

Comparing Shear Bond Strength and Adhesive Remnant Index between Light Cure Composite, No Mix Composite, and No Bond Composite; An In Vitro Study

Sohrab Asefi¹,
Mahdis Aslani²,
Elahieh Kamali³,
Rashin Bahrani³,
Seyed AmirHossein Mirhashemi⁴

¹ Assistant Professor, Department of Orthodontics, School of Dentistry, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

² Dental Surgeon, School of Dentistry, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

³ Orthodontic Resident, Department of Orthodontics, School of Dentistry, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

⁴ Associate Professor, Department of Orthodontics, School of Dentistry, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

(Received June 21, 2020 ; Accepted September 6, 2021)

Abstract

Background and purpose: In orthodontic brackets, unlike restorative materials or porcelain, the shear bond strength of the adhesives used is important because the oblique forces from food or objects or the tension of the adhesive food affect the brackets. This study aimed at measuring and comparing shear bond strength and adhesive remnant index of light cure composite, no mix (self-cure) composite, and no bond composite (GC Orthoconnect).

Materials and methods: A total of 27 non-carious and sound human premolar teeth were used. The samples were divided into three groups, including light cure composite, self-cure composite, and no bond composite (GC Orthoconnect). After bonding and thermocycling process, the metal brackets (American Orthodontics) were then debonded using universal testing machine. Adhesive remnant index (ARI) score was assessed.

Results: The highest and lowest SBS mean values were seen in self-cure group (18.0402 ± 5.71665) and light cure group (7.7890 ± 3.98995), respectively. There were significant differences in SBS values between all groups except between the no bond group and the self-cure group ($P = 0.18$, $P > 0.05$). The highest ARI scores were 0 in the self-cure group and 3 in the no bond group and the light cure group.

Conclusion: The no bond composite provided acceptable overall shear bond strength and compared to light cure composite showed higher shear bond strength and lower bond failure.

Keywords: bond strength, orthodontic bracket, composite resins, transbond XT light cure adhesive primer, self-cure dental resins

J Mazandaran Univ Med Sci 2021; 31 (202): 116-125 (Persian).

* Corresponding Author: Seyed AmirHossein Mirhashemi - School of Dentistry, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran (E-mail: mirhashemi@tums.ac.ir)

مقایسه استحکام باند برشی براکت های باند شده با کامپوزیت (self cure) no mix، light cure و (GC orthoconnect) no bond؛ مطالعه آزمایشگاهی

سهراب آصفی¹
مهدیس اصلانی²
الهه کمالی³
راشین بهرامی³
سید امیرحسین میرهاشمی⁴

چکیده

سابقه و هدف: در براکت های ارتودنسی برخلاف مواد ترمیمی یا پرسن ها استحکام برشی باند ادهزیو های مورد استفاده حائز اهمیت است زیرا نیروهای مایل ناشی از مواد غذایی یا اجسام یا کشش غذاهای چسبنده براکت ها را تحت تاثیر قرار می دهد؛ هدف از انجام این مطالعه اندازه گیری و مقایسه استحکام باند برشی و میزان ادهزیو باقی مانده بر سطح مینای براکت باند شده توسط کامپوزیت (self cure) no mix، light cure و (GC orthoconnect) no bond بود.

مواد و روش ها: در این مطالعه آزمایشگاهی در مجموع از 27 دندان پرمولر انسانی سالم و بدون پوسیدگی استفاده شد. نمونه ها به 3 گروه شامل کامپوزیت (self cure) no mix، light cure و (GC orthoconnect) no bond تقسیم شدند. پس از پروسه باندینگ و ترموسایکل، براکت های فلزی (American Orthodontics) با استفاده از دستگاه universal testing machine دبانده شدند. نمره شاخص ادهزیو باقی مانده (ARI) ارزیابی شد.

یافته ها: بیشترین میانگین SBS (Shear Bond Strength) مربوط به کامپوزیت (self cure) $18/0402 \pm 5/71665$ ارائه شد. در حالی که، کمترین مقدار میانگین SBS در گروه کامپوزیت light cure مشاهده شد $(7/7890 \pm 3/98995)$. تفاوت معنی داری در مقادیر SBS بین همه گروه ها به جز بین گروه های no bond و self cure ($P=0/18$)، وجود داشت. بیشترین امتیاز ARI در self cure، صفر و در گروه های no bond و light cure 3 بود.

استنتاج: کامپوزیت no bond نسبت به کامپوزیت light cure استحکام باند برشی بالاتر و شکست باند کمتری را نشان داد؛ با توجه به استحکام باند قابل قبول کامپوزیت (GC orthoconnect) no bond، می تواند آن را برای باند براکت های ارتودنسی پیشنهاد نمود.

واژه های کلیدی: استحکام باند، براکت ارتودنسی، رزین کامپوزیت، ادهزیو لایت کیور، رزین سلف کیور

مقدمه

در درمان ارتودنسی ثابت، براکت ها جهت انتقال نیرو به دندان استفاده می شوند. برای اولین بار در سال 1965 باندینگ های مینایی جهت اتصال براکت معرفی شدند. از آن زمان تاکنون روش های متنوعی به جهت

E-mail: mirhashemi@tums.ac.ir

مؤلف مسئول: امیرحسین میرهاشمی - تهران: دانشگاه علوم پزشکی تهران، دانشکده دندانپزشکی

1. استادیار، گروه آموزشی ارتودنسیکس، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

2. دندانپزشک، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

3. دستیار تخصصی ارتودنسیکس، گروه آموزشی ارتودنسیکس، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

4. دانشیار، گروه آموزشی ارتودنسیکس، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

تاریخ دریافت: 1400/3/31 تاریخ ارجاع جهت اصلاحات: 1400/5/2 تاریخ تصویب: 1400/6/15

اندینگ براکت ها، انواع متفاوت ادھزیو جهت باند براکت ها و تجهیزات ارتودنسی معرفی شدند. پیشرفت در علم مواد دندانی در سال های اخیر منجر به تولید مواد با ویژگی های مناسب، کاربرد راحت تر و با صرف زمان کم تر شده است (1). از جمله مواد لازم جهت باند براکت های ارتودنسی، ادھزیو می باشد که ثبات ابعادی، سیالیت کافی جهت نفوذ به منشورهای مینایی، میکرولیکچ کم، کاربرد بالینی آسان و استحکام باند بالا جهت مقاومت در برابر نیروهای مضغی، از جمله ویژگی مطلوب این مواد می باشد. همچنین یک ادھزیو مناسب بایستی در پایان دوره درمان و به هنگام باند براکت ها کم ترین آسیب را به مینا وارد کرده و باقیمانده آن به راحتی و با روش های ایمن از سطح دندان حذف شود (2). مکانیسم پلیمریزاسیون ادھزیوها به دو صورت سلف کیور (self cure) و لایت کیور (light cure) انجام می شود. در ادھزیوهای سلف کیور از جمله ادھزیوهای no mix واکنش پلیمریزاسیون به صورت شیمیایی می باشد. ادھزیوهای سلف کیور، استحکام باند خوبی را فراهم می کنند و پلیمریزاسیون به طور کامل صورت می گیرد اما استحکام باند اولیه کم، حساسیت تکنیکی بالا و زمان کارکرد محدود با اثر منفی بر قرارگیری براکت ها در محل مناسب از جمله نکات منفی در این ادھزیوها می باشد (3-5).

در مقابل ادھزیوهای light cure دارای جزء حساس به نوری هستند که در اغلب موارد کامفورکینون می باشد که به عنوان آغازگر نوری واکنش پلیمریزاسیون عمل می کند. طول موج نوری موثر بر این ماده 470 نانومتر می باشد و در این طول موج حداکثر جذب نوری را دارا است. ادھزیوهای light cure اجازه کنترل زمان کارکرد را به عمل کننده می دهد که در نواحی که باند براکت نیاز به دقت و زمان بیش تری دارد، بتواند پروسه باندینگ را به دقت انجام دهد. از سوی دیگر زمان پلیمریزاسیون سریع این ادھزیوها در مواردی که ستینگ سریع مدنظر است از جمله ریپاند یک براکت شل و باند براکت به کانین نهفته بعد از

اکپسوز جراحی با ریسک خونریزی، می تواند مورد توجه باشد (6،7). از معایب ادھزیوهای light cure می توان به عدم اطمینان از وقوع کامل پلیمریزاسیون، انقباض ناشی از پلیمریزاسیون و درجه تبدیل پایین آن اشاره کرد که به تبع سبب لیکچ، نفوذ آب و کاهش استحکام باند، می گردد (4،5).

فارغ از مکانیسم پلیمریزاسیون، ادھزیوها با پیشرفت های دیگری همراه بوده تا بتوان موادی ارائه داد که محدودیت ها و معایب مواد موجود را نداشته و از سوی دیگر نکات مثبتی با خود به همراه داشته باشند. نسل جدیدی از کامپوزیت ها که اخیراً معرفی شده اند، کامپوزیت های بدون باند (no bond) می باشند. تاکنون مطالعاتی در زمینه مقاومت باند این نوع کامپوزیت ها انجام نشده است. از جمله ویژگی های مورد توجه این نوع جدید کامپوزیت می توان به عدم نیاز به استفاده از پرایمر حین کار اشاره کرد، چراکه در این نوع جدید پرایمر درون ادھزیو گنجانده شده است. این امر موجب مرحله ای از باندینگ و کاهش زمان chair side می شود که رضایت بیمار را نیز در پی دارد (8-10).

از برندهای معروف این نوع کامپوزیت های no bond می توان به GC Orthoconnect (GC, Japan) اشاره کرد. ویسکوزیته مناسب GC Orthoconnect شرایط مناسبی را برای باند آسان و دقیق براکت در اختیار دندانپزشک قرار می دهد. GC Orthoconnect در مقایسه با سایر کامپوزیت های موجود در بازار به علت کاهش جزء الاستیک بدون شکست باند مقاومت بالاتری نسبت به ضربه دارد (11).

باتوجه به موارد ذکر شده انواع متفاوت ادھزیوها دارای مزایا و معایبی هستند که شرایط موجود نیاز به نوع خاصی از ادھزیو را ایجاد می کند. اما نکته مشترک و بسیار مهم به هنگام انتخاب انواع روش های باند براکت های ارتودنسی، استحکام باند این براکت ها می باشد. دباندهای مکرر سبب طولانی شدن زمان درمان، آسیب به دندان و همچنین هزینه برای بیمار را به همراه خواهد

داشت. در براکت‌های ارتودنسی برخلاف مواد ترمیمی یا پرسن‌ها استحکام برشی حائز اهمیت است زیرا نیروهای مایل ناشی از مواد غذایی یا اجسام یا کشش غذاهای چسبنده براکت‌ها را تحت تاثیر قرار می‌دهد (12) و با توجه به اهمیت این موضوع هدف از مطالعه حاضر مقایسه کامپوزیت‌های (GC Orthoconnect) no bond کامپوزیت‌های (American Orthodontics) light cure و (American Orthodontics) self cure از نظر استحکام باند برشی و میزان اده‌زیو باقی مانده، بود.

مواد و روش‌ها

نوع مطالعه

مطالعه حاضر یک مطالعه آزمایشگاهی و Invitro است.

محاسبه حجم نمونه

در این مطالعه با استفاده از گزینه One way ANOVA نرم‌افزار PASS11 با در نظر گرفتن $\alpha=0/05$ و $\beta=0/2$ انحراف معیار متوسط برابر $0/54$ و Effect size برابر $1/38$ - براساس نتایج مطالعه Verma و همکاران، حجم نمونه در هر گروه مطالعه 9 نمونه در نظر گرفته شده است (13).

آماده سازی نمونه ها

در این مطالعه آزمایشگاهی، 27 دندان پر مولر ماگزیلا سالم و بدون پوسیدگی که در 6 ماه گذشته کشیده شده بودند، مورد بررسی قرار گرفتند. با میکروسکوپ نوری (leica ez4d, Germany) با بزرگنمایی $10\times$ بررسی انجام شد. دندان‌هایی که آناتومی نرمالی، بدون مینای هایپومینرالیزه یا ترک خورده و بدون پوسیدگی داشتند، به مطالعه راه یافتند. سپس دندان‌ها در 3 گروه قرار گرفتند:

گروه A: براکت‌ها باند شده توسط کامپوزیت no bond (GC orthoconnect, Japan)
گروه B: براکت‌ها باند شده توسط کامپوزیت self cure (American, USA)

گروه C: براکت‌ها باند شده توسط کامپوزیت light cure (American, USA)
سطح باکال دندان‌ها با خمیر پامیس و فرز رابر فنجان‌ی، به مدت 10 ثانیه پالیش شد و سپس به صورت تصادفی در 3 گروه نام برده شده قرار گرفتند.

پروسه باندینگ

سطح دندان‌ها با اسید فسفریک 37 درصد (3M Dental Products, St Paul, Minn)، به مدت 30 ثانیه اچ شد، سپس 30 ثانیه آبکشی شدند و 10 ثانیه خشک شدند تا نمای frosty بر سطح دندان ظاهر شود. سپس باند براکت‌های فلزی (American Orthodontics 0/022-inch، USA، WI، Sheboygan) به سطح مینا در هر گروه با کامپوزیت مورد بررسی، صورت گرفت. دندان‌ها به مدت 24 ساعت در دمای 37 درجه سانتی‌گراد، در آب مقطر توسط انکوباتور (Kavoosh mega incubator, Iran) نگهداری شدند. بعد از آن، نمونه‌ها 5000 دفعه و هر بار به مدت 20 ثانیه و با فاصله زمانی 4 ثانیه در دمای 5 تا 55 درجه سانتی‌گراد در دستگاه ترموسایکل (Iran, 300C, industrian Vafaei) قرار گرفتند.

بررسی استحکام باند

بعد از مانت کردن دندان‌ها در مولدهای فلزی از پیش ساخته با ابعاد $2\times 2\times 2$ توسط آکریل خود سخت شونده (Acroparas, Iran, Tehran) (تصویر شماره 1)، دندان‌ها به دستگاه Universal Testing Machine (Zwich, Germany) منتقل شدند. دندان‌ها طوری قرار داده شدند که بیس براکت، موازی با جهت وارد کردن نیروی دستگاه باشد. نیرو به صورت اکلوزو جینجیوال و با سرعت $0/1\text{ mm/min}$ تیغه وارد شد. نیرو در زمان شکست ثبت شد و با تقسیم بر مساحت بیس براکت که قبلاً توسط کولیس دیجیتال اندازه‌گیری شده بود ($10/28\text{ mm}^2$)، فشار دستگاه بر حسب مگاپاسکال (MPa) به دست آمد، که همان میزان Shear Bond Strength (SBS) بود (تصویر شماره 2).

در مشاهده نمونه‌ها زیر میکروسکوپ عموماً با 3 نوع bond failure مواجه می‌شویم:

Adhesive failure: به شکست باندی اطلاق می‌شود که در سطح تماس دندان براکت است (تصویر شماره 1-3).
Cohesive failure: به شکستی اطلاق می‌شود که بدون درگیری اینترفرنس درون ماده ادهزیو اتفاق می‌افتد (تصویر شماره 2-3).

Mixed failure: درحالتی که شکست هم در سطح دندان و هم درون ماده رزین ادهزیو رخ دهد (تصویر 3-3).



تصویر شماره 1: ماند نمونه‌ها توسط آکريل خودسخت شونده

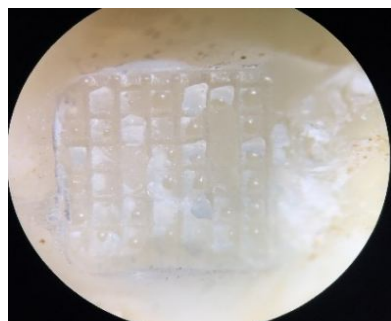


تصویر شماره 2: نحوه قرارگیری نمونه در دستگاه (Zwick/roll 2050) Universal testing machine

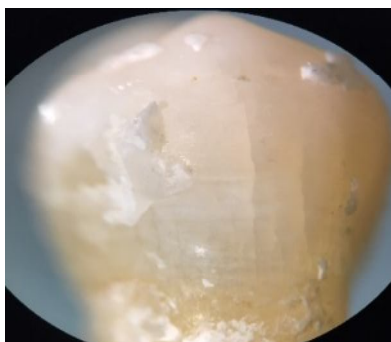
میزان ادهزیو باقی مانده

نمونه نزدیک به میانگین SBS در هر گروه انتخاب شد و توسط میکروسکوپ نوری (leica ez4d, Germany)، با بزرگنمایی 10× مورد بررسی قرار گرفت. امتیاز نمره شاخص ادهزیو باقی مانده (adhesive remnant index: ARI) برای هر نمونه زیر میکروسکوپ ثبت شد، به این گونه که (14):

Score 0: هیچ ادهزیوی (کمتر از 10 درصد ادهزیو) روی نمونه‌ها باقی نمانده
Score 1: کمتر از 50 درصد (10 تا 50 درصد ادهزیو) روی نمونه‌ها باقی مانده
Score 2: بیش از 50 درصد (کمتر از 90 درصد ادهزیو) روی نمونه‌ها باقی مانده
Score 3: تمام (بیش از 90 درصد ادهزیو) روی نمونه‌ها باقی مانده



1



2



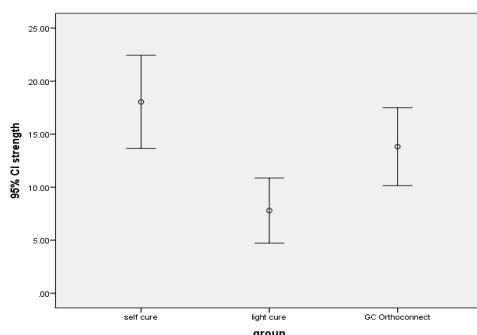
3

تصویر شماره 3: موقعیت شکست باند برشی: 1) Cohesive failure، 2) Adhesive failure و 3) Mixed failure

آنالیز آماری

میزان ادهزیو باقی مانده

در جدول شماره 2 توزیع فراوانی شاخص ARI برای هر یک از کامپوزیت‌ها آمده است. بیشترین شیوع امتیاز ARI به ترتیب برای گروه light cure، self cure و GC Orthoconnect، امتیاز 0، 3 و 3 بود. جهت مقایسه تفاوت مشاهده شده توزیع فراوانی شاخص ARI در گروه‌های مختلف مورد مطالعه از آزمون independent sample KRUSKAL-WALLIS استفاده شد. نتایج ارزیابی میزان ادهزیو باقیمانده بر اساس ARI شده در فاصله اطمینان 95 درصد اختلاف معناداری بین گروه‌های light cure و self cure ($P=0/020$) نشان داد و بین سایر گروه‌ها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.



نمودار شماره 1: نمودار میانگین مقادیر SBS را در گروه‌های مختلف نشان می‌دهد.

جدول شماره 2: فراوانی توزیع ARI در سطح دندان

گروه	Number	تعداد (درصد)	0	1	2	3
Self cure	9	(55/6) 5	(44/4) 4	(0/0) 0	(0/0) 0	(0/0) 0
Light cure	9	(0/0) 0	(11/1) 1	(33/3) 3	(55/6) 5	(0/0) 0
GC Orthoconnect	9	(22/2) 2	(22/2) 2	(11/1) 1	(44/4) 4	(0/0) 0

بحث

یکی از مشکلات درمان‌های ارتودنسی شکست باند بین براکت و دندان است (14). استحکام باند بیش از

حداکثر، حداقل، میانگین و انحراف معیار هر یک از گروه‌ها محاسبه و آنالیز داده‌ها در نرم‌افزار SPSS16 انجام شد. تست‌های One-way ANOVA و Post-Hoc Turkey برای بررسی SBS و تست chi-square برای بررسی ARI انجام شدند. P.Value کم‌تر از 0/05 بیان‌گر معنادار بودن اختلاف بود (حدود اطمینان 95 درصد).

یافته‌ها

در مطالعه حاضر استحکام باند و میزان ادهزیو باقی مانده به دنبال دبانند براکت‌های ارتودنسی باند شده با سه کامپوزیت light cure، self cure و GC Orthoconnect بررسی و آزمون شد. 27 نمونه به 3 گروه 9 تایی تقسیم شدند.

استحکام باند برشی

بیشترین میانگین SBS مربوط به کامپوزیت self cure ($18/0402 \pm 5/71665$) بود. در حالی که، کمترین مقدار میانگین SBS در گروه کامپوزیت light cure مشاهده شد ($7/7890 \pm 3/98995$). تجزیه واریانس (ANOVA) اختلاف معنی‌داری را در میانگین استحکام باند برشی بین گروه‌ها بجز کامپوزیت GC Orthoconnect و self cure ($P=0/18$)، اختلاف این دو گروه معنادار نبود (در یک اطمینان 95 درصد نشان داد. آمار توصیفی برای مقادیر SBS همه گروه‌ها در جدول شماره 1 نشان داده شده است. میانگین و 95 درصد حد اطمینان مقدار استحکام باند برشی در هر گروه مورد مطالعه در نمودار شماره 1 نشان داده شده است.

جدول شماره 1: جدول توصیف داده‌های گروه‌ها برحسب مگاپاسکال

گروه	تعداد	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار	خطای استاندارد	حدود اطمینان 95 درصد
Self cure	9	8/36	29/67	18/0402	5/71665	1/09	حد پایین: 15/84 حد بالا: 20/24
Light cure	9	2/61	15/49	7/7890	3/98995	7/7	حد پایین: 6/25 حد بالا: 9/33
GC Orthoconnect	9	6/93	19/92	13/8161	4/78726	0/92	حد پایین: 11/97 حد بالا: 15/65

حالت ایده آل موجب آسیب به مینا دندان حین دبانند براکت در پایان درمان می شود و استحکام کم تر از حالت ایده آل موجب شکست مداوم براکت حین درمان خواهد شد، بنابراین باند باید دارای استحکامی باشد و مشکل قبل را به همراه نداشته باشد. بعضی مطالعات استحکام باند ایده آل را در حدود 6 تا 8 مگاپاسکال در نظر گرفته اند. عوامل مختلفی بر روی استحکام باندینگ براکت ها در طول درمان های ثابت ارتودنسی تأثیر می گذارند (15)، که از جمله می توان به کامپوزیت مصرفی به عنوان بخشی از مجموعه باند دندان -براکت اشاره کرد. مطالعه حاضر با هدف مقایسه استحکام باند برشی و میزان ادهزیو باقی مانده در براکت های باند شده با کامپوزیت no bond (GC Orthoconnect)، self cure و light cure انجام شد. بر اساس نتایج مطالعه حاضر، بالاترین میانگین استحکام باند برشی متعلق به کامپوزیت self cure (MPa 18/04) می باشد. میانگین استحکام باند برشی کامپوزیت no bond (MPa 13/81) و میانگین استحکام باند برشی کامپوزیت light cure در این مطالعه (MPa 7/78) برآورد شد. با توجه به مطالعه Reynolds و همکاران که در آن استحکام باند ایده آل در محدوده 6 تا 8 مگاپاسکال پیشنهاد شد (15)، استحکام باند تمامی کامپوزیت های استفاده شده در مطالعه حاضر در محدوده قابل قبول قرار دارد و در این میان کامپوزیت light cure کم ترین استحکام باند را به خود اختصاص داد. میانگین استحکام باند کامپوزیت no bond به طور چشمگیری بالاتر از کامپوزیت light cure است. از جمله عللی که می توان برای توجیه اختلاف معنی دار مشاهده شده بین این دو گروه پیشنهاد داد، technique sensitivity پروسه باند می باشد که با افزایش تعداد مراحل پروسه، احتمال آلودگی سطحی و جذب رطوبت افزایش می یابد. لازم به ذکر است که ویسکوزیتی دو کامپوزیت نمی تواند تأثیر چشمگیری در این زمینه داشته باشد، چرا که با اعمال باندینگ قبل از قراردهی کامپوزیت light cure بر سطح مینای آماده سازی شده، قوام آن به

مراتب بسیار بیش تر از کامپوزیت no bond خواهد شد. در حالی که اگر ضخامت لایه باندینگ توسط فشار هوا نازک نگردد، می تواند عاملی جهت کاهش استحکام باند برشی براکت های باند شده با این روش باشد.

در این مطالعه، تست KRUSKAL-WALLIS جهت ارزیابی ARI استفاده شد که اختلاف معنی داری بین گروه no bond و سایر گروه ها نشان نداد، در حالی که اختلاف بین گروه light cure و self cure معنادار بود. بیش ترین ناحیه شکست باند در کامپوزیت self cure محل اتصال ادهزیو-مینا بوده است در صورتی که بیش ترین نوع شکست باند در گروه باند شده با کامپوزیت light cure و no bond در ناحیه ادهزیو-براکت بود، که نشان دهنده وابستگی نوع شکست و کیفیت باند در گروه self cure است. در حالی که در گروه light cure و no bond، شکست باند به طور شایع ناشی از اتصال مکانیکی ضعیف براکت و کامپوزیت می باشد که عوامل متعددی نظیر میزان نفوذ کامپوزیت در تضاریس براکت، تمیز بودن سطح براکت و ... می تواند در این زمینه موثر باشد.

در مطالعه Owens و همکاران که با هدف مقایسه استحکام باند در 3 نوع کامپوزیت نوری انجام شد، میانگین استحکام باند کامپوزیت 3M Transbond XT، MPa 7/9 محاسبه شد که مشابه با مقادیر استحکام باند کامپوزیت light cure در مطالعه حاضر، بود (1). در مطالعه دیگری که توسط Pseiner و همکاران با هدف مقایسه استحکام باند برشی ادهزیوهای آزاد کننده فلوراید با انواع رایج کامپوزیت ها صورت گرفت، میانگین استحکام باند برشی کامپوزیت 3M Transbond XT، MPa 22 بود که در مقایسه با استحکام باند برشی محاسبه شده در مطالعه Ownes و همکاران و همچنین کامپوزیت light cure در مطالعه حاضر، مقدار بالاتری بود (1، 16). لازم به ذکر است که در مطالعه Pseiner و همکاران از تعداد بالاتر نمونه (60 دندان) و نیز از دندان های اینسایزور مندیبل گاو استفاده شد. در صورتی

که در مطالعه حاضر نمونه‌ها شامل 27 دندان پرمولر ماگزیلای انسان بود. اما مطالعه Nakamichi و همکاران نشان داد که اختلاف معناداری بین استحکام ادهزیو در دندان گاو و انسان وجود ندارد و حتی دندان‌های گاو (MPa19/9) به میزان اندکی استحکام کم‌تری نسبت به دندان انسان (MPa 20/6) داشتند (17).

همچنین Yassen و همکاران نتایج مقالات مختلف در زمینه مقایسه استحکام باند دندان انسان و گاو را در قالب یک مقاله مروری ارائه کردند (18). اغلب مقالات نتایج حاصل از مطالعه Nakamichi و همکاران را تایید کردند. پس اختلاف استحکام باند برشی مشاهده شده بین مطالعه Pseiner و مطالعه حاضر را می‌توان به دلایل دیگری مانند نوع براکت و عدم استفاده از چرخه ترموسایکلیک در مطالعه Pseiner نسبت داد (16، 17)، در صورتی که در مطالعه حاضر 5000 سیکل گرمایی بر نمونه‌ها اعمال شد. گرچه چرخه ترموسایکلیک باعث کاهش استحکام باند برشی می‌شود اما در مقابل باعث نزدیکی بیش‌تر شرایط آزمایشگاهی به محیط دهان می‌گردد.

میانگین استحکام باند برشی کامپوزیت light bond در مطالعه Yalcin و همکاران (MPa21/8)، نسبت به میانگین استحکام باند کامپوزیت light cure مطالعه حاضر (MPa7/78) بسیار بالاتر بود (19). حجم کل نمونه‌ها در این مطالعه 45 دندان پرمولر سالم بوده است که به 3 گروه مساوی تقسیم شده‌اند. پس از باند شدن براکت مستقیماً درون دستگاه Universal testing machine قرار گرفتند و پروسه دبان‌دینگ با سرعت 0/5 mm/min انجام شد. در صورتی که در مطالعه حاضر نمونه‌ها به منظور شبیه‌سازی محیط دهان به مدت 24 ساعت در دستگاه انکوباتور در دمای 37 درجه نگهداری (پیش از آغاز پروسه دبان‌دینگ تحت 5000 سیکل گرمایی) شدند. سپس توسط دستگاه Universal testing machine و با سرعت 1 mm/min تحت اعمال نیرو قرار گرفتند. طی کردن 5000 سیکل گرمایی می‌تواند دلیلی بر اختلاف مشاهده شده باشد.

در مطالعه‌ای که توسط Sharma و همکاران به منظور مقایسه استحکام باند برشی 4 نوع مختلف ادهزیو انجام شد، کامپوزیت self cure دارای میانگین استحکام باند برشی MPa12/26 بود (20). این میزان در مقایسه با میانگین استحکام باند برشی کامپوزیت self cure مطالعه حاضر MPa18/04، کم‌تر است. در حالی که میانگین استحکام باند کامپوزیت Transbond XT light cure (3M Unitek, CA, USA) استفاده شده در مطالعه Sharma و همکاران کاملاً مشابه با استحکام باند کامپوزیت light cure مطالعه حاضر می‌باشد. با توجه به شرایط مشابه دو مطالعه، اختلاف مشاهده شده می‌تواند به ویژگی برتر برند کامپوزیت self cure مطالعه حاضر نسبت داده شود. بررسی شاخص ARI در مطالعه Sharma و همکاران نشان داد که اکثریت نمونه‌های گروه self cure دارای امتیاز 2 بودند و اغلب شکست در ناحیه براکت - ادهزیو رخ داد (20). در حالی که در مطالعه حاضر بیش‌ترین تعداد نمونه‌ها در گروه کامپوزیت self cure، امتیاز صفر داشتند و شکست در ناحیه مینا - ادهزیو را نشان دادند. این اختلاف می‌تواند ناشی از تفاوت در برند و طراحی براکت مورد استفاده و همچنین تفاوت در ویژگی‌های ساختاری کامپوزیت‌ها باشد.

در مطالعه Verma و همکارانش با هدف بررسی استحکام باند برشی و میزان ادهزیو باقی مانده در دو نوع کامپوزیت light cure و کامپوزیت dual cure، میانگین استحکام باند برشی برای کامپوزیت light cure، MPa 9/48 و درمورد کامپوزیت dual cure، MPa11/42 محاسبه شد که در مقایسه با استحکام باند no bond در مطالعه حاضر مقادیر کم‌تری می‌باشد (13). استحکام کم‌تر مشاهده شده در کامپوزیت‌های مطالعه Verma و همکاران با وجود عدم استفاده از چرخه ترموسایکلیک، می‌تواند به دستگاه Universal testing machine مرتبط باشد، چرا که با دستگاه مورد استفاده در مطالعه حاضر متفاوت است. همچنین اغلب نمونه‌ها باند شده در هر دو گروه این مطالعه دچار شکست باند در ناحیه مینا دندان شدند

(امتیاز 5) ولی در مشاهده نمونه زیر میکروسکوپ شکستگی و ترکی در مینا مشاهده نشد. در این مطالعه پس از دبانداپنگ، براکت ها زیر میکروسکوپ با بزرگنمایی 15 برابر مشاهده شدند و برای محاسبه میزان ادهزیو باقی مانده تعداد mesh gauze هایی از براکت که توسط ادهزیو اشغال شده را بر تعداد کل mesh gauze براکت تقسیم کرده و به صورت درصد بیان شد. در صورتی که در مطالعه حاضر از بزرگنمایی 10 استفاده شد و جزئیات سطح براکت با چنین دقتی، قابل بررسی نبود (31).

مطالعه حاضر اطلاعات واضحی از استحکام باند برشی کامپوزیت نوظهور no bond (GC Orthoconnect) و سایر کامپوزیت های رایج مورد استفاده در درمان های ارتودنسی، ارائه می دهد. از آنجایی که هر 3 گروه مورد بررسی در مطالعه حاضر 2 به 2 با یکدیگر مقایسه شدند، اطلاعات مفید و کاربردی در مورد عملکرد این مواد در شرایط بالینی در اختیار خواننده قرار خواهد داد تا با توجه به شرایط حین درمان و نیازهایی که از یک ماده ایده آل در نظر دارد، انتخاب آگاهانه ای انجام دهد.

در این مطالعه نحوه آماده سازی سطح، برند و نوع براکت، اپراتور و چرخه ترموسایکلیک ثابت نگه داشته شدند تا مقایسه تا حد امکان تنها به روی متغیر تمرکز داشته باشد. در حالی که در مطالعات مشابه، بسیاری از عوامل ذکر شده تفاوت دارند.

بر اساس نتایج این مطالعه هر 3 گروه کامپوزیت استحکام باند قابل قبولی را ارائه کردند، اگرچه استحکام باند برشی کامپوزیت no bond نسبت به light cure

بالاتر بود و با توجه به مزایای کامپوزیت no bond مانند عدم نیاز به باند و کاهش زمان chair-side، کاهش زمان حفظ ایزولاسیون و ویسکوزیته ایده آل که منجر به سهولت کاربرد آن می شود، می تواند به عنوان جایگزینی برای کامپوزیت های light cure در نظر گرفته شود. نتایج حاصل از این پژوهش را می توان به طور خلاصه چنین بیان کرد:

استحکام باند برشی کامپوزیت (self cure) no mix (GC orthoconnect)، بالاتر بود، اگرچه استحکام باند کامپوزیت no bond (GC orthoconnect)، در محدوده قابل قبول قرار داشت و قادر به تحمل فشارهای مضغی خواهد بود. بررسی ARI نشان داد اغلب شکست ها در کامپوزیت no bond (GC orthoconnect)، در ناحیه براکت رخ داده است و درصد بیش تری از ادهزیو در سطح مینا باقی مانده است که می تواند به ایجاد مشکلاتی را در جلسه دبانداپنگ براکت برای پاک سازی منجر شود. البته با توجه به متفاوت بودن جداسازی براکت در شرایط بالینی با نحوه اعمال فشار توسط دستگاه در پروسه آزمایشگاهی می توان نتایج متفاوتی را در شرایط بالینی انتظار داشت.

در نهایت با در نظر داشتن تمامی موارد ذکر شده و مزایای کامپوزیت نوظهور no bond (GC orthoconnect)، این ماده می تواند به عنوان جایگزین بالینی برای کامپوزیت های (self cure) no mix مورد استفاده قرار گیرد.

References

- Owens Jr S, Miller B. A comparison of shear bond strengths of three visible light-cured orthodontic adhesives. Angle Orthod 2000; 70(5): 352-356.
- Wang WN, Li CH, Chou TH, Wang DDH, Lin LH, Lin CT. Bond strength of various bracket base designs. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2004; 125(1): 65-70.
- Tavas M, Watts D. Bonding of orthodontic brackets by transillumination of a light activated composite: an in vitro study. Br J Orthod 1979; 6(4): 207-208.
- Shapinko Y, Eleftheriadi I, Brosh T, Adler-Abramovich L, Davidovitch M, Sella-Tunis T,

- et al. Evaluation of an Orthodontic Adhesive with Combined Primer and Composite. *Open Journal of Stomatology* 2018; 8(6): 205-216.
5. Zachrisson BU, Brobakken BO. Clinical comparison of direct versus indirect bonding with different bracket types and adhesives. *Am J Orthod* 1978; 74(1): 62-78.
 6. Graber L, Vanarsdall RL, Vig K. Biomechanical considerations with temporary anchorage devices In: *Orthodontics, current principles and techniques* Philadelphia, PA: Mosby; 2012. p. 381-420.
 7. Proffit W, Fields H, Sarver D, Ackerman J. The third stage of comprehensive treatment: finishing. In: *Contemporary orthodontics*. 5th ed. Birmingham: Mosby; 2013. p. 582-605.
 8. Bilen HB, Çokakoğlu S. Effects of one-step orthodontic adhesive on microleakage and bracket bond strength: An in vitro comparative study. *Int Orthod* 2020; 18(2): 366-373.
 9. Bishara SE, Oonsombat C, Soliman MM, Warren JJ, Laffoon JF, Ajlouni R. Comparison of bonding time and shear bond strength between a conventional and a new integrated bonding system. *Angle Orthod* 2005; 75(2): 237-242.
 10. Rasmussen MJ, Togrye C, Trojan TM, Tantbirojn D, Versluis A. Post-gel shrinkage, elastic modulus, and stress generated by orthodontic adhesives. *Angle Orthod* 2020; 90(2): 278-284.
 11. Ok U, Aksakalli S, Eren E, Kechagia N. Single-component orthodontic adhesives: comparison of the clinical and in vitro performance. *Clin Oral Investig* 2021; 25(6): 3987-3999.
 12. Bishara SE, VonWald L, Laffoon JF, Warren JJ. Effect of a self-etch primer/adhesive on the shear bond strength of orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2001; 119(6): 621-624.
 13. Verma G, Trehan M, Sharma S. Comparison of shear bond strength and estimation of adhesive remnant index between light-cure composite and dual-cure composite: an in vitro study. *Int J Clin Pediatr Dent* 2013; 6(3): 166-170.
 14. Thompson RE, Way DC. Enamel loss due to prophylaxis and multiple bonding/debonding of orthodontic attachments. *Am J Orthod* 1981; 79(3): 282-295.
 15. Reynolds I. A review of direct orthodontic bonding. *Br J Orthod* 1975; 2(3): 171-178.
 16. Pseiner BC, Freudenthaler J, Jonke E, Bantleon H-P. Shear bond strength of fluoride-releasing orthodontic bonding and composite materials. *Eur J Orthod* 2010; 32(3): 268-273.
 17. Nakamichi I, Iwaku M, Fusayama T. Bovine teeth as possible substitutes in the adhesion test. *J Dent Res* 1983; 62(10): 1076-1081.
 18. Yassen GH, Platt JA, Hara AT. Bovine teeth as substitute for human teeth in dental research: a review of literature. *J Oral Sci* 2011; 53(3): 273-282.
 19. Adanir N, Türkkahraman H, Yalçın Güngör A. Effects of adhesion promoters on the shear bond strengths of orthodontic brackets to fluorosed enamel. *Eur J Orthod* 2009; 31(3): 276-280.
 20. Sharma V, Rampal P, Kumar S. Shear bond strength of composite resin to dentin after application of cavity disinfectants—SEM study. *Contemp Clin Dent* 2011; 2(3): 155-159.