

## بررسی اثر زمان اچ بر استحکام باند برشی یک نوع باندینگ به عاج (Single Bond) به عاج دندان شیری بصورت *in vitro*

دکتر بهشته ملک افزلی<sup>۱</sup>، دکتر امیر قاسمی<sup>۲</sup>، دکتر مهدی جعفرزاده<sup>۳</sup>

### *A survey on the effect of etching time on shear bond strength of single bond in the dentin of primary teeth*

<sup>1</sup>Malek Afzali B. DDS. MS. <sup>2</sup>Ghasemi A. DDS. MS. <sup>3</sup>Jafarzadeh M. DDS. MS.

<sup>1</sup>Assistant Prof., Dept. of Pediatric Dentistry, Dental School, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran-IRAN,

<sup>2</sup>Assistant Prof., Dept. of Operative Dentistry, Dental School, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran-IRAN,

<sup>3</sup>Assistant Prof., Dept. of Pediatric Dentistry, Dental School, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan - IRAN.

**Key Words:** Shear bond strength, Dentin bonding adhesives, Deciduous teeth

**Aim:** This study was carried out to assess the effect of etching time on the shear bond strength of single bond to primary teeth.

**Methods & Materials:** Two groups, in each group diamond disc to 1.5 mm depth. Group 1 was etched for 7 seconds and group 2 was etched for 15 seconds with 37% phosphoric acid gel. After etching the teeth were rinsed and dried. Single bond was used in two layers and extend along the tooth surface by air and then light cured for 10 seconds. The Z100 (3M) composite was used in same sylanders with 3.2 mm diameter and 5 mm height and cure for 40 seconds.

**Results:** The mean of shear bond strength of groups were:

M1: 15.58, M2: 13.5 = t test

S1: 1.12, S2: 1.21

T test analysis was shown that the difference between two groups is significant ( $P < 0.0001$ ).

**Conclusion:** Reducing etching time for 15s to 7s leads to increasing shear bond strength of single bond to dentin of primary teeth. *Beheshti Univ. Dent. J. 2004; 22(2):302-309*

### خلاصه

هدف: این مطالعه با هدف تعیین تأثیر زمان اچ بر استحکام باند برشی باندینگ عاجی Single Bond به تاج دندان های شیری انجام شد. مواد و روشها: روش تحقیق از نوع تجربی (experimental) و تکنیک تحقیق مشاهده (observation) می باشد. جهت انجام تحقیق از ۴۰ دندان مولر شیری سالم و فاقد پوسیدگی استفاده گردید که این دندانها در دو گروه ۲۰ تایی قرار گرفتند. سپس دندانها در ناحیه باکال توسط دیسک الماسی تا رسیدن به عاج به عمق ۱/۵mm تراش خوردند و اچینگ دندانها توسط محلول اسید فسفریک ۳۷٪ در دو زمان ۷ ثانیه جهت گروه اول و ۱۵ ثانیه جهت گروه دوم انجام شد. آنگاه دندانها شسته و خشک گردیدند، از ماده Single Bond مطابق دستور کارخانه سازنده استفاده گردید. سپس کامپوزیت Z100 در استوانه های هم اندازه پلاستیکی به قطر ۳/۲ میلی متر و ارتفاع ۵ میلی متر روی دندانها به کار رفت و ۴۰ ثانیه لایت کیور گردید. میزان استحکام باند برشی با استفاده از دستگاه Instron Universal با سرعت ۰/۵mm/min اندازه گیری شد و نتایج حاصل با استفاده از تست آماری t-test بررسی گردیدند.

<sup>۱</sup>استادیار گروه دندانپزشکی کودکان، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

<sup>۲</sup>استادیار گروه دندانپزشکی ترمیمی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

<sup>۳</sup>استادیار گروه دندانپزشکی کودکان، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

یافته ها: میانگین استحکام باند برشی در گروه اول  $M1 = 15/58$  و در گروه دوم  $M2 = 13/51$  به دست آمد که مقدار آن در گروه اول به طور معنی داری بیشتر از گروه دوم بود.

نتیجه گیری: کاهش زمان اچ از ۱۵ ثانیه به ۷ ثانیه باعث افزایش استحکام باند برشی Single Bond به عاج دندان شیری می شود.

واژه های کلیدی: استحکام باند برشی، باندینگ های عاجی، دندان های شیری

مجله دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی سال ۱۳۸۳؛ جلد (۲) ۲۲: صفحه ۳۰۲ الی ۳۰۹

## مقدمه

می تواند به مخاطره افتادن توانایی باند شدن ماده dentin bonding به عاج باشد.<sup>(۱)</sup> با توجه به مطالب گفته شده به نظر می رسد آماده سازی عاج مرحله ای اساسی برای به دست آوردن باند مناسب می باشد و در سیستمهای باندینگ عاج مکانیسم اصلی باندینگ براساس ایجاد لایه ای به نام لایه هیبرید می باشد که مخلوطی از اجزاء عاجی با رزین است.<sup>(۸)</sup> مطالعات نشان داده اند که در زمانهای اچ برابر، غلظت لایه هیبرید در عاج دندانهای شیری ضخیمتر از لایه تشکیل شده در دندانهای دائمی است و اگر زمان اچ به میزان نصف استاندارد زمان اچ دندان دائمی تغییر یابد ضخامت لایه هیبرید در عاج دندان شیری نزدیکتر به ضخامت این لایه در دندان دائمی خواهد شد.<sup>(۱)</sup>

حتی مطالعات Shimada و همکاران (۲۰۰۲) که حاکی از نفوذ بالاتر self etching primer ها در مقایسه با total etching ها در دندانهای شیری می باشد نیز بیانگر توانایی باندینگ مناسب دندانهای شیری با اسیدهای ضعیفتر می باشد (به واسطه PH بالاتر و در نتیجه دمیترالیزاسیون کمتر) لذا فرضیه استفاده از زمان کمتر اچینگ برای دمیترالیزاسیون کمتر دور از ذهن

تحقیقات تفاوت های زیادی در مورفولوژی، ابعاد، ساختمان، اجزاء سازنده و ترکیبات مینا و عاج دندانهای شیری و دائمی نشان می دهند.<sup>(۱)</sup> عاج دندانهای شیری در مقایسه با دائمی مینرالیزاسیون کمتری دارند<sup>(۲)</sup> و غلظت کلسیم و فسفر در عاج پری توبولار و اینترتوبولار در دندان شیری کمتر از دندان دائمی است.<sup>(۳)</sup> همچنین تعداد توبولهای عاجی و قطر این توبولها در دندان شیری کمتر از دندان دائمی است.<sup>(۴)</sup> تحقیقات انجام شده نشان می دهند که در شرایط برابر آزمایشگاهی استحکام باند برشی Shear Bond Strength انواع باندینگهای عاجی به عاج دندان شیری کمتر از دندان دائمی است.<sup>(۵)</sup> به دنبال اعمال اسید بر سطح عاج، اجزاء معدنی عاج تا حدی شستشو شده و لایه ای از کلاژن پدیدار می شود. حال اگر غلظت اسید زیاد باشد یا زمان استفاده از آن طولانی باشد smear layer و smear plugs به طور کامل از بین می روند و دمیترالیزاسیون بیش از حد عاج پری توبولار و اینترتوبولار دیده می شود.<sup>(۶)</sup> این دمیترالیزاسیون بیش از حد می تواند باعث تضعیف شبکه کلاژنی عاج شود<sup>(۷)</sup> که در این حالت عمل ماده پرایمر هیدروفیل جهت نفوذ به این شبکه تضعیف می شود که نتیجه این امر

هوای ملایم روی سطح دندان پخش و برای ۱۰ ثانیه لایت کیور گردید. رزین کامپوزیتی A2، از نوع (Z100 و 3M) در داخل استوانه های پلاستیکی شفاف هم اندازه با قطر ۳/۲mm و ارتفاع ۵mm روی دندان قرار داده شده و به مدت ۴۰ ثانیه لایت کیور گردید. البته جهت حصول اطمینان از پلی مریزه شدن کامپوزیت پس از جدا کردن سیلندر ترانسپرنت عمل curing مجدداً برای ۲۰ ثانیه انجام شد (برای پلی مریزاسیون از دستگاه Arialux با طول موج ۴۷۵-۴۵۰ نانومتر استفاده شد) پس از اتمام کار، دندانها در یک استوانه پلاستیکی با قطر ۲cm و ارتفاع ۱cm با استفاده از آکريل فوری مانت شدند. آنگاه توسط دستگاه Instron Universal Machine و با سرعت ۰/۵ mm/min نیروی برشی عمود بر سطح تماس با کامپوزیت و عاج وارد شد و اعداد مربوط به استحکام باند برشی هر دندان محاسبه گردید. نتایج حاصل از دو گروه به صورت جدول ۱ زیر بدست آمد.

جدول ۱- نتایج استحکام باند برشی نمونه های Pilot

بر حسب Mpa

گروه ۲	گروه ۱
۷ ثانیه	۱۵ ثانیه
۱۷/۹	۱۵/۰۵
۱۳/۹	۱۴
۱۵/۶	۱۳
۱۵/۷	۱۵/۲۵
۱۳/۹	۱۱/۷۵

نمی باشد.<sup>(۹)</sup> با توجه به مقدمه مطرح شده و اهمیت پروسه اچینگ در سیستمهای باندینگ می توان گفت که با اچینگ کنترل شده تر کیفیت مناسبتری از هیبریداسیون و به دنبال آن احتمالاً باند بهتری می توان بدست آورد. لذا این مطالعه با هدف بررسی تأثیر تغییر زمان اچ بر shear bond strength یک نوع باندینگ خاص به عاج دندان شیری انجام گردید.

### مواد و روشها

روش تحقیق تجربی (experimental) از نوع invitro و تکنیک تحقیق، مشاهده (observation) است. جهت تعیین حجم نمونه و مرور مراحل و موانع انجام کار یک مطالعه pilot ابتدایی (بر روی ۱۰ نمونه) انجام شد و تمامی مراحل کار روی نمونه های اولیه انجام گرفت. بدین صورت که ابتدا دو گروه ۵ تایی از دندانهای مولر شیری سالم و فاقد پوسیدگی انتخاب شدند و در قالب آکريلي مانت شدند. دندانها با استفاده از دیسکهای sand paper تا عاج سائیده شدند (از ۱۵۰ گریت تا ۸۰۰ گریت).

برای گروه اول از زمان اچ ۱۵ ثانیه (زمان اچینگ معمول عاج) و برای گروه دوم از زمان اچ ۷ ثانیه استفاده شد (عمل اچینگ با استفاده از اسید فسفریک ۳۷ درصد انجام شد) سپس دندانها با آب شستشو داده شدند و ۳- ۲ ثانیه به آرامی خشک گردیدند. باندینگ Single Bond به صورت دو لایه پشت سر هم روی سطح دندان قرار داده شد و آنگاه به مدت ۵ ثانیه ماده باندینگ با فشار

### یافته ها

پس از اندازه گیری استحکام باند برشی قطعات باند شده رزینی به دندانها اعداد حاصله با محاسبه سطح مقطع قطعه باند شده و استفاده از فرمول  $P = F/A$  برحسب مگاپاسکال محاسبه گردید و تحت آنالیز قرار گرفت.

جدول ۲. میانگین و انحراف معیار استحکام باند برشی

برحسب مگاپاسکال برای دو گروه مورد مطالعه

گروه	SD ± M (Mpa)	N
۱	۱۳/۵۱ ± ۱/۱۲	۲۰
۲	۱۵/۵۸ ± ۱/۲۱	۲۰

نتایج جدول ۲ با استفاده از t test آزمون گردید. نتایج این آزمون نشان داد که میانگین استحکام باند برشی در دو گروه اختلاف معنی داری دارد.

### بحث

با توجه به نتایج بدست آمده نشان داده شد که کاهش زمان اچینگ از ۱۵ ثانیه به ۷ ثانیه به طور معنی داری باعث افزایش استحکام باند برشی ماده single bond به عاج دندان شیری می شود. از طرفی با توجه به گسترش استفاده از مواد رزینی در دندانپزشکی امروز و کاربرد رایج مواد باندینگ Single Component، نتایج این تحقیق می تواند جهت استفاده بهتر از این مواد در دندانهای شیری مورد توجه قرار گیرد، چرا که با تعمیم نتایج به دست آمده به کارهای ترمیمی کلینیکی

با توجه به میانگین و واریانس استحکام باند برشی دو گروه، حجم نمونه با استفاده از فرمول زیر حجم نمونه تعیین شد.

$$n = \frac{2(Z_1 - \frac{\alpha}{2}) + Z_1 - \beta)^2 (SD^2)}{\Delta^2}$$

$$Z_1 - \frac{\alpha}{2} = 1.96$$

$$Z_1 - \beta = 1.29$$

با توجه به نتایج حاصله برای هر گروه، حجم نمونه تحقیق مجموعاً ۲۰ به دست آمد. بنابراین جهت انجام تحقیق حاضر ۴۰ دندان مولر شیری عاری از پوسیدگی که به دلایل ارتودنسی کشیده شده بودند را جمع آوری و تا زمان انجام آزمایش در محلول نرمال سالین نگهداری نمودیم (انتخاب دندانها بصورت غیراحتمالی ساده و نحوه تقسیم نمونه ها تصادفی بود). ۲۴ ساعت قبل از شروع کار دندانها به مدت ۱۰ دقیقه با استفاده از محلول هیپوکلریت سدیم تمیز شده، و دوباره به محلول نرمال سالین بازگردانده شدند. آنگاه دندانها با استفاده از دیسکهای ساینده جهت دستیابی به عاج ساییده شدند و به دو گروه ۲۰ تایی تقسیم گردیدند که در یک گروه از زمان اچینگ ۱۵ ثانیه و در گروه دوم از زمان اچ ۷ ثانیه استفاده شد (کلید مراحل کاری مطابق آنچه در مطالعه pilot توضیح داده شد انجام گردید) در انتها مقدار استحکام باند برشی قطعات باند شده رزینی به دندانها محاسبه و توسط آزمون آماری T- Test آنالیز گردید.

چسبندگی سیستمهای باندینگهای عاج با دندان است. مکانیسم اصلی که سیستم dentin bonding به وسیله آن به دندان باند می شود براساس ایجاد لایه ای به نام Hybrid layer است.<sup>(۸)</sup> نام دیگر هیبرید که در بعضی مقالات به کار می رود resin - dentin inter diffusion zone می باشد.<sup>(۱۳)</sup>

در سطح مولکولی این ناحیه در سطح تماس عاج - رزین، یک مخلوط اجزاء عاجی با رزین است که به اسید مقاوم است بنابراین خصوصیات و ویژگیهای عاج به عنوان بخشی از این مخلوط که جهت چسبندگی رزین کامپوزیتی لازم است اهمیت دارد و می تواند شکل سطح تماس عاج - رزین را تغییر دهد.<sup>(۱۴،۱۵)</sup>

اصولاً روشهای پیشنهادی جهت کاربرد مواد ترمیمی رزینی برای دندانهای دائمی و شیری یکسان هستند و این مسأله بدون توجه به تفاوتهای ساختاری این دو نوع سیستم دندانی در نظر گرفته شده است به طوری که زمان اچ کردن رایج جهت دندانهای دائمی و شیری ۲۰- ۱۵ ثانیه پیشنهاد شده که این زمان برای مینا و عاج یکسان در نظر گرفته می شود.<sup>(۱۶)</sup>

مطالعات انجام شده توسط میکروسکوپ الکترونی نشان داده است که استفاده از زمان اچ استاندارد (۱۵ ثانیه) در دندانهای شیری باعث ایجاد لایه هیبرید با ضخامت بیشتری نسبت به دندانهای دائمی می شود.<sup>(۱)</sup>

لایه هیبرید ایده آل باید به اندازه کافی ضخامت داشته باشد تا اجازه دهد رزین به داخل آن نفوذ کرده و با فیبرهای کلاژن پیوند پایداری برقرار کند ولی اگر

می توانیم ترمیمهایی با چسبندگی بهتر در زمان کوتاهتر برای کودکان انجام دهیم که این کاهش زمان علاوه بر بهبود باندینگ در کنترل بهتر ایزولاسیون ناحیه ترمیم نیز کمک خواهد کرد.

مطالعات اولیه مقایسه استحکام باند مواد رزینی به دندانهای دائمی و شیری در ناحیه عاج همگی در این نکته مشترکند که میزان استحکام باند مواد رزینی در شرایط یکسان با عاج دندانهای شیری کمتر از عاج دندانهای دائمی است.<sup>(۵،۱۰)</sup> این مسأله می تواند به علت تفاوتهای ساختاری دندانهای شیری و دائمی از جمله مینرالیزاسیون بیشتر عاج دندانهای دائمی نسبت به دندانهای شیری، غلظت کمتر کلسیم و فسفر در عاج داخل توبولی و بین توبولی در دندانهای شیری نسبت به دندانهای دائمی، کمتر بودن تعداد و قطر توبولهای عاجی دندانهای شیری نسبت به دندانهای دائمی، و در نتیجه کمتر بودن سطح عاجی قابل باند در دندانهای شیری در مقایسه با دندانهای دائمی باشد.<sup>(۲-۴،۱۱)</sup>

این تفاوتهای ساختاری همگی می توانند به نوعی در استحکام کمتر باند مواد رزینی به عاج دندانهای شیری نسبت به دندانهای دائمی مؤثر باشند به طوریکه در مطالعه ای که استحکام باند برشی دو نوع باندینگ single bond و SE Bond روی عاج دندانهای شیری و دائمی مقایسه گردید مشخص شد که هر دو ماده به طور معنی داری با دندان شیری باند ضعیفتری برقرار می کنند.<sup>(۱۲)</sup>

مسأله مهم دیگری که باید به آن توجه نمود مکانیسم

ثانیه نسبت به ۱۵ ثانیه نفوذ بهتر رزین می باشد، البته ناگفته نماند که این تغییر زمان ممکن است روی کیفیت لایه هیبرید نیز تأثیر بگذارد.

به طوریکه عده ای از محققین نظیر مقدار استحکام باند برشی را به ضخامت لایه هیبرید منوط نمی دانند و کیفیت این لایه را مهمتر از کمیت آن می دانند،<sup>(۱۸)</sup> چنانچه حتی در سیستمهای جدید self etching primer در ضخامتهای بسیار کم لایه هیبرید (۱-۰/۵ میکرون) نیز استحکام باند برشی بالا دیده می شود که این امر نیز به طور غیرمستقیم می تواند در تأیید نتایج این تحقیقات مورد استفاده قرار گیرد. از سوی دیگر مطالعات Malferri و همکاران (۱۹۹۵) نیز جهت بررسی تأثیر زمان اچینگ بر shear bond strength یک نوع dentin bonding بر عاج دندانهای شیری، نشان داد که در زمانهای اچینگ متفاوت ۱۵، ۳۰، ۶۰ و ۱۲۰ ثانیه مقدار shear bond strength باندینگ مورد مطالعه به عاج دندانهای شیری یکسان می باشد، هر چند که عمق نفوذ رزین با افزایش زمان اچینگ افزایش می یابد. در نتیجه می توان گفت ارتباطی بین عمق نفوذ رزین و استحکام باند برشی وجود ندارد<sup>(۱۹)</sup> که باز دلیلی بر صحت یافته های این تحقیق می باشد

### نتیجه گیری

با توجه به نتایج مطالعه حاضر در خاتمه می توان گفت که در صورت تصمیم به استفاده از ترمیمهای رزینی با سیستم باندینگ single bond در دندانهای شیری زمان

ضخامت این لایه زیاد باشد پرایمر و adhesive قادر نخواهند بود در طول تمام فیبرهای اکسیوز شده جریان پیدا کرده، همه آنها را فورا بگیرند، که در این صورت قسمت تحتانی لایه هیبرید ضعیف تر می شود و مستعد شکست باقی می ماند. این بدین معنی است که اگر اجزاء غیرآلی عاج را بردایم ولی جایگزینی از رزین در ناحیه مزبور قرار ندهیم باعث می شود که فیبرهای کلاژن آن ناحیه بدون ساپورت بمانند و نه ماتریکس غیرآلی عاج و نه رزین پرایمر و ادهزیو آنها را پوشش ندهند.<sup>(۲۰،۱۷)</sup>

بطوریکه در مطالعات انجام شده با روش Cryo-SEM مشخص شده زمانیکه ناحیه تحتانی لایه هیبرید با ماده رزینی کاملاً پر نشود یک راه عبوری در آن ایجاد می شود که در نهایت به ایجاد نانولیکچ منجر می شود.<sup>(۱۷)</sup>

از سوی دیگر مطالعات SEM نشان می دهد که زمانیکه عاج دندانهای شیری مطابق با زمان اچ استاندارد (۱۵ ثانیه) اچ می شود در ناحیه ای از لایه هیبرید که به سمت رزین قرار دارد نفوذ رزین به اندازه کافی است و مشابه دندانهای دائمی است ولی در ناحیه ای که به سمت عاج قرار گرفته است رزین نمی تواند به خوبی ناحیه قبلی نفوذ کند، در حالیکه در زمان اچ ۷ ثانیه رزین در ناحیه نزدیکتر به عاج هم به خوبی لایه سمت رزین (مشابه دندانهای دائمی) نفوذ می کند.<sup>(۱)</sup>

بنابراین نتیجه مطالعه حاضر را می توان اینگونه توجیه نمود که علت بالاتر بودن استحکام باند برشی باندینگ single bond به عاج دندانهای شیری در زمان اچینگ ۷

چ ۷ ثانیه می تواند جایگزین زمان اچ ۱۵ ثانیه استاندارد  
در ناحیه عاج اکسپوز شده گردد تا استحکام باند برشی  
افزایش یابد. البته جهت تعیین تأثیر تغییر زمان اچینگ  
بر متغیرهایی مانند ریزش (میکرولیکج) عمر ترمیم  
(durability) و ... به مطالعات بیشتری نیاز می باشد.

### References:

1. Nor JE, Feigal RJ, Dennison JB, Edwards CA: Dentin bonding: SEM comparison of the resin – dentin interface in primary and permanent teeth. *J Dent Res* 1996;75:1396-1403
2. Johnsen DC: Comparison of primary and permanent teeth in oral development and histology. 2<sup>nd</sup> Ed. *New York: Thiema Medical Publishers* 1994;180-190
3. Hirayam A: Experimental analytical electron microscopic studies on the quantitative analysis of elemental concentration. *Shikwagahuko* 1990;90:1019-1036
4. Koutsi V, Noonan RG, Horner JA, Simpson MD, Mathews WG, Pashley DH: The effect of dentin depth on the permeability and ultrastructure of primary molars. *Pediatr Dent* 1991;16:29-35
5. Ankyords B, Sefton J, Davis EH: Invitro bond strengths of three current dentin adhesives to primary and permanent teeth. *Dent Material* 1992;8:74-78
6. Erickson RL: Mechanisms of clinical implications of bond formation of two dentin bonding agents. *Am J Dent* 1989;2:117-123
7. Tam LE, Pillar RM: Effects of dentin surface treatments on the fracture toughness and tensile bond strength on a dentin composite adhesive. *J Dent Res* 1994;73:1530-1538
8. Nobuo N: Adhesive bonding with 4 – meta. *Oper Dent* 1992; (Suppl 5):125-130
9. Shimada Y, Senawongse P, Harnirattisai E, et al: Bond strength of two adhesive systems to primary and permanent enamel. *Oper Dent* 2002;27:403-9
10. Salma FS, Tao L: Comparison of Glumu bond strength to primary and permanent teeth. *Pediatr Dent* 1999; 13:163-166
11. Sumikawa DA, Marshall GW, Gec L, Marshal SJ: Microstructure of primary tooth dentin. *Pediatr Dent* 1999; 21:439-44
12. Senawongese P, Harnirastiasi C, Shimada Y, Tagami J: Microshear bond strength of current adhesive system on deciduous dentin. *JPN – J Conserv Dent* 2002;121:266-270
13. Van meerbeek B, Inokoshi S, Bream M, Lambrechts P: Morphological interdiffusion zone with different dentin adhesive systems. *J Dent Res* 1992;71:1530-1540
14. Nakayama M, Tekadat, Tagami J, Hosoda M: A study on bonding to dentin in various teeth and sites. *JPN J Conserv Dent* 1991;34:266-274
15. Pashley DH, Homer JA, Brewer PD: Interactions of conditions on the dentin surface. *Oper Dent* 1992 (Suppl 5);137-150
16. Pinkham GR: Pediatric Dentistry (Infancy through adolescence). 3<sup>rd</sup> Ed. *WB Saunders Co.* 1999;Chap21:332
17. Sana H, Shano T, Takatsu T, Hosoda H: Microporous dentin zone beneath resin – impregnated layer. *Oper Dent* 1994;19:54-56

18. Tay FR, Sano H, Carvalho R, Pashley EL, Pashley DM: An ultrastructural study of the influence of acidity of self – etching primers and smear layer thickness on bonding to intact dentin. *J Adhes Dent* 2000;2:83-98
19. Malferrai S, Finger WJ, Garcia – Godoy F: Resin bonding efficacy of Gluma 2000 to dentine of primary teeth: an in vitro study. *Int J Paediatr Dent* 1995;5:73-9`