Archive of SID

اثر تغییر سرعت کراس هد بر استحکام پیوند برشی براکت‌های ارتودنسی و شیوه شکست ادهزیو

حمیدرضا پاکشیر* - **زهره فربدان**** - **زهره هدایتی***

* دانشیار گروه ارتودنسی دانشکده ی دندانپزشکی و عضو مرکز تحقیقات ارتودنسی دانشگاه علوم پزشکی شیراز
** متخصص ارتودنسی

چکیده

بیان مساله: برای ارزیابی استحکام پیوند برشی مواد مورد استفاده در باندینگ براکت ها، از سرعت های متفاوت کراس هد دستگاه اینسترون استفاده می شود. در مورد اثر سرعت های گوناگون در تنوع نتایج آزمایش های استحکام پیوند برشی بررسی های اندکی انجام شده است.

هدف: هدف از این بررسی آزمایشگاهی، ارزیابی اثر تغییر در سرعت کراس هد ماشین آزمایش کننده بر استحکام پیوند برشی Transbond XT و گونه‌ی شکست کامپوزیت بود.

مواد و روش: برای انجام این پژوهش، 175 دندان پره مولر انسان گردآوری و به هفت گروه 25 تایی بخش و پس از آماده سازی سطح، براکت های فلزی دایانالوک 0/22 با استفاده از ادهزیو Transbond XT به دندان ها پیوند شدند. براکت ها 24 ساعت پس از ترموسایکلینگ به وسیله‌ی دستگاه اینسترون با سرعت های کراس هد 0/5، 1، 2/5، 5، 7/5، 10 و 25 میلی متر بر دقیقه با نیروی برشی (shear) از سطح دندان ها جدا شدند. استحکام پیوند برشی نمونه ها و نمایه ی ادهزیو برجامانده (ARI) بررسی شدند. داده های استحکام پیوند با واکاوی واریانس یک سویه و آزمون توکی (Tukey) و روش شکست پیوند نیز، با آزمون های کروسکال والیس و محاسبه ضریب همبستگی اسپیرمن واکاوی شدند.

یافته ها: میانگین استحکام پیوند برشی به دست آمده در گروه های گوناگون کراس هد 0/5، 1، 2/5، 5 ، 7/5، 10 و 25 میلی متر، به ترتیب 16/39، 14/37، 13/30، 14/12، 13/32، 16/58 و 13/83 مگاپاسکال بود. نتایج آنالیز واریانس یک سویه و توکی نشان دادند، که استحکام پیوند برشی گروه های 0/5 و 10 میلی متر بر دقیقه از نظر آماری اختلافی چشمگیر با دیگر گروه های سرعت کراس هد داشت، در حالی که، میان سرعت کراس هد 0/5 و 10 و نیز، سرعت کراس هد 1، 2/5، 5، 7/5 و 25 میلی متر بر دقیقه تفاوت آماری چشمگیری وجود نداشت. تفاوتی در نمایه‌ی ادهزیو برجامانده در میان گروه های مورد بررسی وجود نداشت و تنها در گروه سرعت کراس هد پنج میلی متر بر دقیقه، رابطه ای معنادار میان نمایه ی ادهزیو برجامانده و میزان استحکام پیوند مشاهده گردید.

نتیجه گیری: سرعت کراس هد دستگاه اینسترون عاملی اثر گذار بر استحکام پیوند برشی است ولی گونه‌ی شکست کامپوزیت از سرعت‌های گوناگون کراس هد اثرپذیر نمی‌باشد.

واژگان کلیدی: استحکام پیوند برشی، سرعت کراس هد، ادهزیو ترانس باند XT، باندینگ براکت

تاریخ دریافت مقاله: 86/8/12 **تاریخ پذیرش مقاله**: 87/3/2

مجله دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی شیراز 1387، **دوره ی نهم، شماره ی دو، صفحه ی** 127 **تا** 136

نویسنده‌ی مسوول مکاتبات: حمیدرضا پاکشیر. شیراز - خیابان قصردشت - دانشکده دندانپزشکی و مرکز تحقیقات ارتودنسی دانشگاه علوم پزشکی شیراز - گروه آموزشی ارتودنسی **تلفن**: 4- 0711-6263193 **پست الکترونیک**: hpakshir@sums.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

درآمد

بررسی های بیرون دهانی (in vitro) بی‌شماری در دو دهه‌ی اخیر در پیوند با مواد باندینگ در ارتودنسی منتشر شده است، که به علت نبود چشمگیر بررسی‌های بالینی (in vivo)، برای تعیین ویژگی‌های مواد باندینگ در ارتودنسی، این بررسی‌های آزمایشگاهی با ارزش هستند و به عنوان راهنما برای انتخاب ادهزیو و براکت در ارتودنسی به کار می‌روند [1].

بیشتر بررسی های انجام شده برای ارزیابی کارکرد ادهزیوها، شامل بررسی استحکام پیوند برشی و کششی است، که هر دو آزمایش هدف های متفاوت و نتایج کاملا متفاوتی را ارایه می دهند، که در این باره، ارزیابی استحکام پیوند برشی مواد در ارتودنسی شایع تر است [2]. استحکام پیوند برشی حداکثر فشاری است که یک ماده می تواند پیش از شکست تحمل کند [3]. بررسی های استحکام پیوند برشی در اثر عواملی گوناگون، چون مدت زمان نگه داری دندان ها پیش از باندینگ [4 و 5]، آلودگی با بزاق یا خون به هنگام باندینگ [5 و 6]، گونه‌ی نور کیورینگ، شدت و قطر دهانه [5]، گونه‌ی ادهزیو [5 و 6]، ضخامت ادهزیو [7]، گونه و غلظت ماده‌ی اچ کننده [5 و 8]، مدت زمان اچینگ [5]، گونه ی براکت [5، 6 و 7]، آماده سازی دندان‌ها پیش از اچینگ [7]، ترموسایکلینگ [4 و 7] و سرعت کراس هد ماشین آزمایش دارای نتایج گوناگونی هستند [1، 5 و 9].

در آزمایش های استحکام پیوند، میزان نیروی وارده، سرعت کراس هد دستگاه اینسترون است تا این که، براکت را از سطح دندان جدا سازد. ممکن است مواد ویسکوالاستیک ویژگی‌های مکانیکی گوناگونی داشته باشند، که به میزان نیروی وارده بستگی دارد [9]. به علت طبیعت ویسکوالاستیک ادهزیوها، استحکام پیوند برشی و روش شکست می‌تواند از میزان نیرو اثرپذیر باشد [6]. رزین در سرعت‌های پایین تر کراس هد مانند یک ماده‌ی ویسکوز رفتار می‌کند، که هم چنان که، فشار بیشتر می شود، میزان تغییر شکل ماده هم افزایش می یابد، در نتیجه، باعث افزایش استحکام پیوند برشی می شود. در سرعت بالاتر کراس هد، رزین ممکن است مانند یک جسم شکننده عمل کند، یعنی به جای تغییر شکل، نیروی اعمال شده باعث شکست نمونه می شود [9]. در نتیجه، تفاوت های موجود در استحکام پیوند برشی میان مواد آزمایش شده می تواند در نتیجه‌ی تفاوت در سرعت کراس هد باشد و نیز، ممکن است سرعت کراس هد بر روش شکست پیوند اثرگذار باشد.

سازمان استاندارد جهانی (ISO) پیشنهاد کرده است، که در آزمایش های استحکام پیوند برشی، نیروی وارده باید با سرعت کراس هد در حدود 0/45 تا 1/05 میلی متر بر دقیقه اعمال شود [10]. در بیشتر مقاله‌های ارتودنسی از دامنه‌ی سرعت‌های میان 0/5 میلی‌متر بر دقیقه تا 10 میلی‌متر بر دقیقه استفاده کرده اند، که رایج ترین آنها، سرعت 0/5 میلی متر بر دقیقه است، که البته این مقدار همسان با آنچه که در حالت بالینی رخ می دهد، نیست [1، 11 و 12]. از سویی، مشخص نشده، که چگونه تغییر در سرعت کراس هد دستگاه می تواند در تنوع نتایج آزمایش های استحکام پیوند برشی اثرگذار باشد. هدف از این بررسی تعیین اثر سرعت کراس هد در میزان استحکام پیوند برشی و نیز، روش شکست کامپوزیت پیوند شده به مینا و امکان مقایسه‌ی نتایج بررسی های گوناگونی است، که از سرعت های متفاوت کراس هد استفاده کرده اند.

مواد و روش

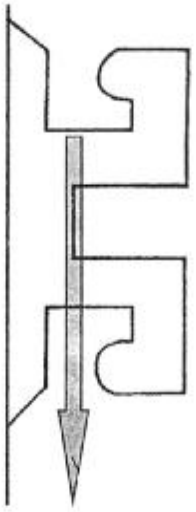
مرحله ی باندینگ: در این بررسی تجربی آزمایشگاهی از 175 دندان پره مولر بالا و پایین استفاده شد، که بی پوسیدگی و پرکردگی از هر گونه بودند. دندان‌ها به هفت گروه 25 تایی به گونه‌ای کاملا برابر از نظر میزان ترک های مینایی و شمار دندان های پره مولر بالا و پایین بخش شدند. پیش از ذخیره کردن، دندان ها در زیر آب روان کاملا شسته شده و از خون و بافت پاک شدند. سپس، به مدت 24 ساعت در محلول

www.SID.ir

Archive of SID

0/1 درصد تیمول (thymol) گذاشته شدند تا گندزدایی گردند. پس از پاک کردن دندان ها با رابرکپ و پامیس بی فلوراید، به مدت 30 ثانیه با ژل اسید فسفریک 35 درصد (Transbond etching gel system 3M, Unitek) اچ، سپس با پوار هوا خشک شدند. از کامپوزیت لایت کیور Transbond XT (USA، calif، Monrovia،3M Unitek) برپایه‌ی دستورالعمل کارخانه برای پیوندکردن براکت‌ها به دندان‌ها استفاده شد. با دستگاه لایت کیورینگ فراز دنتین (شرکت فراز مهر اصفهان، اصفهان، ایران) 10 ثانیه از سمت مزیال، 10 ثانیه از سمت دیستال و10 ثانیه از سمت جینیجوال به براکت ها نور تابانده شد. سپس، دندان‌ها به مدت دو هفته در آب مقطر در دمای 37 درجه سانتی‌گراد نگه داشته شدند. پس از آن، دندان ها به وسیله ی تیغه ی (Jig) دستگاه سورویور در درون مولد آکریلی استوانه ای شکل به قطر سطح مقطع 19 میلی‌متر مربع به گونه ای قرار گرفتند، که نیروی برشی بتواند به صورت موازی با محور طولی دندان به براکت های نصب شده وارد شود. به این منظور، سطح لیبیال هر دندان باید در میان قطر سطح مقطع مولد آکریلی قرار می گرفت. سپس، نمونه ها به مدت 24 ساعت در آب مقطر در دمای اتاق نگهداری شدند. پس از آن، نمونه ها تحت 150 سیکل (برابر پنج ساعت) ترموسایکلینگ میان 5 و 55 درجه‌ی سانتی‌گراد قرار گرفتند.

مرحله‌ی دباندینگ: همه‌ی نمونه ها 24 ساعت پس از ترموسایکلینگ به وسیله‌ی دستگاه اینسترون (Instron 4302 canton, masa) با یک تیغه‌ی فلزی ته صاف، در زیر نیروی برشی قرار گرفتند (نگاره‌ی 1). از سرعت کراس هد 0/5، 1، 2/5، 5، 7/5، 10 و 25 میلی متر بر دقیقه به ترتیب برای گروه های A، B، C، D، E، F و G استفاده شد.



***نگاره ی 1**: نمای شماتیک محل اعمال نیرو*

میزان نیروی وارده به هنگام جدا شدن براکت‌ها به‌وسیله‌ی یک رایانه‌ی متصل به دستگاه ثبت می‌شد. این کار در کارخانه‌های صنایع الکترونیک ایران (صاایران) انجام گردید.

پس از انجام آزمایش و جدا شدن براکت ها برای تعیین ادهزیو برجامانده بر روی مینا، از نمایه‌ی (ARI) معرفی شده از سوی آرتون (Artun) و برگلند (Bergland) [13] و با استفاده از دستگاه استرمیکروسکوپ با بزرگنمایی 10 برابر تعیین و به شرح زیر برای هر دندان محاسبه گردید:

درجه‌ی 0: هیچ ادهزیوی بر روی مینا برجا نمانده باشد.

درجه‌ی 1: کمتر از یک دوم ادهزیو بر روی مینا برجا مانده باشد.

درجه‌ی 2: بیشتر از یک دوم ادهزیو بر روی مینا برجا مانده باشد.

درجه‌ی 3: همه‌ی ادهزیوها با اثر مشخص مش براکت بر روی مینا برجا مانده باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

واکاوی های آماری

میانگین، انحراف معیار، حداکثر، حداقل و ضریب تغییرات (Coefficient of variation) استحکام پیوند برشی برای هفت گروه سرعت کراس هد اعمال شده برای دباندینگ براکت ها محاسبه شدند. نیروهای دباندینگ در سرعت های گوناگون کراس هد با استفاده از واکاوی یک سویه‌ی واریانس (One-way analysis of variance) همراه با روش مقایسه چندگانه توکی (Tukey) مقایسه شدند. نمایه ی ادهزیو برجامانده‌ی هفت گروه مورد بررسی به وسیله ی واکاوی کروسکال-والیس با هم مقایسه و میان مقادیر استحکام پیوند برشی و نمایه یاد شده به صورت کلی و نیز، در هر گروه با استفاده از محاسبه‌ی ضریب همبستگی اسپیرمن ارزیابی شدند. معنی‌داری آماری همه‌ی آزمون ها در $p<0/05$ تعیین شدند. همچنین، داده‌های استحکام پیوند برشی، به وسیله‌ی واکاوی رگرسون غیرخطی (Non linear regression) نیز آزمایش شدند تا احتمال شکست براکت‌های پیوند شده با Transbond XT در زیر نیروهای گوناگون کراس هد بررسی گردند.

یافته ها

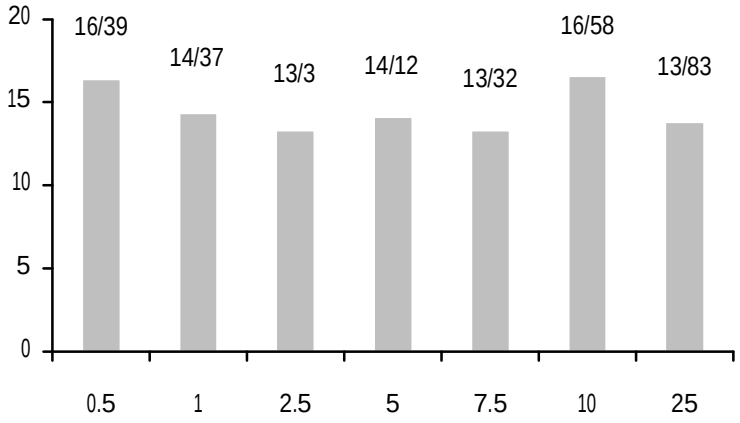
میانگین استحکام پیوند برشی، انحراف معیار و ضریب تغییرات داده‌های به دست آمده در جدول 1 آورده شده است. نمودار 1، میزان میانگین استحکام پیوند برشی گروه‌های بررسی شده را نشان می دهد. در این بررسی، 10 نمونه در گروه های سرعت کراس هد 2/5، 5 و 25 میلی‌متر بر دقیقه به دلیل وجود 10 عدد داده‌ی پرت (دو عدد در گروه های 2/5 و پنج میلی‌متر بر دقیقه و شش عدد در گروه 25 میلی‌متر بر دقیقه) با مشاوره‌ی آماری و با استفاده از واکاوی Outlier از بررسی کنار گذاشته شدند. واکاوی یک سویه‌ی واریانس همراه با روش مقایسه‌ی چندگانه توکی نشان دادند، که اختلاف آماری معنادار میان سرعت‌های 1، 2/5، 5، 7/5 و 25 میلی‌متر بر دقیقه و نیز، میان سرعت‌های 0/5 و 10 میلی متر بر دقیقه وجود نداشت ($p>0/05$)، ولی میان سرعت‌های 0/5 و 10 میلی‌متر بر دقیقه با دیگر سرعت‌ها (1، 2/5، 5، 7/5 و25 میلی‌متر بر دقیقه) تفاوت معنادار دیده شد ($p<0/05$).

***جدول 1**: میانگین، انحراف معیار و ضریب تغییرات استحکام پیوند برشی در سرعت های گوناگون کراس هد*

سرعت (میلی متر / دقیقه)	شمار	میانگین (مگاپاسکال)	انحراف معیار	ضریب تغییرات (درصد)
0/5	25	16/39	4/96	30/26
1	25	14/37	2/38	16/56
2/5	23	13/30	2/66	20
5	23	14/12	2/62	18/55
7/5	25	13/32	2/42	18/16
10	25	16/58	4/28	25
25	19	13/83	1/94	9/44
کل	165	14/57	3/42	23

www.SID.ir

Archive of SID



***نمودار** 1: میانگین استحکام پیوند برشی در سرعت های گوناگون کراس هد*

یافته های مربوط به نمایه ی ادهزیـو برجامانـده (ARI) هفت گروه مورد بررسی در جدول 2 آورده شده است. بیشترین میزان آن در میـان همـه‌ی گـروه هـای مورد بررسی، یک بود و از نظر آماری تفاوتی چـشمگیر در میان گروه هـا وجـود نداشـت. همچنـین، دربـاره‌ی پیوند میان استحکام پیوند برشی و میزان نمایه‌ی ادهزیو برجامانده‌ی به دست‌آمده در گروه‌های در حال بررسـی هم ارتباطی معنادار از نظر آماری دیده نشد ($p<0/05$).

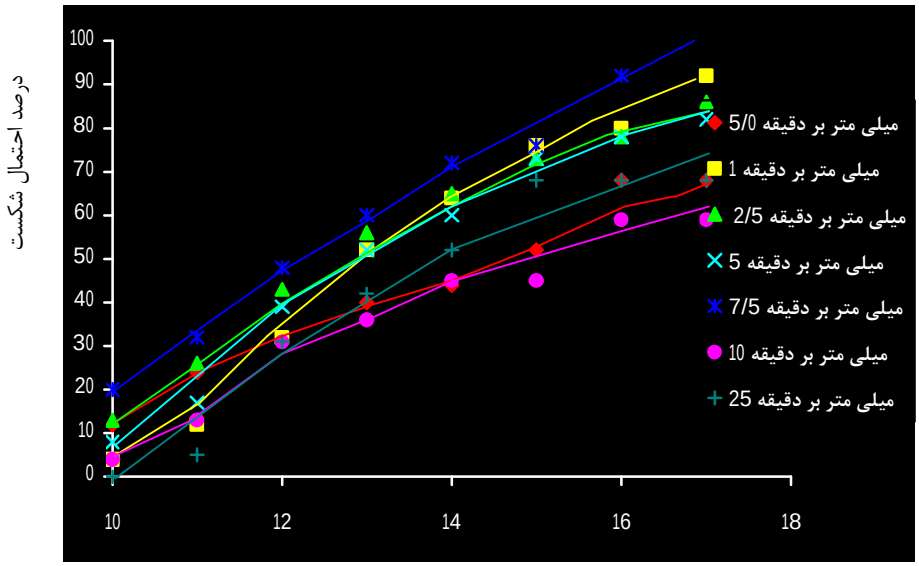
***جدول** 2: فراوانی درجات نمایه‌ی ادهزیو بر جامانده در سرعت های گوناگون کراس هد*

نمره ی نمایه‌ی ادهزیو برجامانده / سرعت کراس هد	0	1	2	3	کل
0/5	11	11	2	1	25
1	3	17	5	0	25
2/5	4	11	6	2	23
5	6	7	5	5	23
7/5	7	11	2	4	25
10	4	15	4	2	25
25	2	5	5	7	19

برای بررسی احتمال شکست پیوند درسرعت‌های گوناگون کراس‌هد از واکاوی رگرسون غیرخطی استفاده‌شد، که در نمودار 2 احتمال شکست پیوند در نیروهای دباندینگ و سرعت‌های گوناگون کراس‌هد نشان‌داده شده‌است.

www.SID.ir

Archive of SID



اندازه‌ی استحکام پیوند برشی

***نمودار** 2: واکاوی رگرسون غیرخطی در سرعت های گوناگون کراس هد*

بحث

در بررسی های انجام شده برای تعیین استحکام پیوند مواد ادهزیو ارتودنسی گوناگونی زیاد در روش‌های بررسی استحکام پیوند وجود دارد. گر چه مقایسه‌ی نتایج این بررسی‌ها با هم ناممکن نیست، ولی گوناگونی‌های موجود، مقایسه ی مواد را از نظر استحکام پیوند برشی دشوار می‌سازد. پیشنهاد شده است، که پژوهشگر باید روشی استاندارد شده را در آزمایش‌ها به کارگیرد، که شامل گونه ی دندان، آماده سازی سطح مینا، ماده‌ی نگهدارنده ی دندان، تجهیزات و روش آزمایش، اندازه‌ی نمونه ها و سرعت کراس هد است [4، 7، 11 و 14]. این پژوهش، استحکام پیوند برشی گونه ای ادهزیو را که در بیشتر بررسی های انجام شده، به عنوان ادهزیو گروه شاهد و یا رایج ترین ادهزیو مورد استفاده در دباندینگ و نیز، میزان ادهزیو برجا مانده بر روی سطح مینا را در سرعت های گوناگون کراس هد بررسی می کند. نتایج بررسی کنونی نشان داد، که با افزایش سرعت از 0/5 تا 2/5 میلی متر بر دقیقه، استحکام پیوند برشی کاهش و از سرعت 2/5 به پنج میلی‌متر بر دقیقه، افزایش استحکام پیوند بدون تفاوت آماری معنادار، مشاهده شد. از سرعت 5 به 7/5 میلی متر بر دقیقه، دوباره کاهش جزیی بی‌اختلاف آماری معنادار و از سرعت 7/5 به 10 میلی‌متر بر دقیقه، افزایش استحکام پیوند برشی دیده شد. درباره ی میزان ادهزیو برجامانده نتایج بررسی کنونی نشان داد، که از سرعت کراس هد اثر نمی پذیرد. نتایج به دست آمده از بررسی کنونی از نظر دو دیدگاه قابل اهمیت است: نخست این که، نیاز به استاندارد کردن پروتکل های بررسی استحکام پیوند در بررسی ها را ضروری می نماید. زیرا، پژوهشگران گوناگون در بررسی‌های گوناگون از مقادیر اعمال نیروهای متفاوت در دامنه‌ای از 0/5 تا 10 میلی‌متر بر دقیقه استفاده کرده اند و این امر، مقایسه‌ی استحکام پیوند مواد همانند را در بررسی‌ها با استفاده از سرعت های گوناگون با دشواری روبه رو می‌سازد. دوم این که، ارتباط بالینی مقادیر استحکام پیوند گزارش شده ممکن است مورد پرسش باشد. زیرا، مقادیر استاندارد سرعت کراس هد به کار رفته در بررسی‌ها با سرعت اکلوژن دندانی در طی جویدن تفاوتی چشمگیر دارد. بالاترین سرعت استفاده شده در بررسی کنونی (25 میلی‌متر بر

www.SID.ir

Archive of SID

دقیقه) به این علت انتخاب شد تا شاید وضعیت اعمال نیرو در مطب را تا اندازه‌ای تقلید و بازسازی کند. این میزان ممکن است حالت‌های بالینی گاز گرفتن ناگهانی، ضربه یا دباندینگ در پایان درمان را نشان دهد [9].

تلاش‌هایی برای برآورد نیروهای ایجاد شده در طی درمان‌های ارتودنسی انجام گرفته، که میزان نیروی 6 تا 8 مگاپاسکال را عنوان کرده‌اند، که غالبا این اندازه در بیشتر مقاله‌ها به عنوان میزان استحکام پیوند بالینی مورد پذیرش به چشم می‌خورد. ولی این مقدار نیرو در اندازه‌ی حدس و گمان است و بستگی زیاد به مکانیک‌ها و فرایندهای بالینی معمول دارد. و از سویی، در اندازه‌ی نیروی اعمال شده در طی جویدن یا حتی نیروهای ایجاد شده با جویدن یک جسم سخت نیست [15].

واکاوی‌های المان محدود (FEA) نشان داده اند، که روش‌های رایج مورد استفاده برای محاسبه‌ی استحکام پیوند، نتایجی غیر قابل اطمینان را ارایه داده‌اند، به علت اینکه، توزیع فشار در لایه‌ی ادهزیو و فشار ایجاد شده در براکت و مینا در طی آزمایش یکنواخت نیستند. بنابراین، در شماری از بررسی‌های استحکام پیوند برشی، اندازه‌ی فشار موضعی موجود را، که باعث شکست پیوند می شوند پایین برآورد کرده است [16]. همچنین، نمی‌توان ناحیه‌ی موثر قاعده ی براکت را برپایه‌ی مساحت یک سطح چهارگوش برآورد کرد، زیرا قاعده‌ی براکت یک سطح صاف نیست و دارای خلل و فرجی برای گیر ادهزیو است و مورفولوژی قاعده براکت در براکت‌های گوناگون برای ایجاد گیر میکرومکانیکال با ادهزیو متفاوت است. در نتیجه، ممکن است تبدیل مقدار نیروی به دست آمده به واحد فشار (مگاپاسکال) دقیق نباشد [7].

روش اعمال ادهزیو به قاعده‌ی براکت و ضخامت ادهزیو میان براکت و مینا از معیارهای مهم دیگر هستند. هر چه ضخامت ادهزیو بیشتر باشد، به علت انقباض زیاد رزین به هنگام پلی مریزاسیون و انبساط دمایی (Thermal expansion)، در ماتریکس رزین، یک سطح بینابینی ضعیف ایجاد می شود، که در این باره، میزان اعمال نیرو به هنگام چسباندن براکت- ادهزیو به مینا مهم است [17]. در بیشتر بررسی ها، مقداری نامشخص از فشار به صورت دستی (manual) به براکت اعمال می شود، ولی اگر از نیروی زیاد استفاده شود، لایه‌ی ادهزیو نازک و به دنبال آن، اثراتی ناآشکار بر روی ویژگی های ماده ایجاد می شود [15 و 17]. در بررسی کنونی، با توجه به اعمال نیرو به براکت در باندینگ به وسیله ی سوند ممکن است ضخامت ادهزیو در همه‌ی نمونه‌ها یکسان نبوده و این امر بر نتایج اثرگذار بوده است.

در آزمایش های استحکام پیوند برشی ممکن است که رفتار الاستیک مواد در زیر اثر میزان اعمال نیرو قرار گیرد. لیندموت (Lindemuth) و هاگ (Hagge) پیشنهاد می کنند، که سرعت های پایین تر کراس هد اجازه به دوره‌ی بهبود در ماده را می دهد، به این گونه، که در آن استرین (strain) و فشار به وسیله‌ی عوامل باندینگ جبران می شوند. در سرعت‌های پایین تر، رزین مانند یک ماده‌ی ویسکوز رفتار می کند و با افزایش سرعت، تغییر شکل ماده بیشتر در نتیجه‌ی مقدار استحکام پیوند برشی، بیشتر می شود [9]. در بررسی کنونی، دیدگاه بالا با افزایش سرعت کراس هد از 7/5 به 10 میلی متر بر دقیقه همخوانی، ولی در دو دامنه‌ی افزایش سرعت کراس هد از 0/5 به 2/5 و از 10 به 25 میلی متر بر دقیقه همخوانی میان دو بررسی وجود ندارد. دباندینگ در درون دهان در سرعت های بیشتر رخ می دهد، که رفتار ویسکوالاستیک ادهزیو، که ممکن است در سرعت‌های پایین کراس هد آشکار و مشخص باشند، وجود ندارد [7].

برپایه‌ی دیدگاه لیندموت و هاگ ظرفیت برای استحکام پیوند برشی بالاتر هم در سرعت های بیشتر کراس هد وجود دارد: در سرعت‌های بالاتر، رزین ممکن است مانند یک جسم شکننده عمل کند و افزایش نیرو باعث می شود تا به جای این که، تغییر شکل مولکولی ایجاد کند، باعث شکست نمونه گردد [9]. نتایج بررسی کنونی نشان داد، که گوناگونی سرعت کراس هد

www.SID.ir

Archive of SID

دستگاه آزمایش می تواند بر روی استحکام پیوند برشی اثر گذارد. به سخنی دیگر، با افزایش سرعت کراس هد از 0/5 تا 2/5 میلی‌متر بر دقیقه، میانگین استحکام پیوند برشی کاهش یافته و از سرعت 2/5 تا 10 میلی‌متر بر دقیقه تمایل به افزایش استحکام پیوند برشی و از سرعت 10 به 25 میلی‌متر بر دقیقه کاهش استحکام پیوند برشی وجود داشت. نتایج این بررسی نشان می‌دهد، که افزایش سرعت کراس هد از 1 تا 7/5 میلی متر بر دقیقه، با توجه به نبود تفاوت معنادار آماری میان استحکام پیوند برشی حاصله، بر روی ویژگی‌های ویسکوالاستیک و شکنندگی ماده اثری نداشته است. در بررسی کنونی از سرعت‌های کراس‌هدی استفاده شد، که به طور شایع در بررسی‌های استحکام پیوند دیده می‌شوند.

در همه‌ی بررسی‌هایی که تاکنون برای تعیین اثر سرعت کراس هدهای گوناگون بر استحکام پیوند برشی انجام شده است نتایج کاملاً متفاوت و در بیشتر آنها دلایلی برای این تفاوت در نتیجه ها بیان نگردیده است. الیادس (Eliades) [15] و همکاران، استحکام پیوند برشی دو ادهزیو Concise و Transbond XT در سرعت‌های کراس هد 1 و 200 میلی متر بر دقیقه را با هم مقایسه کردند و نتایج نشان داد، که در گروهی، که از Transbond XT استفاده شده بود، با افزایش سرعت کراس هد میزان استحکام پیوند برشی کاهش می یابد. نتایج بررسی کنونی با بررسی الیادس از دیدگاه کاهش استحکام پیوند برشی در سرعت های کراس‌هد همخوانی دارد. زیرا، در بررسی کنونی، هم کاهش استحکام پیوندبرشی با افزایش سرعت کراس‌هد از 0/5 به 25 میلی‌متربر دقیقه مشاهده گردید.

ال از (El-Ezz) [18]، که استحکام پیوند برشی را در سرعت‌های 0/5، 2/5، 5 و 25/4 میلی‌متر بر دقیقه مقایسه کرد، نتیجه گرفت، که بجز سرعت 2/5 میلی متر بر دقیقه، هم چنان که سرعت زیاد می شود، میانگین استحکام پیوند برشی هم افزوده می گردد. نتایج این بررسی با نتایج پژوهش کنونی همخوانی ندارد. در بررسی کنونی، سرعت 0/5 میلی‌متر بر دقیقه استحکام پیوند برشی بیشتر نسبت به سرعت‌های 1، 2/5، 5 و 25 میلی‌متر بر دقیقه داشت، ولی از لحاظ پایین ترین میزان استحکام پیوند برشی به دست آمده در سرعت 2/5 میلی‌متر بر دقیقه همانند بررسی کنونی است.

در بررسی یاد شده از ادهزیو Concise استفاده شده بود، که ادهزیوی با کیورینگ شیمیایی بوده و نیز، از مینای دندان گاو استفاده شده بود. تفاوت دیگر در روش کار بررسی بالا با بررسی کنونی این بوده است، که در بررسی بالا، سطح مینای دندان‌ها تراشیده و سپس اچ شده بودند، که همگی می توانند بر میزان استحکام پیوند برشی به دست آمده اثر گذار باشد. همچنین، در بررسی یاد شده شمار نمونه ها در هر گروه 15 عدد بود.

نتایج بررسی لیندموت (Lindemuth) [9] و همکاران، که میانگین استحکام پیوند برشی را در سرعت‌های کراس هد 0/1 ، 0/5 ، 5 و 10 میلی‌متر بر دقیقه مقایسه کردند با نتایج به دست آمده از بررسی کنونی در این دامنه‌ی سرعت همخوانی ندارد. در بررسی ذکر شده، شمار نمونه‌ها در هر گروه 10 عدد و سطح مینا با فرز خشن شده بود (پیش از اچینگ)، که می‌تواند بر روی استحکام پیوند برشی اثر داشته باشد. ولی نتایج بررسی بیشارا (Bishara) و سلیمان (Soliman) [11] همانند نتایج بررسی کنونی است. به این گونه، که در هر دو بررسی میانگین استحکام پیوند برشی سرعت پنج میلی‌متر بر دقیقه بسیار کمتر از سرعت 0/5 میلی‌متر بر دقیقه بود.

در بررسی‌های استحکام پیوند ادهزیوهای مورد استفاده در ارتودنسی، آنالیز واریانس برای مقایسه‌ی نتایج سه گروه یا بیشتر استفاده می شود. ولی باید در نظر داشت، که نتایج استحکام پیوند ممکن است توزیع طبیعی را دنبال نکنند. توزیع غیر طبیعی داده ها بیشتر در اندازه‌ی نمونه های کمتر از 10 در هر گروه دیده می شود. گفته شده است، که برای ارزیابی

www.SID.ir

Archive of SID

استحکام پیوند دست کم 20 و ترجیحاً 30 نمونه در هر گروه مورد بررسی باید باشد [7]. در بررسی کنونی، افزون بر آنالیز واریانس از آنالیز رگرسون غیرخطی (Non linear regression) هم استفاده شد، که برپایه‌ی آن، می توان گفت، که در یک استحکام پیوند برشی مشخص در سرعت‌های گوناگون کراس هد، چند درصد احتمال شکست وجود دارد. همچنین، در چه میزانی از استحکام پیوند برشی در سرعت های گوناگون کراس هد احتمال شکست مشخصی (مانند 10 یا 90 درصد) وجود دارد. همچنین، با استفاده از این نمودار می‌توان گفت، که در بالاترین دامنه ی میانگین استحکام پیوند برشی (17 مگاپاسکال) در گروه سرعت 7/5 میلی‌متر بر دقیقه احتمال شکست 100 درصد، که پس از آن، به ترتیب گروه سرعت های 1 ، 2/5 ، 5 ، 25 ، 0/5 و 10 میلی متر بر دقیقه هستند، که سرعت 10 میلی متر بر دقیقه در این میزان از استحکام پیوند برشی کمترین احتمال شکست پیوند را داشت.

درباره‌ی مقیاس نمایه‌ی ادهزیو برجامانده در بررسی کنونی یافته‌ها نشان دادند، که تفاوتی میان این برجاماندگی به دست آمده در میان سرعت‌های گوناگون کراس هد وجود ندارد و حتی ارتباطی میان مقادیر استحکام پیوند برشی در هر گروه با اندازه ی نمایه‌ی ادهزیو برجامانده‌ی به دست آمده وجود ندارد بجز در سرعت پنج میلی متربر دقیقه، که رابطه ای معنادار میان میانگین استحکام پیوند برشی به دست آمده در نمونه های این گروه و میزان برجاماندگی دیده شد، که ممکن است به این علت باشد، که tag های رزینی در درون مینا به اندازه‌ی کافی استحکام داشته اند، که سرعت‌های گوناگون کراس هد توانایی شکست آنها را ندارد و در نتیجه،گونه‌ی شکست بیشتر کوهزیو است. در نتیجه، در بررسی کنونی دیده شد، که گوناگونی در سرعت کراس هد دستگاه اینسترون بر روی گونه‌ی شکست کامپوزیت اثری ندارد.

نتیجه گیری

برپایه‌ی بررسی کنونی می‌توان گفت، که سرعت‌های کراس هد 1 تا 7/5 میلی‌متر بر دقیقه اختلاف معنادار در آزمایش های استحکام پیوند برشی ندارد و برای مقایسه‌ی بررسی‌های گوناگون استحکام پیوند برشی ادهزیوهای همانند در ارتودنسی، بررسی های انجام گرفته در این دامنه‌ی سرعت (1، 2/5، 5 و 7/5 میلی‌متر بر دقیقه) قابل مقایسه هستند و بررسی‌هایی، که در آن‌ها از سرعت‌های 0/5 و 10 میلی متر بر دقیقه استفاده کرده‌اند، را نمی توان با بررسی-هایی که از سرعت‌های 1، 2/5، 5 و 7/5 میلی‌متر بر دقیقه استفاده کرده اند، مقایسه کرد. افزون بر این، سرعت کراس هد اثری بر میزان ادهزیو برجامانده پس از دباند کردن براکت‌ها ندارد.

******

References

1. Klocke A, Kahl-Nieke B. Influence of cross-head speed in orthodontic bond strength testing. Dent Mater 2005; 21:139-144.
2. Kitayama Y, Komori A, Nakahara R. Tensile and shear bond strength of resin-reinforced glass ionomer cement to glazed porcelain. Angle Orthod 2003; 73: 451-456.

www.SID.ir

Archive of SID

3. Craig RG. Restorative dental material. 11 th ed. Philadelphia: W.B. Saunders; 2002. p. 85-86
4. Brantley WA, Eliades T. Orthodontic materials: science and clinical aspects. 1th ed. New York: Thieme; 2001. p. 37-39, 201-214.
5. Odegaard J, Segner D. Shear bond strength of metal brackets compared with a new ceramic bracket. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1988; 94: 201-206.
6. Ostertag AJ, Dhuru VB, Ferguson DJ, Meyer RA Jr. Shear, torsional, and tensile bond strengths of ceramic brackets using three adhesive filler concentrations. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1991; 100: 251-258.
7. Eliades T, Brantley WA. The inappropriateness of conventional orthodontic bond strength assessment protocols. Eur J Orthod 2000; 22: 13-23.
8. Swift EJ Jr, Perdigão J, Heymann HO. Bonding to enamel and dentin: a brief history and state of the art, 1995. Quintessence Int 1995; 26: 95-110. Review
9. Lindemuth JS, Hagge MS. Effect of universal testing machine crosshead speed on the shear bond strength and bonding failure mode of composite resin to enamel and dentin. Mil Med 2000; 165: 742-746.
10. International organization for standardization. ISO TR 11405 dental material guidance on testing of adhesion to tooth structure, switzerland 1994.
11. Bishara SE, Soliman M, Laffoon J, Warren JJ. Effect of changing a test parameter on the shear bond strength of orthodontic brackets. Angle Orthod. 2005; 75: 832-835.
12. Bruzzichesi R, Hebel L, Jenkins O, Rckow D. Shear bond strength sensitivity to testing parameters. J Dent Res 1996; 75: 476.
13. Artun J, Bergland S. Clinical trials with crystal growth conditioning as an alternative to acid-etch enamel pretreatment. Am J Orthod 1984; 85: 333-340.
14. Hara AT, Pimenta LA, Rodrigues AL Jr. Influence of cross-head speed on resin-dentin shear bond strength. Dent Mater 2001; 17: 165-169.
15. Eliades T, Katsavrias E, Zinelis S, Eliades G. Effect of loading rate on bond strength. J Orofac Orthop 2004; 65: 336-342.
16. Katona TR, Chen J. Engineering and experimental analyses of the tensile loads applied during strength testing of direct bonded orthodontic brackets. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1994; 106: 167-174.
17. Eliades T, Viazis AD, Eliades G. Bonding of ceramic brackets to enamel: morphologic and structural considerations. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1991; 99: 369-375.
18. EL- Ezz AA. Effect of rate of loading on the shear bond strength of orthodontic brackets. Available at: http://anishamsJournal.netfirms.Com/full/2002 March-S.htm.

www.SID.ir