

两种光固化正畸粘接剂聚合度的比较

欧平花 厉松 倪景华

【摘要】 目的 比较两种光固化正畸粘接剂 Transbond XT和 Fuji ortho LC在传统卤素灯 (Halogen)不同光照时间作用下的聚合度。方法 30颗上颌中切牙金属托槽分成 6组 (每组 5颗)。用标准量的粘接剂将托槽粘接于牙齿表面,随机分配 3组用 Transbond XT粘接剂进行粘接,3组用 Fuji ortho LC进行粘接。每一种粘接剂使用 Halogen灯光照不同时间进行固化。每组通过傅里叶变换红外光谱仪记录红外吸收峰进行聚合度分析。实验结果通过方差分析 (ANOVA)和 t检验进行统计学分析。结果 Fuji ortho LC在相同光照时间作用下的聚合度 ($88.28 \pm 4.08\%$)要大于 Transbond XT ($53.56 \pm 6.06\%$),其差异具有统计学意义。光照时间的不同对粘接剂聚合度的影响无统计学意义。结论 两种粘接剂的聚合度存在显著差异,而光照时间对粘接剂聚合度的影响没有差别。

【关键词】 Transbond XT Fuji ortho LC 光固化; 聚合度

【中图分类号】 R783.1 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1006-673X(2010)03-0135-03

A comparative study of the degree of cure of two light cured orthodontic adhesives OUPing-hua, LISong, NI Jing-hua Capital Medical University School of Stomatology Beijing 100050, China

【Abstract】 Objective To compare the degree of cure (DC) of two light cured orthodontic adhesives Transbond XT and Fuji ortho LC cured with a conventional Halogen lamp at various curing times. Methods Thirty maxillary incisor stainless steel brackets were divided into 6 groups, each having 5 brackets. A standardized amount of composite was applied to each bracket base attached to the labial side of teeth. Three groups were bonded with Transbond XT randomly and the others were with Fuji ortho LC. Each adhesive was light cured with Halogen lamp at various curing times. Absorbance peaks of each group were recorded using Fourier transform infrared spectroscopy. DC values were calculated. Data were analysed using analysis of variance (ANOVA) and t test. Results The Fuji ortho LC produced a statistically significant higher DC ($88.28 \pm 4.08\%$) than Transbond XT ($53.56 \pm 6.06\%$) when cured with Halogen lamp at the same curing time. No significant difference was found in DC of the two adhesive between different curing time. Conclusion There was significant difference in DC between the two adhesives. But DC was not affected by curing time.

【Key Words】 Transbond XT Fuji ortho LC Light cured; Degree of cure

自 1979年光固化树脂粘接剂应用于正畸临床,由于光固化正畸粘接剂有助于托槽的准确定位,因而在临床上有着较广泛的应用。目前,光固化正畸粘接剂主要有树脂型光固化正畸粘接剂 (如 Transbond XT)和树脂加强玻璃离子光固化正畸粘剂 (RMGIC如 Fuji ortho LC)两种。

光固化正畸粘接剂的性能受到临床医生及厂商的广泛关注,很多研究比较了 Fuji ortho LC和 Transbond XT在不同光固化装置照射下的剪切粘接强度。但对于光固化正畸粘接剂的聚合度及光照时间对聚合度的影响的研究则比较少。粘接剂的聚合度对粘接材料的性能至关重要,大多数机械性能如抗弯弹性模量、抗张强度、抗压强度均与聚合度相关。另外,材料的色泽稳定性、降解性和生物相容性

也与聚合度密切相关^[1-3]。本实验的目的是研究比较两种光固化正畸粘接剂 Transbond XT和 Fuji ortho LC在传统卤素灯 (Halogen)不同光照时间作用下的聚合度。

材料和方法

1. 主要材料和器械

Transbond XT (3M Unitek,美国)和 Fuji ortho LC (GC,日本)两种粘接剂;传统卤素灯 (3M Curing Light2500 功率 $850\text{mw}/\text{cm}^2$,波长 $400\text{-}500\text{nm}$);上颌中切牙金属托槽 (杭州新亚齿科材料有限公司,0.022标准型网底方丝弓金属托槽);上颌中切牙:收集外科新鲜拔除的牙冠完好的上中切牙 (排除龋坏牙、四环素牙、氟斑牙及矿化不良的牙齿),比色色系为 B1;傅里叶变换红外光谱仪 (美国热电公司 Nicolet5700)。

2 粘接模型的建立

将 30颗上中切牙托槽分成 6组 (每组 5颗)。

作者单位: 100050首都医科大学口腔医学院正畸科 [欧平花 (现在长沙市中南大学湘雅三医院口腔科)、厉松];中国医学科学院药物研究所 (倪景华)

通讯作者: 厉松, E-mail: dentistl@263.net;电话: 010-67099220

于生理盐水中储存 24小时, 灌注石膏基座, 牙埋入基座中作为粘接模型。

3 托槽粘接及粘接剂固化处理

牙齿表面贴覆薄的纤维素膜, 将定量的粘接剂(按说明书调拌均匀)置于托槽底部, 粘贴于离体牙唇面正中。以一定压力使托槽紧贴牙面, 粘接剂形成一均匀薄层, 去除托槽周围多余粘接剂, 光固灯从托槽唇方及龈方距离 5mm进行照射(表 1)。

表 1 实验分组

粘接剂	组别	光固化装置	固化时间(秒)
Transbond XT	组 1	Halogen	20
	组 2		40
	组 3		60
Fuji ortho LC	组 4	Halogen	20
	组 5		40
	组 6		60

4 粘接剂红外光谱扫描分析

光照固化后即刻将托槽转移至相对湿度为 50%的 37°C恒温水箱中储存 5分钟。然后用解剖刀刮取托槽底板中央区域的少量粘接剂置于傅里叶变换红外光谱仪的显微镜下进行显微红外透射法(FTR Microscope Transmission)分析, 扫描红外吸收光谱图。

5 粘接剂聚合度测定

粘接剂的聚合反应主要是 C=C键转化成 C-C键的过程。FTIR主要是通过测量粘接剂聚合前后 C=C键的伸缩震动频率得出 C=C键聚合反应前后的吸收光谱, C=C的红外吸收强度随聚合反应的发生而减少, 而 C-C的红外吸收强度不随聚合反应的发生而改变, C=C的吸收峰在 1638 cm⁻¹附近, C-C的吸收峰在 1609 cm⁻¹附近, 但 RMGIC中 C-C的吸收峰在 1712 cm⁻¹附近^[4]。光照固化前两种粘接剂糊剂进行红外光谱分析(薄膜法)3次, 作为参考值。所有红外吸收光谱用标准基线技术进行处理^[5], 测定 C=C和 C-C吸收峰的红外吸收强度(A), 利用以下公式计算粘接剂的聚合度(DC)。计算公式如下: GC Fuji ortho LC: DC% = 1 - 聚合后 (A_{1638 cm⁻¹} / A_{1712 cm⁻¹}) / 聚合前 (A_{1638 cm⁻¹} / A_{1712 cm⁻¹}) × 100% Transbond XT: DC% = 1 - 聚合后 (A_{1638 cm⁻¹} / A_{1609 cm⁻¹}) / 聚合前 (A_{1638 cm⁻¹} / A_{1609 cm⁻¹}) × 100%。

6 统计学分析

利用 SPSS 1.5软件对数据进行统计学分析, 分

别使用单因素方差分析及独立样本 检验。

结 果

1. Transbond XT和 Fuji ortho LC在 Halogen灯不同光照时间作用下的聚合度不存在统计学差异, 聚合度不随光照时间的延长而增加(表 2)。

表 2 Transbond XT Fuji ortho LC粘接剂在 Halogen灯不同光照时间下的聚合度比较

粘接剂	Halogen		F值	P值
	时间(秒)	DC(±s%)		
TransbondXT	20	53.56±6.06	0.464	0.640
	40	49.95±7.08		
	60	51.20±4.62		
Fuji ortho LC	20	88.28±4.08	1.686	0.226
	40	85.14±4.42		
	60	83.90±3.04		

2 在 Halogen灯相同光照时间作用下, Fuji ortho LC的聚合度要大于 Transbond XT差异具有显著统计学意义(表 3)。

讨 论

光固化正畸粘接剂的聚合度受很多因素的影响, 如: 温度、光敏剂浓度、光照强度、光照时间等。也有实验证实聚合度与托槽散射光度、聚合反应方式、粘接剂种类和背景反射光率有相关性^[6]。本实验侧重研究粘接剂种类及光照时间对聚合度的影响。

本实验中 Fuji ortho LC的聚合度(88.28 ± 4.08%)要明显高于 Transbond XT的聚合度(53.56 ± 6.06%), 这与 Rejman D等^[4]的实验结果一致。两种粘接剂聚合度的显著差异性可能跟聚合反应方式的不同有关。Fuji ortho LC的固化是三种反应的结果: ①当粉液混合时, 与传统玻璃离子一样产生酸碱反应; ②材料被可见光激发快速固化, 光辐照激活 HEMA的自由基聚合作用, 另外两种单体活化形成聚 HEMA基质使材料变硬; ③树脂单体的自固化作用, 酸碱反应与光激发反应同时发生, 并能在光激发反应停止后使单体的聚合反应持续一段时间。而 Transbond XT的聚合反应并不存在酸碱反应。以往研究的结果发现 Fuji ortho LC的聚合度为 55.31 ± 5.71%, Transbond XT的聚合度为 48 ± 4.3%^[4, 7]。其聚合度均低于本实验的测量值, 这可能与光照时反射背景的不同有关, Rejman等和

表 3 相同光照时间作用下 Transbond XT与 Fuji ortho LC的聚合度比较

光固代灯	Transbond XT		Fuji ortho LC		t	P
	时间(秒)	DC($\bar{x} \pm s\%$)	时间(秒)	DC($\bar{x} \pm s\%$)		
Halogen	20	53.56 ± 6.06	20	88.28 ± 4.08	-10.626	0.000*
	40	49.95 ± 7.08	40	85.14 ± 4.42	-9.429	0.000*
	60	51.20 ± 4.62	60	83.90 ± 3.04	-13.22	0.000*

注: * $P < 0.01$ 差异有显著统计学意义

Eliaides等^[4,7]的实验均采用 75%的聚苯烯条为反射背景,而本实验采用的是离体牙。虽然二者的反射光率相似,但光散射度却存在差异。Lim等^[6]研究证实不同的光散射背景将影响聚合度,牙齿表面的光散射度会影响粘接剂聚合度。Fan等^[8]也发现在临床实践中,来自于牙釉质背景反射率的二次光照能增强粘接剂可见光固化反应的程度,因而采用离体牙作为光照背景测得的聚合度要高于采用 75%的聚苯烯条为光照背景测得的聚合度。与 Transbond XT相比, Fuji ortho LC较高的聚合度使其临床性能更优化。RMGIC的粘接强度要低于光固化树脂粘接剂,但两者间没有统计学差异,在去除粘接时, RMGIC在釉质表面的残留量相对较少,降低去粘接时对牙釉质的不可逆损害^[9]。另外 Fricker和 Caccialesta等^[10,11]指出 Fuji ortho LC粘接托槽时具有更高的临床稳定性,而且 RMGIC可以在血、唾液、水污染的牙釉质表面进行托槽粘接,其粘接强度无变化。RMGIC的这些性能可能跟其光固化反应时产生了较高的聚合度有关。

Transbond XT和 Fuji ortho LC在 Halogen灯不同光照时间作用下的聚合度不存在统计学差异,聚合度不随光照时间的延长而增加,这说明粘接剂聚合度的高低跟光照时间的长短并不成比例关系。Ip等^[12]指出光固化正畸粘接剂的聚合反应需要一定强度的光源光照一定的时间使 CQ吸收能量才能激发自由基产生聚合反应,其聚合反应的初始发生需要达到光解点,光解点是光破坏粘接键产生自由基开始聚合链反应的初始点,当光源关闭的时候激发反应并未停止,聚合反应仍然会持续一段时间。因此,粘接剂聚合度的高低与光照暴露度(强度和时间的多少)不成比例关系。对于 Transbond XT和 Fuji ortho LC Halogen灯光照 20秒即可达到较高的聚合度。

通过本实验,可以得出以下结论: Transbond XT Fuji ortho LC在 Halogen灯不同光照时间作用下

的聚合度不存在统计学差异,聚合度不随光照时间的延长而增加。在 Halogen灯相同光照时间作用下, Fuji ortho LC的聚合度要大于 Transbond XT其差异具有显著性统计学差异。正畸医生在应用光固化粘接剂时选择 Fuji ortho LC Halogen灯光照 20秒即可达到较高的聚合度。

参 考 文 献

- 1 Eliaides GC, Vougiouklakis GJ, Caputo AA. Degree of double bond conversion in light cured composites. *Dent Mater* 1987; 3(1): 19-25.
- 2 Ferracane JL, Moser JB, Greener EH. Ultraviolet light induced yellowing of dental restorative resins. *J Prosthet Dent* 1985; 54(4): 483-487.
- 3 Raftoyiannis MA, Craig RG, Hanks CT, et al. Cytotoxicity of a Bis-GMA dental composite before and after leaching in organic solvents. *J Biomed Mater Res* 1991; 25(4): 443-457.
- 4 Rejnán DJ, Eliaides T, Bradley TG, et al. Polymerization efficiency of glass ionomer and resin adhesives under mojar bands. *Angle Orthod* 2008; 78(3): 549-552.
- 5 Gauthier MA, Stangel J, Ellis TJ, et al. A new method for quantifying the intensity of C=C band of dimethacrylate dental monomers in their FTIR and Raman spectra. *Biomaterials* 2005; 26(33): 6440-6448.
- 6 Lim YK, Lee YK. Influence of light transmittance and background reflectance on the light curing of adhesives used to bond esthetic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007; 132(1): 5: 97-24.
- 7 Eliaides T, Eliaides G, Bradley TG, et al. Degree of cure of orthodontic adhesives with various polymerization initiation modes. *Eur J Orthod* 2000; 22(4): 395-399.
- 8 Fan PL, Stanford CM, Stanford WB, et al. Effects of backing reflectance and mold size on polymerization of photoactivated composite resin. *J Dent Res* 1984; 63(10): 1245-1247.
- 9 Movahhed HZ, Ogaard B, Sverud M. An in vitro comparison of the shear bond strength of a resin reinforced glass ionomer cement and a composite adhesive for bonding orthodontic brackets. *Eur J Orthod* 2005; 27(5): 477-483.
- 10 Fricker JP. A new self curing resin modified glass ionomer cement for the direct bonding of orthodontic brackets in vivo. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1998; 113(4): 384-386.
- 11 Caccialesta V, Sfondrini MF, Scribante A, et al. Effect of blood contamination on shear bond strength of brackets bonded with a self-etching primer combined with a resin modified glass ionomer. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004; 126(6): 703-708.
- 12 Ip TB, Rock WP. A comparison of three light curing units for bonding adhesive pre-coated brackets. *J Orthod* 2004; 31(3): 243-247.

(2009年 8月 11日收稿)