

口腔正畸光固化粘接剂研究及应用进展

欧平花 综述 厉松 审校

【摘要】 光固化正畸粘接剂是一种新型的粘接系统,具有良好的生物相容性,其粘接性能符合临床正畸粘接的要求,而且具有较低的临床托槽脱落率,能够为临床医生提供充足的时间调节托槽的位置,因而在临床正畸粘接中应用越来越广泛。本文就光固化正畸粘接剂的固化原理、种类、性质以及研究方向进行综述,为临床应用提供参考依据。

1979年 Tavas and Watts将光固化树脂应用于正畸粘接,在光照前可调节定位托槽,为临床医生提供足够定位托槽的时间,提高托槽定位的准确性,因而在正畸临床上有较广泛的应用。有关光固化粘接的研究越来越多,本文就光固化正畸粘接剂的固化原理、种类、性质以及研究方向进行综述。

光固化粘接剂的组成及固化原理

光固化粘接剂的主要组成部分为树脂复合体,由合成的聚合物、陶瓷颗粒加强填料和硅烷耦合剂组成。硅烷耦合剂用来加强填料与聚合物的结合,树脂由有机单体和陶瓷粉末两个主要成份组成,激活的自由原子团使未饱和的甲基丙烯酸单体发生聚合反应。

光固化材料的固化反应是光引发剂吸收光能产生自由基,激活的自由基使未饱和单体发生聚合反应。光固化树脂类最早为紫外光固化,逐渐发展为可见光固化,消除了紫外光对患者粘膜的伤害。可见光固化粘接材料的固化反应是一种光激动反应,当可见光(410~490nm波长)照射后才能发生聚合反应。

光固化粘接剂的种类

1. 传统光固化树脂粘接剂

光固化树脂粘接剂包括两种成分:处理剂(primer)和粘接剂(paste),传统的处理剂为37%磷酸蚀,并且需要隔湿吹干,在湿性条件下,其粘接强度将大大减低。近期出现几种新的处理剂:① Transbond XT自酸蚀处理剂,具有自酸蚀能力,并且湿性条件下其粘接强度仍符合临床粘接的要求。② 防水性处理剂(moisture-insensitive primer, MIP)具有亲水作用,酸蚀处理后的釉质表面无需吹干隔湿。③ DenfilFlow,是一种流动树脂,具有较高的粘性和粘接强度,在处理的釉质表面无需再涂处理剂,使得临床操作更加简便。目前,光固化树脂粘接剂大多是国外生产的,包括 Transbond XT, Light-bond, Kurasper E, Variglass VLC等。近年国内同济大学研制了一种新型单组分光固化粘接剂,其力

学性能和超微结构与国内正畸临床广泛使用的京津粘接剂接近^[1]。

2 光固化树脂加强玻璃离子粘接剂

1994年 George V. Newman将玻璃离子粘接剂与光固化树脂相结合应用于临床正畸粘接。树脂加强玻璃离子粘接剂粘接时无需隔湿吹干,其在有无唾液污染的情况下均能产生足够粘接强度。在未经酸蚀处理的牙釉质表面进行粘接,粘接强度会降低三分之一到二分之一,但仍能满足临床需要。另外,树脂加强玻璃离子粘接剂还可以吸收和释放氟离子,它的氟离子释放能力具有长期性,能从唾液和食物中重新吸收氟离子,相当于“氟离子库”,因而能有效地预防牙釉质脱矿及白垩化损害。目前应用于临床的光固化树脂加强玻璃离子粘接剂主要为 Fuji ortho LC。

光固化粘接剂的生物相容性

目前关于光固化粘接剂生物相容性的研究并不多。Koliniotou^[2]研究证实光固化粘接剂的毒性要明显低于化学固化粘接剂。因为光固化能提高树脂单体的聚合转化率,显著减少自由单体。国内刘燕舞等^[1]对国产光固化粘接剂的研究也证实新型光固化粘接剂具有良好的细胞生物相容性。而 Bart Maurice等^[3]对 Transbond XT (3M, Monrovia Calif)光固化粘接剂毒性的研究发现,未固化的 Transbond XT处理剂具有较明显的毒性,对牙齿和牙龈都会产生损伤,但与固化的 Transbond XT粘接剂结合后毒性降低。

光固化粘接剂的粘接性能

光固化粘接剂应用于正畸临床虽然能提供足够的托槽定位时间,但许多医生质疑光照固化能否使粘接剂发生完全聚合反应产生足够强的粘接强度。许多学者通过体外试验对光固化粘接剂的粘接性能进行研究比较。

1 各种粘接材料间粘接性能的比较

张隆祺等^[4]比较研究了光固化粘接剂和化学固化粘接剂的剪切强度和托槽脱落后粘接剂残余量计分(adhesive remnant index,ARI),发现二者均无显著性差异。Manuel Toledano等^[5]比较了 Fuji ortho LC与 Light-bond两种光固化粘接剂与化学固化粘接剂在37%磷酸蚀蚀情况下的粘接强度,发现 Fuji ortho LC与 Light-bond的粘接强度要低于化

作者单位:100050北京首都医科大学口腔医学院正畸科

通讯作者:厉松, E-mail: dentistl@263.net 电话:13601166280

学固化粘接剂,但高于正畸临床所需的粘接强度;在去除粘接时 Fuji ortho LC 与 Light-bond 在牙釉质表面的残留量要低于化学固化粘接剂。而在光固化粘接剂中, Fuji ortho LC 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, Fuji ortho LC 在釉质表面的残留量相对较少,粘接剂残余量计分分值较低^[6]。

2 不同的牙面处理情况下粘接性能的比较

Bishara 等^[7]研究发现传统的釉质酸蚀(37%磷酸酸蚀)将使釉质丧失 10~30 μ m 厚度,去除粘接后釉质表面又将丧失接近 55 μ m 厚度。为了减少传统酸蚀处理对釉质的损害,产生了几种用来代替传统 37%磷酸酸蚀釉质的釉质表面处理方法,包括免冲洗调节剂(non-rinse conditioners NRCs)和自酸蚀处理剂。

自酸蚀处理剂与传统的 37%磷酸处理后 Transbond XT 的粘接强度,前者要低于后者,但其粘接强度均符合临床要求^[8]。然而 Tam er Turk^[9]研究发现自酸蚀处理剂处理与传统的 37%磷酸处理相比,在 5, 10, 15, 60min 时粘接强度无显著差异,而在 24 小时去粘接时,前者的粘接强度要高于后者。并且自酸蚀处理剂处理后光固化粘接剂的粘接强度受唾液污染的影响较传统 37%磷酸酸蚀处理要小,唾液污染无论轻还是重,自酸蚀处理剂处理都能产生足够临床需要的粘接强度^[10]。另外,在去除粘接时,自酸蚀处理剂在釉质表面残余量较少,电镜下显示牙釉质脱矿也较低^[11]。

2000 年 Cehreli and Altay^[12]发现免冲洗调节剂处理的釉质表面与传统的酸蚀(37%磷酸)处理相比更光滑。2006 年 Ascensön Vicente 等^[13]研究了免冲洗调节剂、自酸蚀处理剂和传统 37%磷酸酸蚀三种不同釉质处理后光固化树脂粘接剂(Transbond XT)的粘接强度和釉质表面的损害,发现三者的粘接强度无明显差异,而免冲洗调节剂和自酸蚀处理剂去除粘接时,釉质表面的残余量比传统酸蚀更少,电镜下显示免冲洗调节剂对釉质的渗透较自酸蚀处理剂要少。

Kirovski 等^[14]研究 Fuji ortho LC 在传统酸蚀处理(37%磷酸)的釉质表面,水污染,唾液污染,隔湿吹干三种状态下的粘接强度无统计学差异,其中传统酸蚀处理的釉质表面在存在唾液污染时 Fuji ortho LC 的粘接强度最大,在未酸蚀处理的釉质表面其粘接强度明显较低。但也符合临床正畸粘接的强度要求。有研究发现 Fuji ortho LC 粘接剂在 37%磷酸处理及存在唾液污染时的粘接强度与 Transbond XT 在 37%磷酸处理隔湿干燥状态下的粘接强度无差异^[8]。而 10%磷酸酸蚀处理和未酸蚀处理时 Fuji ortho LC 粘接强度明显减小。但在未酸蚀处理的牙釉质表面, Fuji ortho LC 去粘接时,绝大多数在釉质和粘接剂界面脱离,釉质表面几乎不残留粘接剂。

3 不同强度光源和固化时间条件下粘接性能的比较

光固化粘接剂必须在足够强度的可见光照射下才能激发聚合反应产生粘接作用。最早应用于正畸临床的光固化装置为卤素灯(Halogen-based)光固化装置。1995 年 Mills

等^[15]提出了二极管灯(light emitting diode LED)光固化装置。与卤素灯光固化装置相比,二极管灯固化 10s 即具有与卤素灯固化 40s 时的同等粘接强度。而二极管灯固化 20s 时粘接强度明显大于卤素灯固化 40s。

二十世纪九十年代,氩激光灯(Argon laser)应用于临床。氩激光灯能在短时间内固化光固化粘接剂,产生足够的粘接强度并能降低牙釉质的脱矿。研究发现使用氩激光灯,固化时间长短对粘接剂粘接强度无明显影响,固化时间大于 5s 后,粘接剂的粘接强度并不随着固化时间的增加出现明显的变化^[16]。Lauccio Serra^[17]比较研究氩激光灯光照 5s 和卤素灯光照 40s 的粘接剂粘接强度,发现两者的粘接强度相当,去粘接时氩激光灯在牙釉质表面的树脂残余物更多,但釉质裂纹的发生率却明显减少。然而近期有研究显示氩激光灯在光照固化粘接剂时可能增加髓腔温度 5~6 $^{\circ}$ C,将产生不可逆性牙髓炎。因而,氩激光灯并不推荐应用于临床^[18]。

随后出现了等离子弧灯(plasma arc)光固化装置。等离子弧灯固化 2s 时粘接剂的粘接强度符合临床要求,但低于卤素灯固化 20s 及二极管灯固化 10s 时的粘接强度。等离子弧灯固化 4s 时的粘接强度较等离子弧灯固化 2s 增加 20%,粘接强度与卤素灯固化 20s 相当。等离子弧灯固化 6s 的粘接强度与卤素灯固化 20s 及二极管灯固化 10s 的粘接强度无差异。等离子弧灯固化 6s 后粘接剂在去粘接时,更倾向于在粘接剂和釉质表面分离^[19]。

光固化粘接剂的临床粘接稳定性

大量体外实验证实光固化粘接剂的粘接强度符合正畸临床使用标准,但粘接剂需要在口腔湿性环境下维持 2~3 年,并承受咀嚼运动时的部分力,因而临床医生更追求粘接剂在临床粘接中的稳定性。Milkut 等^[20]研究光固化粘接剂临床粘接稳定性,在 548 名患者口内粘贴 7118 颗不锈钢托槽,进行 5 年临床观察。研究发现第一颗托槽的脱落出现于临床粘接后的第 442 天,5 年总的托槽脱落率为 6%,有较低的临床脱落率。与之相反,光固化树脂加强玻璃离子粘接剂的临床粘接稳定性较低。David^[21]进行为期 1 年的临床研究,发现光固化树脂加强玻璃离子粘接剂粘接托槽脱落率是光固化树脂粘接剂粘接托槽脱落率的 2.6 倍。

另外,近年来有学者发现釉质表面的不同处理会影响光固化粘接剂的临床粘接稳定性。使用 Ideal 1 自酸蚀处理剂酸蚀釉质与 37%磷酸酸蚀处理釉质,比较二者在 1 月、6 月、12 月的托槽脱落率。发现 Ideal 1 自酸蚀处理剂酸蚀釉质的脱落率要高于 37%磷酸酸蚀处理釉质,12 月的脱落率高达 72.4%^[22]。Transbond XT 在自酸蚀处理剂酸蚀条件下 6 个月的托槽脱落率为 1%,而 37%磷酸酸蚀处理釉质的脱落率仅为 3%^[23]。这说明光固化粘接剂应用自酸蚀处理剂将增加临床脱落率,虽然体外粘接强度符合临床要求,但不推荐应用于临床粘接。

不同强度的光源也会影响光固化粘接剂的粘接稳定性。Nkokos Pandis^[24]证实二极管灯固化 9秒粘接剂后 13个月的托槽脱落率为等离子弧灯固化 9秒的 2.5倍。

光固化粘接剂的研究现状及方向

光固化正畸粘接剂作为一种较新的粘接系统,目前的研究主要集中于采用体外实验从剪切强度方面研究其粘接强度。但临床上正畸托槽粘接所要求的粘接性能并不单纯与剪切强度相关,还与抗溶解性、吸水性、抗张性等多种因素有关,而这些性能与粘接材料的聚合度直接相关,只有聚合度达到一定程度时才能产生足够的粘接强度,并且提高粘接材料聚合度有利于降低树脂单体的毒性作用,因此研究光固化粘接剂的聚合度更加有意义。目前仅有一篇文献是关于光固化粘接剂在不同强度光源(卤素灯,二极管灯及等离子弧灯)照射下聚合度的研究^[25],关于光固化粘接剂聚合度其他方面的研究有待进一步进行。

综上所述:光固化正畸粘接剂具有良好的生物相容性,能为临床医生提供充足的托槽定位时间,其粘接强度与化学固化粘接剂接近,在临床应用中具有较低的托槽脱落率。另外,新型的光固化树脂加强玻璃离子粘接剂还具有氟释放和降低釉质脱矿的优点。随着不同光固化装置研究的进展,可以选择较强的光固化装置在最短时间对光固化粘接剂进行固化,减少椅旁操作时间。

参 考 文 献

- 1 刘燕舞,刘月华,张敬,等.新型光固化正畸釉质粘接剂的生物相容性研究.口腔正畸学,2006 13(1): 14-17.
- 2 Kolindou KE, Dinosopoulos P, Koulaouzidou EA, et al. In vitro cytotoxicity of six dentin bonding agents. J Oral Rehabil 2001, 28(10): 971-975.
- 3 Vande Vannet BM, Hanssens JL. Cytotoxicity of two bonding adhesives assessed by three-dimensional cell culture. Angle Orthod 2007, 77(4): 716-722.
- 4 张隆祺,王野平.光固化和化学固化树脂粘接剂剪切强度的对比研究.同济大学学报(医学版),2001,22(1): 18-19,22.
- 5 Manuel T, Raquel O, Estreua et al. Bond strength of orthodontic brackets using different light and self-curing cements. Angle Orthod 2003, 73(1): 56-63.
- 6 Movahhed HZ, Ogaard B, Syverud 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.
- 7 Bishara SE, VonWahl L, Laffoon JF, et al. Effect of altering the type of enamel conditioner on the shear bond strength of a resin-reinforced glass ionomer adhesive. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2000, 118(3): 288-294.
- 8 Cal-Neto JP, Carvalho F, Almeida RC, et al. Evaluation of a new self-etching primer on bracket bond strength in vitro. Angle Orthod 2006, 76(3): 466-469.

- 9 Turk T, Elekdogan-Turk S, Isci D. Effects of self-etching primer on shear bond strength of orthodontic brackets at different debond times. Angle Orthod 2007, 77(1): 108-112.
- 10 Paschos E, Westphal D, Ilie N, et al. Artificial saliva contamination effects on bond strength of self-etching primers. Angle Orthod 2008, 78(4): 716-721.
- 11 Cal-Neto JP, Miguel JA. Scanning electron microscopy evaluation of the bonding mechanism of a self-etching primer on enamel. Angle Orthod 2006, 76(1): 132-136.
- 12 Cehreli ZC, Altay N. Effects of a nonrinse conditioner and 17% ethylenediaminetetraacetic acid on the etch pattern of intact human permanent enamel. Angle Orthod 2000, 70(1): 22-27.
- 13 Vicente A, Bravo LA, Romero M. Self-etching primer and a non-rinse conditioner versus phosphoric acid alternative methods for bonding brackets. Eur J Orthod 2006, 28(2): 173-178.
- 14 Kirovski I, Madzarova S. Tensile bond strength of a light-cured glass ionomer cement when used for bracket bonding under different conditions: an in vitro study. Eur J Orthod 2000, 22(6): 719-723.
- 15 Ullmez S, Bulukyilmaz T, Karaman AI. Effect of light-emitting diode on bond strength of orthodontic brackets. Angle Orthod 2004, 74(2): 259-263.
- 16 Noel L, Rebelatto J, Sheats RD. The effect of argon laser irradiation on demineralization resistance of human enamel adjacent to orthodontic brackets: an in vitro study. Angle Orthod 2003, 73(3): 249-258.
- 17 Lakmini N, Foley TE, Voith R, et al. Polymerization with the argon laser: curing time and shear bond strength. Angle Orthod 2000, 70(1): 28-33.
- 18 Uhl A, Mills RW, Jandt KD. Polymerization and light-induced heat of dental composites cured with LED and halogen technology. Biomaterials 2003, 24(10): 1809-1820.
- 19 Thind BS, Stimups DR, Lloyd CH. A comparison of tungsten-quartz-halogen plasma arc and light-emitting diode light sources for the polymerization of an orthodontic adhesive. Eur J Orthod 2006, 28(1): 78-82.
- 20 Millet DT, Hallgren A, Cattanaach D, et al. A 5-year clinical review of bond failure with a light-cured resin adhesive. Angle Orthod 1998, 68(4): 351-356.
- 21 Hegarty DJ, Macfarlane TV. In vivo bracket retention comparison of a resin-modified glass ionomer cement and a resin-based bracket adhesive system after a year. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2002, 121(5): 496-501.
- 22 House K, Ireland A, J Sherriff M. An investigation into the use of a single component self-etching primer adhesive system for orthodontic bonding: a randomized controlled clinical trial. J Orthod 2006, 33(1): 38-44, discussion 28.
- 23 Ireland AJ, Knight H, Sherriff M. An in vivo investigation into bond failure rates with a new self-etching primer system. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2003, 124(3): 323-326.
- 24 Pandis N, Strigou S, Eliades T. Long-term failure rate of brackets bonded with plasma and high-intensity light-emitting diode curing lights: a clinical assessment. Angle Orthod 2007, 77(4): 707-710.
- 25 Niepraschk M, Rahiotis C, Bradley TG, et al. Effect of various curing lights on the degree of cure of orthodontic adhesives. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2007, 132(3): 382-384.

(2008年 4月 11日收稿)