندانهای شیری در ماده iBond به طور معنی‌داری بیشتر بود ($P < 0.05$) و در دندانهای دائمی کمترین میزان نانولیکچ متعاقب کاربرد Gluma One Bond مشاهده شد.

نتیجه‌گیری: نتایج این مطالعه حاکی از آن است که کاربرد ماده چسبنده عاجی توتال- اچ (Gluma One Bond) در دندانهای شیری و دائمی موجب کاهش بروز نانولیکچ در ترميم‌های چسبنده می‌گردد.

کلیدواژه‌ها: دندانهای شیری؛ نانولیکچ؛ ماده چسبنده عاجی

وصول: ۸۴/۰۱/۲۱ اصلاح نهایی: ۸۴/۱۲/۲۷ تأیید چاپ: ۸۵/۰۴/۱۰

مقدمه

این پدیده را می‌توان به طور کمی با اندازه‌گیری عمق نفوذ رنگ توسط Confocal laser scanning microscopy یا Transmission electron microscopy (TEM) بررسی کرد (۳).

مکانیسم چسبندگی بین عاج و مواد چسبنده عاجی براساس تشکیل لایه هیبرید استوار می‌باشد که از طریق ارتشاح اجزای ادهزیو عاجی به داخل عاج کاندیشن شده، به دست می‌آید. ثبات باندینگ ادهزیو بین ماده ترمیمی چسبنده و عاج اصولاً به واسطه گیر میکرومکانیکال درون لایه هیبرید برقرار می‌شود (۴).

تغییر رنگ مارچین، پوسیدگی ثانویه، حساسیت بعد از ترميم و در نهایت از دست رفتن ترميم از پیامدهای

قبلاً تصور بر این بود که در صورت عدم وجود درز و رعایت نکاتی که به ایجاد باند بدون درز منتهی می‌شود، بتوان به نحو مطلوبی مانع ریزش شد، ولی Sano و همکاران نشان دادند، نشت می‌تواند بین لایه هیبرید و عاج سالم زیرین، حتی در غیاب درز لبه‌ای رخ دهد. فرضیه این رخداد این بود که نفوذ از طریق فضاهای کوچکتر از میکرونی دمنرالیزه که با رزین ادهزیو پر نشده‌اند صورت می‌گیرد (۱). این فضاها به قدری کوچکند که باکتریها قادر به عبور از آن نبوده، ولی محصولات جانبی باکتریها مانند اسیدها و آنزیم‌ها توانایی عبور از آنها را دارند و بدین طریق ممکن است موجب تخریب و تغییر کیفیت باند شوند (۲).

هیبریداسیون ناکافی می‌باشد (۵).

انجام هم‌زمان اچینگ و پرایمینگ مینا و عاج و عدم نیاز به شستشو، استفاده از این مواد را در دندانپزشکی معاصر و به خصوص دندانپزشکی کودکان بسیار متداول ساخته است (۱۶). علاوه بر تمام مسائل ذکر شده ساختمان دندان شیری نیز عامل مهمی می‌باشد. تفاوت‌های ساختاری مینا و عاج شیری با دائمی نکات مهمی را آشکار می‌سازد (۱۷). از جمله ضخامت کمتر مینا و نیز تعداد منشورهای مینایی کمتر و ضخامت بیشتر لایه بدون منشور و همچنین عاج نازکتر و نرمتر (۱۸)، عاج دورتوبولی ضخیمتر و وجود عاج بین توبولی کمتر در دندانهای شیری نسبت به دائمی (۱۹)، مسائل مهمی هستند که می‌توانند به گونه‌ای بر چسبندگی و ایجاد هیبریداسیون کافی در مینا و به خصوص عاج تأثیر گذارند. مطالعه حاضر با هدف تعیین و مقایسه میزان نشت نانومتری در ترمیم‌های کامپوزیت متعاقب کاربرد مواد چسبنده عاجی سلف اچ و توتال اچ در دندانهای شیری و دائمی انجام شد.

روش بررسی

در این تحقیق تجربی آزمایشگاهی، ۲۰ دندان مولر دوم شیری و ۲۰ دندان پرمولر سالم انسانی کشیده شده، انتخاب و دندانها در ظرف در بسته حاوی فرمالین ۰/۵٪ به لحاظ کنترل عفونت قرارداد شده. در زمان انجام کار بر روی دندانهای انتخاب شده، حفرات CI V با ابعاد ۲/۵×۲/۵ میلی‌متر و عمق ۰/۷۵ میلی‌متر از محل اتصال مینا-عاج (DEJ) در سمت اکلوزال و ۰/۷۵ میلی‌متر از لبه حفره در سمت سرویکال با استفاده از فرز فیشور الماسه تحت خنک کننده آب و هندپیس دور تند تهیه شدند.

محل حفرات در ناحیه CEJ (محل اتصال مینا-سمنتوم) بود، به طوری که لبه اکلوزالی حفره بر روی مینا و لبه سرویکالی آن بر روی سمنتوم یا عاج قرار داشت. گروه‌های دندانهای شیری و دائمی هر یک به طور تصادفی به ۲ زیر گروه ۱۰ تایی تقسیم شدند: در گروه A، بر روی

کفایت لایه هیبرید نقش اساسی در ایجاد seal مؤثر دارد، هرچند گزارشها حاکی از آن است که مواد چسبنده جدید نمی‌توانند عاج متخلخل ناشی از اسید اچینگ را به طور کامل بپوشانند (۶). از سوی دیگر آب موجود در لایه هیبرید یا آب باقیمانده از حلال در صورت عدم تبخیر کامل می‌تواند بر پلیمریزاسیون رزین درون لایه هیبرید اثر گذارد (۷). اینها از عواملی هستند که موجب باقی ماندن تخلخلهای اضافی درون لایه هیبرید شده و حتی در غیاب درز لبه‌ای، مسیری برای نشت محصولات باکتریایی و مایعات دهانی و عاجی برقرار می‌کنند که در نهایت منجر به تخریب هیدرولیتیک رزین ادهزیو یا کلاژن درون لایه هیبرید و نیز موجب تسریع شکست باند و یا تغییر کیفیت پلیمریزاسیون رزین می‌گردد (۸).

این نوع نشت که در غیاب درز لبه‌ای صورت می‌گیرد، نشت نانومتری (nanoleakage) خوانده می‌شود (۱). عوامل چندی در بروز این پدیده دخیل می‌باشند از جمله، ترکیبات خاص هر ماده چسبنده (۹)، روش باندینگ مرطوب یا خشک (۱۰) و نیز زمان اچینگ (۱۱).

سیستم‌های چسبنده عاجی جدید از دو استراتژی توتال اچ و سلف اچ در برخورد با نسج دندان استفاده می‌کنند (۱۲). از اهداف تحقیقات دندانپزشکی، ایجاد روشهای باندینگ است که حساسیت تکنیکی کمتری داشته باشند. به همین خاطر عوامل چسبنده عاجی سلف اچ معرفی شدند (۱۳). اثرات اچینگ خفیف‌تر آنها نسبت به سیستمهای توتال اچ با باقی گذاشتن اسمیر پلاگ می‌تواند از دیدگاه کلینیکی مهم باشد (۱۴).

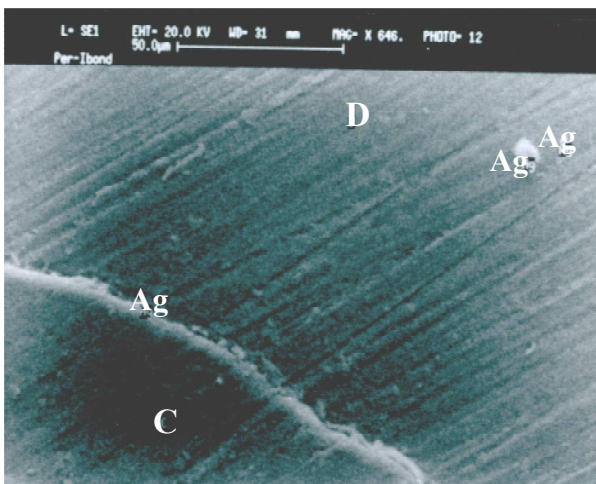
اگرچه حذف مرحله آماده‌سازی جداگانه مینا و عاج توسط اسید، سؤالات زیادی را در مورد کفایت باندینگ برمی‌انگیزد (۱۵)، ولی سهولت کاربرد ناشی از کاهش تعداد مراحل کاربرد، کاهش حساسیت بعد از درمان، حساسیت تکنیکی کمتر و

تحت خنک کننده آب (ساخت دانشکده مهندسی دانشگاه فردوسی مشهد) تهیه شد. سپس سطح نمونه‌ها به ترتیب توسط کاغذهای ساینده #۸۰۰، #۱۰۰۰ و #۱۲۰۰ در داخل آب پرداخت و جهت بررسی SEM آماده شدند.

برای اندازه‌گیری نانولیکچ سطح برشهای پالیش شده به وسیله دستگاه sputter coating توسط ورقه نازک طلا با ضخامت یکنواخت پوشانده شد. نفوذ نیترات نقره با بزرگنمایی ۶۵۰ با استفاده از اشعه secondary electron (SE) بر روی حد فاصل اکلوزالی و سرویکالی حفره در لایه هیبرید و نیز عاج زیرین با میکروسکوپ الکترونی اسکن و سپس اندازه‌گیری شد.

میزان نفوذ نقره به صورت فاصله عمودی لایه ادهزیو تا دورترین نقطه نفوذ نیترات نقره در عاج اندازه‌گیری و برحسب میکرون ثبت شد (اشکال ۱-۴).

برای انجام محاسبه‌های آماری از آنالیز واریانس استفاده شد ($\alpha=0/05$). با توان آزمون برابر ۰/۸، مقدار حجم نمونه برابر ۱۰ مشاهده در هر زیر گروه برآورد و $p<0/05$ به عنوان سطح معنی‌داری در نظر گرفته شد.



شکل ۱- نانولیکچ در دندان دائمی متعاقب کاربرد iBond (D: عاج، C: کامپوزیت، Ag: نقره) ($\times 650$)

حفرات آماده شده ماده چسبنده عاجی Gluma One Bond (Heraeus Kulzer, Germany) که در ترکیب خود فقط محتوی استون به عنوان حلال می‌باشد، براساس روش توتال- اچ به کار رفت، بدین‌گونه که طبق دستورالعمل کارخانه سازنده ابتدا سطح حفرات تحت تأثیر اسید فسفریک ۳۷٪ به مدت ۲۰ ثانیه قرارگرفت، پس از شستشو، با روش باندینگ مرطوب آن را بر روی تمام سطوح حفره به کار برده و پس از چند ثانیه لایه دوم نیز استفاده شد و در نهایت به مدت ۲۰ ثانیه با تابش دستگاه نور مرئی سخت شد.

گروه B: از ماده چسبنده عاجی سلف- اچ iBond (Heraeus Kulzer, Germany) که متعلق به جدیدترین نسل مواد باندینگ بوده و حاوی استون و آب به عنوان حلال است، طبق دستور کارخانه سازنده استفاده شد، به طوری که در مدت ۳۰ ثانیه، تمام سطوح حفره با دو لایه ماده آغشته شد (۲۱،۲۰) و در نهایت حفرات با کامپوزیت Venus (Heraeus Kulzer, Germany) ترمیم شدند.

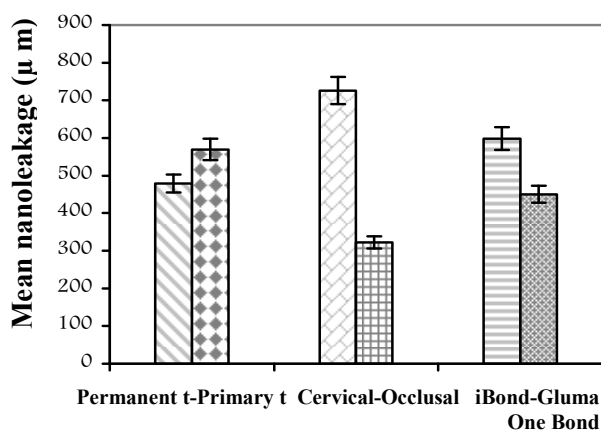
بعد از ۲۴ ساعت نگهداری نمونه‌ها در آب 37°C ، ترمیمها توسط مخروطهای الماسه بسیار نرم تحت خنک کننده آب و هوا پرداخت شدند. جهت رنگ‌آمیزی نمونه‌ها به وسیله نیترات نقره ابتدا انتهای ریشه و هرگونه درز دیگر با موم مسدود شده و سپس سطوح دندانها تا ۰/۵ میلیمتر اطراف ترمیمها توسط دو لایه لاک ناخن پوشانده شد.

پس از آن نمونه‌ها به داخل محیط تاریک و ظرف محتوی ۵۰٪ وزنی نیترات نقره محلول در آب منتقل و به مدت ۲۴ ساعت در محیط مزبور نگهداری شدند. سپس نمونه‌ها از تاریکی خارج و پس از ۱ دقیقه شستشو زیر جریان آب، به داخل محلول ظهور در محیط تاریک منتقل و به مدت ۶-۸ ساعت نگهداری شدند (۱).

از وسط هر یک از ترمیمها در جهت باکولینگوالی برشی به ضخامت یک میلیمتر توسط دستگاه برش

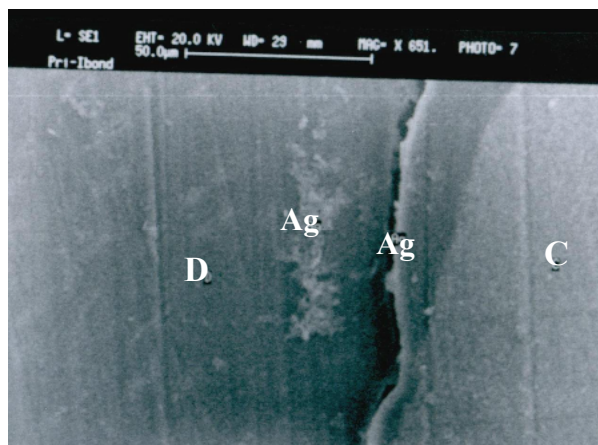
یافته‌ها

طبق آنالیز واریانس سه عاملی (نوع ماده، نوع دندان و عامل لبه مارجین حفره) و یک متغیره (نانولیکچ) مشخص شد که عوامل تحت بررسی بر روی هم تأثیر متقابل نداشتند. عامل نوع دندان بر میزان نانولیکچ تأثیر معنی‌داری داشت. به عبارت دیگر میانگین نانولیکچ در دو نوع دندان شیری و دائمی با هم اختلاف معنی‌داری داشتند ($P < 0.05$) (نمودار ۱ و جدول ۱). عامل لبه مارجین بر میانگین نانولیکچ تأثیر معنی‌داری داشت ($P < 0.05$)، به طوری که میانگین نانولیکچ در سرویکال به طور معنی‌داری بیشتر از اکلوزال بود (نمودار ۱ و جدول ۱). عامل نوع ماده هم بر میانگین نانولیکچ تأثیر معنی‌داری داشت ($P < 0.05$)، به طوری که این میانگین در iBond به طور معنی‌داری بیشتر از Gluma One Bond بود (نمودار ۱ و جدول ۱).

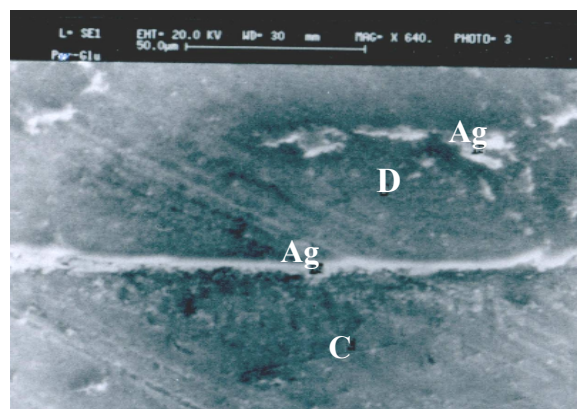


نمودار ۱- میانگین نانولیکچ در دندانهای دائمی و شیری، لبه‌های اکلوزالی و سرویکالی حفرات و مواد باندینگ عاجی iBond, Gluma One Bond

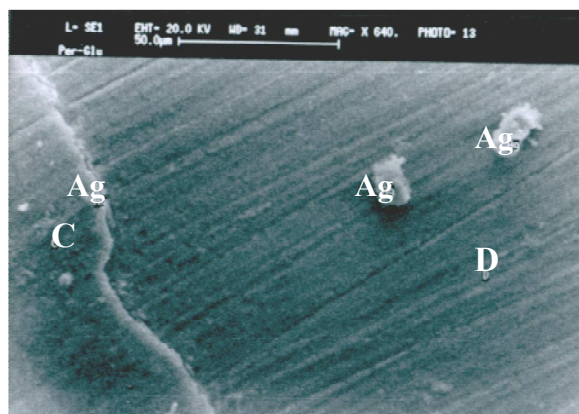
بین عامل نوع ماده چسبنده عاجی با لبه اکلوزالی و سرویکالی حفره تفاوت آماری معنی‌داری از نظر بروز نانولیکچ وجود داشت ($P < 0.05$)، به طوری که بیشترین میزان نانولیکچ در لبه سرویکالی در حفرات دندانهای شیری متعاقب کاربرد سیستم سلف اچ (iBond) مشاهده شد و کمترین میزان نانولیکچ در لبه اکلوزالی حفرات در دندانهای



شکل ۲- نانولیکچ در مولر شیری متعاقب کاربرد iBond (SE×650) (D: عاج، C: کامپوزیت، Ag: نقره)



شکل ۳- نانولیکچ در مولر شیری متعاقب کاربرد Gluma One Bond (SE×650) (D: عاج، C: کامپوزیت، Ag: نقره)



شکل ۴- نانولیکچ در دندان دائمی متعاقب کاربرد Gluma One Bond (SE×650) (D: عاج، C: کامپوزیت، Ag: نقره)

جدول ۱- آنالیز واریانس سه عاملی (نوع ماده، نوع دندان و عامل لبه مارجین حفره) و یک متغیره (نانولیکچ)

منبع	مجموع مربعات (نوع III)	درجه آزادی df	میانگین مجموع مربعات	آمار فیشرف	سطح معنی دار Sig
مدل تصحیح شده	۳۹۸۳۳۷۷/۸	۷	۵۶۹۰۵۳/۹۶	۳۳۶/۲۷۶	۰/۰۰۰
Intercept	۱۲۹۸۹۱۴۲	۱	۲۱۹۸۹۱۴۲	۱۲۹۹۴/۲۱	۰/۰۰۰
دندان	۱۶۴۵۲۹/۸۰	۱	۱۶۴۵۲۹/۸	۹۷/۲۲۷	۰/۰۰۰
سرویکال اکلوژال	۳۲۵۱۴۰۴/۸	۱	۳۲۵۱۴۰۴/۸	۱۹۲۱/۳۷۹	۰/۰۰۰
ماده	۴۳۸۹۶۸/۴۵	۱	۴۳۸۹۶۸/۴۵	۲۵۹/۴۰۳	۰/۰۰۰
سرویکال/اکلوژال-دندان	۸۲۸۱۸/۴۵	۱	۸۲۸۱۸/۴۵	۴۸/۹۴۱	۰/۰۴۶
ماده-دندان	۷۴۴/۲۰۰	۱	۷۴۴/۲۰۰	۰/۴۴۰	۰/۵۰۹
ماده- سرویکال/اکلوژال	۴۴۱۸۰/۰۰۰	۱	۴۴۱۸۰/۰۰۰	۲۶/۱۰۸	۰/۰۴۰
ماده- سرویکال/اکلوژال- دندان	۷۳۲/۰۵۰	۱	۷۳۲/۰۵۰	۰/۴۳۲	۰/۵۱۳
خطا	۱۲۱۸۴۰/۲۰	۷۲	۱۶۹۲/۲۲۵		
جمع	۲۶۰۹۴۲۶۰	۸۰			
مجموع تصحیح شده	۴۱۰۵۲۱۸	۷۹			

تماس را در قاعده لایه هیبرید تراوا سازد. ذرات کلئوئیدال نقره نیز ممکن است از طریق ناحیه مارجینال عریان شده ریشه در زیر ناحیه تماس یا طی مرحله پرداخت ترمیم اجازه رسیدن ذرات نقره را به قاعده لایه هیبرید بدهد (۶). در مطالعه حاضر نشان داده شد که بیشترین میزان نانولیکچ در گروه iBond رخ داد. برای تفسیر این نتیجه می‌توان از مطالعه Hansen و Skaarup استفاده نمود که گزارش کردند، همه سیستم‌های سلف اچ حاوی آب هستند تا منومرهای اسیدی را برای دیمیرالیزاسیون مؤثر نسوج سخت دندانی یونیزه کنند. وجود آب باقیمانده درون ادهزیو ممکن است منجر به پلیمریزاسیون ناکامل آن یا سکستره شدن الیگومرهای هیدروفیلیک بیشتر در این نواحی خاص شود (۲۲). همچنین طی مطالعه Toy و همکاران، ماتریکس‌های رزینی حاوی منومرهای هیدروفیلیک نسبت به حرکت آب تراواتر بودند که این مسئله احتمالاً به این سؤال که چرا اکثر سیستم‌های سلف-اچ و یک مرحله‌ای به حرکت مایع، حتی وقتی ناحیه تماس رزین-عاج به طور مطلوبی مسدود شده است، تراوا هستند، پاسخ می‌دهد (۱۲).

دائمی متعاقب کاربرد سیستم چسبنده توتال اچ (Gluma One Bond) رخ داد.

بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌های این مطالعه در همه نمونه‌ها، نشت نیترات نقره بدون تشکیل درز، درون ضخامت لایه هیبرید و همچنین عاج زیرین را با استفاده از روشهای معمول SEM نشان داد. مطالعه Sano و همکاران نیز مطابق این یافته می‌باشد و وجود یک subsurface متخلخل در زیر حد فاصل چسبندگی را نشان می‌دهد. آنها اعتقاد دارند، ادهزیوهای جدید ممکن است یک لایه متخلخل در زیر ناحیه تماس رزین-عاج به جا گذارد که این لایه می‌تواند اجازه نفوذ و تراوایی آهسته مایع عاجی یا دهانی را به ناحیه تماس بدهد، در نتیجه امکان تخریب رزین ادهزیو به وجود می‌آید (۱). یک توضیح ممکن برای نشت در قاعده لایه هیبرید آن است که انقباض پلیمریزاسیون ممکن است تگ‌های رزینی را از درون توپول‌ها بیرون کشیده و موجب تخلخل یا درز شود و ناحیه

در نتیجه کارایی ترمیم در حد نانومتر مؤثر باشد (۳). در روش توتال اچ معایی از جمله خطر اسید اچینگ زیاده از حد اسید و رطوبت یا خشک شدن زیاده از حد عاج مطرح می‌باشد که می‌تواند بر هیبریداسیون تأثیر مهمی بگذارد (۷). طول عمر یک ترمیم ممکن است به خاطر تخریب کلاژن اکسپوز شده ناشی از هیدرولیز محدود شود، ضمن این که مکانیسم شکستگی در ترمیم‌های کامپوزیت در طولانی مدت بر روی لایه هیبرید متمرکز می‌شود (۳). مسئله مهم در سیستم‌های توتال اچ حفظ تطابق ساختاری فضاهای بین فیبری در داخل شبکه کلاژنی که متعاقب اسید اچینگ کاملاً دیمینرالیزه شده و نیز جلوگیری از کلاپس آن برای اطمینان از نفوذ حداکثر رزین به داخل عاج اچ شده از طریق روش‌های باندینگ مرطوب یا مرطوب سازی مجدد می‌باشد (۲۶). طبق مطالعه Van Meerbeek و همکاران، در سیستم توتال اچ بحرانی‌ترین مرحله، مرحله priming است. وقتی از یک ادهزیو با بیس استون استفاده می‌شود، روش باندینگ مرطوب با حساسیت تکنیکی بالا الزامی است تا میزان نانولیکچ به حداقل برسد (۹). هرگونه نقص در این مرحله می‌تواند بر ایجاد لایه هیبرید ناقص مؤثر باشد. هرچند گزارش‌های متعدد عنوان می‌کنند که حتی در صورت کاربرد روش باندینگ مرطوب، ممکن است نفوذ رزینی کاملی صورت نگیرد (۲۷). این مسئله می‌تواند تا حدودی بروز نانولیکچ در ماده توتال اچ مصرفی را توجیه کند. ضمن این که در سیستم توتال اچ علیرغم رعایت دستورات سازنده، همچنان خطر اچینگ، رطوبت یا خشکی بیش از حد عاج وجود دارد که می‌تواند بر روی چسبندگی و هیبریداسیون تأثیر سوء داشته باشد (۷). دندانهای شیری نانولیکچ بیشتری را نسبت به دندانهای دائمی نشان داد. طبق نظر Nor و همکاران، اطلاعات کمی راجع به نسج عاجی دندانهای شیری و نیز تفاوت‌های آن با عاج دائمی وجود دارد (۲۸). شاید اختلاف در ترکیبات شیمیایی عاج و ریز ساختار آن پاسخگوی نتایج متفاوت حاصل از عاج

مطالعه Hashimoto و همکاران نیز نشان داد، جذب آب توسط منومرهای رزینی هیدروفیلیک درون لایه هیبرید و لایه ادهزیو، احتمالاً در تغییر کیفیت استحکام باند عاج-رزین به مرور زمان سهیم باشد (۲۳). این پدیده در ادهزیوهای سلف اچ معاصر به خاطر ترکیب غلظتهای بالاتر اجزای هیدروفیلیک رزین در آنها، تشدید می‌شود، زیرا ثبات هیدروفیلیک و هیدرولیتیک منومرهای رزینی عموماً خواص آنتاگونیستی دارند (۲۴) و برداشت مقادیر نهایی آب را در سطح عاج دیمینرالیزه مشکلتر می‌سازند، بنابراین با پلیمریزاسیون رزین ادهزیو تداخل یافته و احتمالاً منجر به لایه هیبرید ضعیفی می‌شوند (۲۵). iBond با pH بالاتر (pH=۱/۶) نسبت به اسید فسفریک به کار رفته در سیستم‌های ادهزیو توتال اچ (Gluma One Bond) که از نظر اسیدیته جزو گروه حد واسط و کم تهاجمی‌تر می‌باشد، برخلاف این سیستمها، لایه اسمیر را به طور کامل بر نمی‌دارد. وجود بقایای لایه اسمیر و Smear plug می‌تواند تراوایی عاج را کاهش داده و تا حدودی مانع برقراری جریان رو به خارج مایع عاجی از سمت پالپ شود که می‌توانست با چسبندگی عاج تداخل یافته و عوامل ادهزیو را تضعیف نماید (۱۵). از این رو با در نظر گرفتن نوع حلال، علیرغم این که استون به عنوان حلال در ترکیب هر دو ماده به کار رفته، ولی وجود آب همراه با استون در ترکیب iBond با توجه به مطالب ذکر شده می‌تواند مبین برخی از موارد مشاهده شده باشد، ضمن این که در iBond ترکیب گلو تارالدئید به کار رفته است که اثر آن بر حد فاصل رزین-عاج و نیز نانولیکچ مشخص نمی‌باشد. Pioch و همکاران عنوان کردند، پرایمرهای با حلال استون رفتار wetting نسبتاً خوبی دارند که ممکن است تخلخلهای کوچکتری نسبت به پرایمرهای با حلال آب در عاج ایجاد کنند. همچنین این منومرها حاوی مواد اضافی دیگری مثل اسید مالئیک و گلو تارالدئید می‌باشند که این خصوصیات می‌تواند بر توانایی نفوذ عوامل باندینگ و

است که وقتی در معرض محرک‌های مختلف مثل پوسیدگی قرار می‌گیرد، توانایی واکنش از طریق ساخت عاج ترمیمی را دارد، در نتیجه دندان‌های پوسیده الگوهای ایده‌آل برای مقایسه آغازین ریز ساختار حد فاصل رزین-عاج در دندان‌های شیری و دائمی نمی‌باشند، زیرا این ساختمانها می‌توانند توسط مراحل مختلف پیشرفت بیماری متأثر شوند (۳۲). سن دندانی هم عامل مهم قابل ذکر می‌باشد. عاج از طریق افزایش سطح مینرالیزاسیون خود با رسوب عاج دور توبولی متحمل روند aging می‌شود که از این طریق قطر دهانه توبول‌ها کاهش می‌یابد (۳۳)، ولی در این مطالعه، با توجه به محدودیت در جمع‌آوری نمونه‌های مولرهای دوم شیری بدون پوسیدگی و کشیده شده، عامل aging دندانی تطابق داده نشد، هرچند این مسئله می‌تواند با تغییرات ساختار عاجی بر چسبندگی و هیبریداسیون تأثیر گذارد، همچنین سعی شد عمق تراش حفره در همه نمونه‌ها کنترل شده باشد. مشکل موجود در این طرح پالپ تاجی بزرگتر و ابعاد خارجی کوچکتر دندان‌های شیری بود که تهیه حفره را تحت تأثیر قرار می‌دهد، بنابراین تصمیم گرفته شد که عمق 0.75 میلی‌متر از لبه سرویکالی حفره تهیه شود (۳۴). ارتشاح کافی رزین باید توبول‌ها و همچنین عاج بین توبولی را بپوشاند تا از نشت و حساسیت پیشگیری کرده و نیز ایجاد گیر رزینی نماید (۲۵). با ضخیم بودن عاج دور توبولی، عاج بین توبولی کمتری جهت باندینگ موجود بوده و این مسئله در دندان‌های شیری می‌تواند چسبندگی را به مخاطره اندازد. نتیجه دیگر این مطالعه بروز میزان نانولیکچ بیشتر در لبه سرویکالی حفره نسبت به لبه اکلوزالی بود. طبق نظر Maroli و همکاران، $1/3$ سرویکالی تاج تراکم و قطر توبولی بزرگتری را نسبت به ثلث‌های میانی و اکلوزالی تاج نشان داد که می‌تواند بیشترین تراوایی عاجی در این ناحیه را توجیه کند (۳۵). Koutsi و همکاران نیز نفوذ پذیری عاجی را در $1/3$ سرویکالی با فرض این که این ناحیه تراواتر می‌باشد، ارزیابی کردند (۳۶). در نمونه‌های مطالعه

شیری و دائمی در آزمون‌های چسبندگی باشد. همه مولرهای شیری انتخابی در این مطالعه، بدون پوسیدگی یا با پوسیدگی حداقل اکلوزالی بودند. Rushel و Chetviatarese در مطالعه خود به نقل از Benzer و Bevelander عنوان کردند، ضایعات پوسیدگی، منجر به تشکیل عاج اسکروتیک بیشتری در دندان‌های شیری و دائمی می‌شوند، بدین ترتیب خطر تغییرات در قطر و تراکم توبولی به دلیل انتخاب دندان‌های نسبتاً عاری از پوسیدگی، کمتر می‌باشد و نیز مطرح کردند، طبق مشاهده Garberglio و Brannstrom قطرهای توبولی در نمونه‌های عاجی دکلسیفیه بزرگتر از دیگر نمونه‌های کاندیشن نشده بود. طبق نظر آنها، در نمونه‌های دکلسیفیه، عاج دور توبولی برداشته شده است. تصور می‌شود در بین عواملی که ممکن است بر اختلاف تراکم و قطر توبولی تأثیرگذار باشند، استفاده از منابع مختلف نمونه‌های عاجی نیز مهم باشد. چنین نمونه‌هایی از مولرهای بالا یا پائین و از اشخاص مختلف گرفته می‌شود. همچنین تراکم و قطر توبولی در سطح وستیبولی و لینگوالی بیشتر از سطح پروگزیمالی دندان می‌باشد (۲۹). به غیر از پره‌مولرها، تراکم و قطر توبولی عاج در مولرهای شیری کوچکتر از دندان‌های دائمی بود و طبق مطالعه Kaga و همکاران تراکم توبول‌های عاجی در مولرهای شیری دو برابر پره‌مولرها بودند، بنابراین عاج یک پارچه کمتری نسبت به پره‌مولرها موجود بود (۳۰). در مطالعه Rushel و Chetviatarese با میکروسکوپ الکترونی، عنوان شد که در دندان‌های شیری به علت این که ضخیمترین عاج دور توبولی را در مقایسه با دندان‌های دائمی دارا می‌باشند، توبول‌های عاجی قطر توبولی کوچکتری را نشان می‌دهند. آنها مشاهده کردند، عاج دور توبولی شیری ۲-۵ بار ضخیمتر از عاج دائمی است که متعاقب اسید اچینگ، مجرای بزرگتر توبولی را به جا می‌گذارد (۲۹). مطالعات نشان داده است که وجود عاج solid یک عامل مهم جهت کسب چسبندگی بهتر عاجی می‌باشد (۳۱). عاج یک ساختمان زنده

که مینا را به اندازه اسید فسفریک اچ نمی‌کند. در مطالعات متعددی ادهزیوهای سلف اچ به منظور توانایی اچینگ آنها بر روی مینا ارزیابی شده است. مطالعات Perdiago و همکاران نشان داد، باندینگ مینا با ادهزیوهای سلف اچ تنها روی مینای تراش خورده مؤثر است و روی مینای سالم اثر کمتری دارد (۳۸). همان طور که در مطالعه حاضر نیز بروز نانولیکچ در گروه سلف اچ روی مینا بیشتر از گروه توتال اچ بود. طبق نظر Pioch و همکاران در حال حاضر هیچ اطلاعات کلینیکی بارزی راجع به اثرات طولانی مدت منفی ایجاد شده توسط نانولیکچ وجود ندارد (۳).

نانولیکچ در تمام نمونه‌های مورد آزمایش در هر دو سیستم چسبنده عاجی سلف اچ و توتال اچ مشاهده شد.

بروز نانولیکچ بین دو نوع سیستم دندانی و نیز بین دو نوع سیستم چسبنده عاجی تفاوت آماری معنی‌داری را نشان داد. در هر سیستم چسبنده عاجی بین لبه اکلوزالی و سرویکالی حفره تفاوت آماری معنی‌داری از نظر بروز نانولیکچ وجود داشت، به طوری که بیشترین میزان نانولیکچ در لبه سرویکالی در حفرات دندانهای شیری متعاقب کاربرد سیستم سلف اچ (iBond) مشاهده شد و کمترین میزان نانولیکچ در لبه اکلوزالی حفرات در دندانهای دائمی متعاقب کاربرد سیستم چسبنده توتال اچ (Gluma One Bond) رخ داد.

با توجه به نتایج حاضر شاید بتوان پیشنهاد کرد که در ترمیمهای چسبنده به خصوص در دندانهای شیری از سیستمهای چسبنده عاجی توتال اچ استفاده شود، اگرچه این تصمیم‌گیری به طور دقیق نیاز به تحقیقات آزمایشگاهی وسیع‌تر و همچنین تحقیقات کلینیکی مقدماتی دارد.

حاضر لبه اکلوزالی حفرات در مینا و لبه سرویکالی در عاج یا سمتم بود. مارجین سرویکالی ترمیمهای CI V اغلب درون عاج می‌باشد. Prati و همکاران گزارش کردند، فیبریل‌های کلاژن در سطح CEJ در طول مارجین cavosurface ترمیمها به طور کامل توسط رزین اینفیلتره نمی‌شود. این لایه هیبرید لبه‌ای خارجی، در معرض شرایط محیط دهانی با تشکیل پلاک دندانی، جایی که pH پائین آمده و آنزیم‌های باکتریال تولید می‌شوند، قرار می‌گیرد. این حالت ممکن است دوام باند را به مخاطره اندازد (۳۷). از طرفی لبه سرویکالی حفرات در زیر CEJ و به عبارتی روی عاج یا سمتم ریشه قرار داشت که ساختمان تراواتری نسبت به عاج تاجی دارد (۳۵). Pioch و همکاران نیز عنوان کردند، نانولیکچ ممکن است نقشی در از دست رفتن گیر ترمیمهای CI V با لبه‌های سرویکالی واقع در عاج داشته باشد (۳). لبه مینایی نمونه‌های مورد آزمایش هم بروز نانولیکچ را نشان داد، اگرچه طی بررسی Sano و همکاران، نانولیکچ در لبه‌های مینایی حفره مشاهده نشده و ممکن است تنها در حفراتی با لبه‌های قرار گرفته در عاج یا سمتم رخ دهد (۱).

بروز نشت در لبه مینایی را شاید بتوان به ضخامت کم مینا و جهت منشورهای مینای در ۱/۳ سرویکالی نسبت به ثلث‌های میانی و اکلوزالی و در نتیجه وجود سطح کمتر جهت باندینگ و هیبریداسیون مرتبط دانست، ضمن این که در دندانهای شیری ضخامت مینا نازکتر و متخلخل‌تر بوده، همچنین ناحیه بدون منشور آن بیشتر از دائمی (با امکان نیاز به اچینگ بیشتر) است، بنابراین می‌توان نشت بیشتری را در لبه مینا در دندان شیری نسبت به دائمی انتظار داشت (۱۷). یکی از معایب ادهزیوهای سلف اچ در مقایسه با توتال اچ این است

منابع:

- 1- Sano H, Takatsu T, Ciucchi B, Horner JA, Matthews WG, Pashley DH. Nanoleakage: Leakage within the hybrid layer. *Oper Dent* 1995; 20:18-25.
- 2- Paul SJ, Welter DA, Ghazi M, Pashley D. Nanoleakage at the dentin adhesive interface vs microtensile bond strength. *Oper Dent* 1999; 24(3):181-8.

- 3- Pioch TH, Stahle HJ, Duscher H, Garcia-Godoy F. Nanoleakage at the composite-dentin interface: A review. *Am J Dent* 2001; 14(4):252-8.
- 4- Perdigao J, Lopez M. Ultramorphological characterization of the hybrid layer-unaaffected dentin bonded interface. *J Dent Res* 1999; 78:110(Abstr 40).
- 5- Trowbridge HO. Model systems for determining biologic effect of microleakage. *Oper Dent* 1987; 12:164-72.
- 6- Van Meerbeek B, Yoshida Y, Lambrechts P, Vanherle G, Duke ES, Eick D, Robinson SJ. A TEM study of two water-based adhesive systems bonded to dry and wet dentin. *J Dent Res* 1998; 77(1):50-9.
- 7- Summitt JB, Robbins JW, Schwartz RS. *Fundamental of Operative Dentistry: A Contemporary Approach*. 2nd ed. Chicago, Quintessence; 2001. p. 181-4, 197-211.
- 8- Carvalho RM, Tay F, Sano H, Yoshiyama M, Pashley DH. Long-term mechanical properties of EDTA-demineralized dentin matrix. *J Adhes Dent* 2000; 2(3):193-9.
- 9- Van meerbeek B, De Munck J, Yoshida, Inou S, Vargas M, Vijay P, Vanherle G. Buonocore memorial lecture: adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Oper Dent* 2003; 28(3):215-35.
- 10- Kanca J. Wet bonding: effect of drying time and distance. *Am J Dent* 1996; 9:273-6.
- 11- Pioch T, Stotz S, Buff E, Duschner H, Staehle HJ. Influence of different dentin etching times on hybrid layer formation and tensile bond strength. *Am J Dent* 1998; 11(5):202 -6.
- 12- Tay FR, Pashley DH. Aggressiveness of contemporary self-etching systems. I: depth of penetration beyond dentin smear layers. *Dent Mater* 2001; 17(4); 296-308.
- 13- Feigal RJ, Quelhas I. Clinical trial of a self-etching adhesive for sealant application: success at 24 months with Prompt L-Pop. *Am J Dent* 2003; 16(4):249-51.
- 14- Hashimoto M, Ito S, Tay FR, Svizero NR, Sano H, Kaga M, Pashley DH. Fluid movement across the resin-dentin interface during and after bonding. *J Dent Res*.2004; 83(11):843-8.
- 15- Oliveria SS, Pugach MK, Hilton JF, Watanabe LG, Marshall GW. The influence of the dentin smear layer on adhesion: self-etching primers vs. a total-etch system. *Dent Mater* 2003; 19:758-67.
- 16- Freedman G, Leinfelder K. Seventh generation adhesive systems. *Dentistry Today* 2002; 21(11):106-11.
- 17- Kaaden C, Schmalz G, Power JM. Morphological characterization of the resin-dentin interface in primary teeth. *Clin Oral Investing* 2003; 7(4):235-40.
- 18- Berkovitz BK, Holland GR, Moxham BJ. *A Color Atlas and Text of Oral Anatomy, Histology and Embryology*. 2nded. Edinburg, Mosby; 1992. p. 112-41.
- 19- Cehreli ZC, Akat A. Effect of dentinal tubule orientation on the tensile bond strength to primary teeth dentin. *J Dent Child* 2003; 70(2):139-44.
- 20- Shimada Y, Semawongse P, Harnirattisai C, Burrow MF, Nakaoki Y, Tagami J. Bond strength of two adhesive systems to primary and permanent enamel. *Oper Dent* 2002; 27: 403-9.
- 21- Narin HF, Wilson Roulet J, Fuzzi Massimo. *Advances in Operative Dentistry*. 1sted. Chicago, Quintessence; 2001.p. 135-7, 143.
- 22- Hansen CM, Skaarup K. The three dimensional solubility parameter-key to paint component affinities. III. Independent calculation of the parameter components. *J Paint Technol* 1967; 39:511-20.
- 23- Hashimoto M, Ohno H, Kaga M. In vivo degradation of resin-dentin bonds in humans over 1 to 3 years. *J Dent Res* 2000; 79:1385-91.
- 24- Tay FR, Pashley DH, Yoshida M. Two mode of nanoleakage expression in single-step adhesives. *J Dent Res* 2002; 81(7):472-6.
- 25- Guzman-Ruiz S, Armstrong SR, Cobb DS, Wargas MA. Association between microtensile bond strength and leakage in the indirect resin composite/dentin adhesively bonded joint. *J Dent* 2001; 29:145-53.

- 26- Moll K, Haller B. Effect of intrinsic and extrinsic moisture on bond strength to dentin. *J Oral Rehabil* 2000, 27(2),150-65.
- 27- Toledano M, Osorio R, Ceballos L, Fuentes MV, Fernandes CA, Tay FR, Carvalho RM. Microtensile bond strength of several adhesive systems to different dentin depth. *Am J Dent* 2003; 16:292-8.
- 28- Nor JE, Feigal RJ, Dennison JB, Edward CA. Dentin bonding: SEM comparison of the dentin surface in primary and permanent teeth. *Pediatr Dent* 1997; 19(4):246-52.
- 29- Ruschel H, Chetviatarese O. Density and diameter of dentinal tubules of first and second primary molars comparative scanning electron microscopy. *J Clin Pediatr Dent* 2002; 26(3); 297-304.
- 30- Kaga M, Hashimoto M, Oguchi H. Bond strength of dentinal adhesives in primary molars and premolars. *J Dent Res* 1997; 76:188.
- 31- Suzuki T, Finger WJ. Dentin adhesives: Site of dentin vs. bonding of composite resin. *Dent Mater* 1988; 4:379-83.
- 32- Pashley DH. Dentin: a dynamic substrate-a review. *Scanning Microcopy* 1989; 3:161-77.
- 33- Ten Cate AR. *Oral Histology: Development, Structure and Function*. 5thed. St. Louis, Mosby; 1998. p. 157-96, 235.
- 34- Olmez A, Oztas N, Basak F, Erdal S. Comparison of the resin-dentin interface in primary and permanent teeth. *J Clin Pediatr Dent* 1998; 22(4):293-8.
- 35- Maroli S, Khera SC, Krell KV. Regional variation in permeability of young dentin. *Oper Dent* 1992; 17:93-100.
- 36- Koutsi V, Noonm RG, Horner JA, Simpson MD, Pashley DH. The effect of dentin depth on the permeability and ultra structure of primary molars. *Pediatr Dent* 1994; 16: 29-35.
- 37- Prati C, Pashley DH, Chersoni S, Mongiorgi R. Marginal hybrid layer in class V restoration. *Oper Dent* 2000; 25(3); 228-33.
- 38- Perdiago J, Gerald S, Hodges J. Total-etch versus self-etch adhesive: Effect on postoperative sensitivity. *JADA* 2003 134(12):1621-9.