

# 不同抛光工具对不同类型复合树脂表面微观结构的影响

孙磊 徐基亮 陈漪恺 刘春 夏荣

**【摘要】 目的:**探讨抛光工具对树脂表面微观结构的影响并与离体天然牙釉质表面进行比较。**方法:**将5种树脂试件( $n=9$ )随机各分为3组( $n=3$ ):Astropol抛光(A)组、Sof-Lex抛光(B)组、Super-snap抛光(C)组,分别进行抛光,对照(D)组为离体牙釉质表面。原子力显微镜测试试件表面粗糙度和微观结构。**结果:**抛光后A组的Ra值低于B组( $P=0.015$ );Z350 XT树脂抛光后获得的Ra值最低( $P<0.05$ );用3种不同的抛光工具抛光5种不同的树脂与对照组的Ra值比较无统计学差异( $P>0.05$ )。**结论:**Astropol抛光工具效果优于Sof-Lex;Z350 XT与其它4种树脂相比有更好的抛光性能;3种抛光工具对5种树脂抛光均有效。

**【关键词】** 复合树脂;抛光;表面粗糙度;微观结构;牙釉质

## The effects of different polishing instruments on the microstructure of different types of composite resins

SUN Lei<sup>1</sup>, XU Jiliang<sup>1</sup>, CHEN Yikai<sup>2</sup>, LIU Chun<sup>1</sup>, XIA Rong<sup>1</sup>. 1. 230601 Hefei, Department of Stomatology, The Second Hospital of Anhui Medical University, China; 2. Anhui Key Laboratory Optoelectronic Science and Technology, Hefei

**【Abstract】 Objective:** To evaluate the effect of different polishing instruments on the microstructure of composite resin. **Methods:** Specimens of 5 kinds of resins were randomly divided into three groups and were polished with Astropol (group A), Sof-Lex (group B) and Super-snap (group C) respectively ( $n=3$  for each resin). Specimens of natural enamel surface were used as the controls (group D). The surface roughness (Ra) and microstructure of the specimens were evaluated by an atomic force microscope (AFM). **Results:** Ra value in group A was lower than that in group B ( $P=0.015$ ); Z350 XT resin obtained the lowest Ra value among the 5 kinds of resin specimens ( $P<0.05$ ). All of the resin specimens had similar average Ra after polishing procedure ( $P>0.05$ ). **Conclusion:** Astropol polishing instrument is better than Sof-Lex; Z350 XT has better polish performance. The three polishing instruments are effective in polishing the 5 composite resins.

**【Key words】** Composite resin; Polishing; Surface roughness; Microstructure; Enamel

中图分类号:R781.05 文献标志码:A doi:10.3969/j.issn.1001-3733.2014.05.09

光固化复合树脂已逐步取代银汞合金成为各类牙体缺损直接和间接修复的主要材料,尤其适用于前牙牙体缺损的美容修复<sup>[1]</sup>。抛光是复合树脂修复术的重要步骤之一。在修复过程中充填后塑形等操作会使修复体表面粗糙,影响修复体的美观,同时粗糙的表面易堆积菌斑、着色,影响口腔软硬组织的健康及美观<sup>[2]</sup>。为了更有效地解决这些问题,诸多抛光工具及抛光技术应运而生。实验选择了目前临床较常用的复合树脂修复材料和抛光工具,探讨其抛光性能和抛光

效果,为临床合理选择树脂材料和抛光工具提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与设备

复合树脂:纳米混合填料复合树脂 Spectrum<sup>®</sup> TPH<sup>®</sup> 3, Tetric N-Ceram<sup>®</sup>;小颗粒混合填料复合树脂 BEAUTIFIL II, CHARISMA<sup>®</sup>;纳米填料复合树脂 Filtek<sup>™</sup> Z350 XT(表1)。

抛光工具:Sof-Lex(3M ESPE, USA);Astropol( Ivoclar vivadent, Liechtenstein );Super-snap( Shofu, Japan )。

原子力显微镜(AFM, Innova Veeco, USA)。

### 1.2 实验方法

1.2.1 树脂试件制备 取2.0 mm厚聚四氟乙烯(特氟隆)板1块,垂直于表面制作一个直径为10.0 mm的圆孔,对特氟隆板打磨、抛光,确保其表面清洁和光

基金项目:安徽省科技厅年度重点科研资助(编号:11070403063);安徽医科大学校科学研究基金(编号:2013xkj036)

作者单位:230601 合肥,安徽医科大学第二附属医院口腔科(孙磊 徐基亮 刘春 夏荣);安徽省光电子科学与技术重点实验室(陈漪恺)

通讯作者:夏荣 0551-63869415

滑。采用复合树脂 Z350XT、CHARISMA、BEAUTIFIL II、SPECTRUM 和 Tetric N-ceram 分别制作试件各 9 个,共计 45 个。将各树脂材料分别填压入模具中,为

避免产生气泡,在树脂表面覆盖聚酯薄膜,用载玻片在模具上挤压出多余树脂,使用光固化机按材料使用说明进行紫外光照射固化,待其固化后取出试件。

表 1 实验用复合树脂材料的规格和生产厂商  
Tab 1 Details about composites resin used in the study

| 商品名称<br>(LOT)                    | 制造商                                   | 填料主要成分                                                                                                 | 类 型    | 填料含量重<br>量比(%) | 填料含量体<br>积比(%) | 色度             |
|----------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------------|----------------|----------------|
| Spectrum® TPH® 3<br>(1203001030) | DENSPLY,<br>USA                       | 钡铝硼硅酸盐和钡硼硅酸盐氟硅<br>酸铝(平均微粒直径小于 1 $\mu\text{m}$ ),<br>高度分散的二氧化硅 10 ~ 20 nm                               | 纳米混合型  | 75 - 77        | 58             | A <sub>2</sub> |
| Tetric N-Ceram®<br>(R81783)      | Ivoclar<br>vivadent,<br>Liechtenstein | 钡玻璃,三氟化铈,混合氧化物和<br>共聚物 40 nm ~ 3 $\mu\text{m}$                                                         | 纳米混合型  | 80 - 81        | 55 - 57        | A <sub>2</sub> |
| BEAUTIFIL II<br>(041256)         | Shofu,<br>Japan                       | 多功能玻璃填料和以氢氧化铝硼<br>硅酸玻璃为基础的 S-PRG 填料,<br>填料粒度为 0.01 ~ 4 $\mu\text{m}$                                   | 小颗粒混合型 | 83.3           | 68.6           | A <sub>2</sub> |
| CHARISMA®<br>(52433)             | Heraeus<br>Kulzer,<br>Germany         | 钡铝玻璃和二氧化硅 0.02 ~ 2 $\mu\text{m}$                                                                       | 小颗粒混合型 | 64             | 58             | A <sub>2</sub> |
| Filtek™ Z350 XT<br>(N397069)     | 3M™<br>ESPE™,<br>USA                  | 20 nm 的无团聚/非聚集型硅填<br>料,4 ~ 11 nm 的无团聚/非聚集型<br>氧化锆填料和聚集型氧化锆/硅<br>微泡填料(包含 20 nm 的硅和 4 ~<br>11 nm 的氧化锆粒子) | 纳米型    | 72.5           | 55.6           | A <sub>2</sub> |

1.2.2 树脂试件分组和抛光 将每种树脂的 9 个试件随机分为 3 组,每组 3 个:A 组用 Astropol (ivoclar vivadent, Liechtenstein) 抛光工具、B 组用 Sof-Lex (3M ESPE, USA) 抛光工具、C 组用 Super-snap (Shofu, Japan) 抛光工具抛光试件表面。每组均按材料使用说明进行抛光,全部抛光过程由一人完成。

1.2.3 牙釉质试件制备 对照组(D 组)选择离体中切牙 3 个,确保牙冠唇侧釉质表面的完整性,并将其牙根切除,舌面修整为平面。

离体天然中切牙纳入标准:(1)牙冠釉质表面光滑平整;牙冠无缺损;(2)牙冠色泽正常。

离体天然中切牙排除标准:(1)四环素牙、氟斑牙、死髓变色牙等颜色异常牙;(2)釉质发育不全、遗传性牙本质发育不全等结构异常牙;(3)过小牙、锥形牙等形态异常牙;(4)牙隐裂、酸蚀症、楔状缺损等有慢性损伤的牙;(5)牙冠表面有牙结石、色素沉着;(6)牙冠表面有脱矿、充填体。

1.2.4 表面粗糙度测定 将树脂试件和离体牙釉质试件超声清洗后,于酒精中 24 h 以去除表面碎屑,避光置于恒温 37  $^{\circ}\text{C}$  的生理盐水中 7 d。

将试件空气吹干 30 s,用原子力显微镜在试件表面不同半径上随机选择 3 个位点,获取表面形貌图,用 Zprobscan 软件分析出粗糙度值 Ra 和三维照片,取 3 个位点 Ra 的平均值。

1.2.5 统计学处理 使用 SPSS 10.0 软件,采用 Dunnett 两两比较法分别对 A、B、C 3 组与 D 组数据进行比较,采用双因素方差分析对使用不同抛光工具抛光同一种树脂以及使用同一种抛光工具抛光不同树脂所得 Ra 值进行比较,  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结 果

2.1 不同抛光工具、不同树脂试件与天然牙釉质试件表面粗糙度的 Ra 值的比较

天然牙釉质试件(对照组)表面的粗糙度值 Ra 为  $(25.52 \pm 9.94)$  nm,用 3 种抛光工具抛光 5 种树脂试件的 Ra 值(表 2)分别与对照组进行比较,经统计学检验,差异均无统计学意义( $P > 0.05$ )。

2.2 不同抛光工具、不同树脂试件的 Ra 值的比较

采用两因素方差对不同抛光工具、不同树脂试件的 Ra 值进行分析,结果不同抛光工具( $F = 3.341, P =$

0.046) 和不同树脂试件 ( $F=7.893, P<0.001$ ) 均有统计学意义,进一步对 3 种不同抛光工具、5 种不同树脂试件做两两比较分析发现,3 种不同抛光工具比较, A 组的 Ra 值低于 B 组 ( $P=0.015$ ), A 组与 C 组、B 组

与 C 组之间的 Ra 值均没有统计学差异 ( $P>0.05$ ); 5 种不同树脂试件之间比较, Filtek™ Z350 XT 树脂表面的 Ra 值均小于其它树脂 ( $P<0.05$ ), 其它树脂之间的 Ra 值比较没有统计学差异 ( $P>0.05$ )。

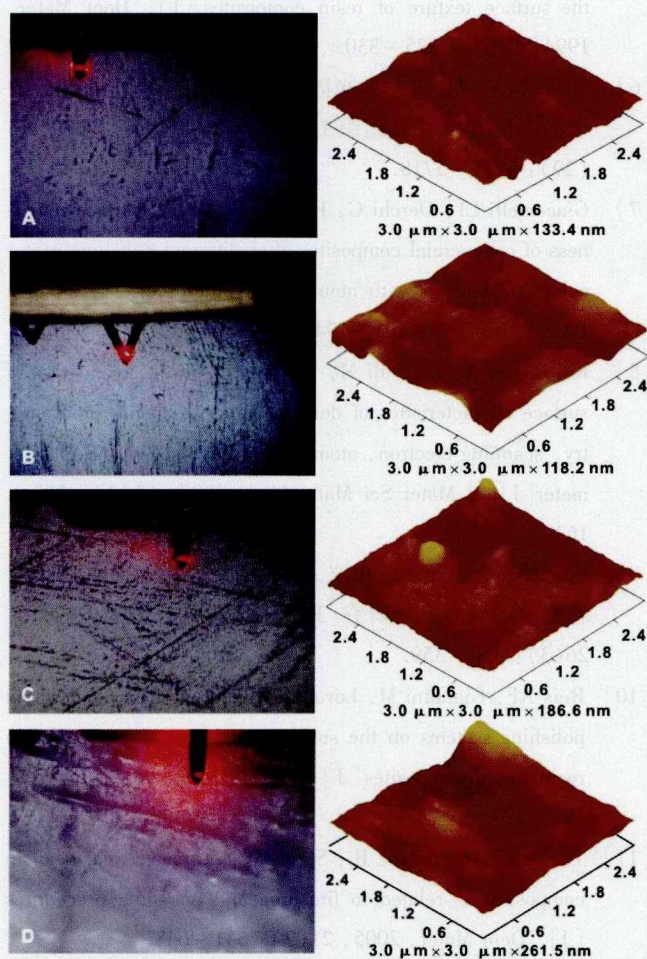
表 2 3 种抛光工具抛光 5 种树脂试件表面的 Ra 值

(nm,  $\bar{x} \pm s$ )

Tab 2 Ra value of five kinds of resin specimens polished with three kinds of polishing instruments

(nm,  $\bar{x} \pm s$ )

| 组 别          | Spectrum®<br>TPH® 3 | Tetric<br>N-Ceram® | BEAUTIFIL<br>II | CHARISMA®     | Filtek™<br>Z350 XT |
|--------------|---------------------|--------------------|-----------------|---------------|--------------------|
| A-Astropol   | 32.02 ± 11.29       | 24.00 ± 13.42      | 23.46 ± 4.86    | 17.96 ± 2.53  | 11.22 ± 2.20       |
| B-Sof-Lex    | 34.37 ± 2.29        | 29.16 ± 0.94       | 32.99 ± 11.92   | 32.02 ± 6.22  | 13.65 ± 1.98       |
| C-Super-snap | 28.79 ± 3.38        | 29.87 ± 3.66       | 22.34 ± 1.65    | 32.40 ± 11.02 | 16.88 ± 9.61       |



A: A 组 Filtek™ Z350 XT 树脂; B: B 组 Filtek™ Z350 XT 树脂; C: C 组 Filtek™ Z350 XT 树脂; D: 天然牙釉质

图 1 Filtek™ Z350 XT 树脂试件的表面形貌 (AFM)

A: Filtek™ Z350 XT; B: Filtek™ Z350 XT; C: Filtek™ Z350 XT; D: Natural enamel

Fig 1 The surface morphology of the Filtek™ Z350XT resin and enamel specimens (AFM)

## 2.3 试件的表面形貌 (AFM)

树脂试件和天然牙釉质的表面形貌和三维照片见图 1, A、B、C 组树脂试件中 Filtek™ Z350 XT 树脂表面均较同组的其它 4 种复合树脂均匀和致密, 抛光后的划痕浅且较少, 取样长度 (3.0 μm) 内轮廓最大高度 Rmax 值 (最大峰高与最大谷深的高度差) 也较同组其它 4 种复合树脂低。

## 3 讨论

### 3.1 抛光的重要性

口腔细菌可以通过黏附聚集在修复体表面形成菌斑, 从而导致龋齿的发生。因此, 控制修复体表面菌斑的形成, 对于减少继发龋尤为重要。菌斑在修复体表面的形成与许多因素有关, 除了细菌自身因素外, 修复体的表面粗糙度对菌斑附着影响较大<sup>[3-4]</sup>。国内外的大量研究表明<sup>[5]</sup>, 复合树脂使用聚酯薄膜时所形成的压接面润泽性最高, 但该压接面固化程度低, 易着色、脱落, 而且聚酯薄膜压接成型的方法受到牙体形态和不同修复方法的限制, 难以被临床所接受。树脂充填后, 需要通过修形和抛光去除树脂修复体的最外层, 形成硬度更高、更稳定的表面。良好的修形与抛光可以获得光滑的修复体表面, 有效防止树脂修复体表面着色、菌斑沉积以及继发龋和牙龈炎的发生, 从而提高树脂修复体的美观性能和延长使用寿命<sup>[6]</sup>。

### 3.2 抛光效果的测定方法

树脂表面的抛光效果可以通过测定其表面粗糙度 Ra 来判断, 有定性和定量 2 种方式。以往的研究多采用扫描电子显微镜 (SEM) 和表面轮廓粗糙度仪 (Profilometer)。本实验为了更好地评价树脂经过抛光后表面微观结构的变化使用了原子力显微镜。原子力显微镜<sup>[7]</sup>是继扫描隧道显微镜之后发明的一种具有原子级高分辨率的新型仪器, 它能以纳米级分辨率获得树脂表面的结构信息, 能达到对树脂表面既定性又定量

的研究。同时,Kakaboura 等<sup>[8]</sup>也证实,相对扫描电镜和表面粗糙度仪,原子力显微镜具有更高的分辨率并能获得样本表面更清晰的微观形貌图像。

### 3.3 影响树脂表面粗糙度的因素

树脂表面粗糙度取决于修整抛光器械的柔韧性及其研磨颗粒的硬度和大小<sup>[9]</sup>,同时树脂填料的大小、硬度及数量也与树脂表面粗糙度密切相关。抛光器械的研磨颗粒必须要比树脂填料的硬度大,才能有效地抛光,否则只能去除硬度较低的树脂基质而余留的填料颗粒会突出于树脂表面,这些余留的填料颗粒在咀嚼过程中由于受力,会发生折断脱落而形成空穴<sup>[10]</sup>,这二者均会增加表面粗糙度。本实验所采用的3组抛光工具(A组 Astropol、B组 Sof-Lex 和 C组 Super-snap3)均含有氧化铝颗粒,氧化铝的硬度比二氧化硅大,而且比大多数复合树脂填料的硬度高,具有更好的研磨效果,抛光时能将树脂基质和填料同步磨除,形成光滑的表面。5种复合树脂分别经A组 Astropol、B组 Sof-Lex 和 C组 Super-snap3 种抛光工具抛光后,A组的Ra值显著低于B组,其余各组之间无统计学差异。这可能与A组 Astropol 系列抛光工具中额外含有金刚石颗粒有关,同时也揭示了实验中树脂的抛光效果与抛光工具的类型有关。

Filtek™ Z350 XT 树脂经不同的抛光工具抛光后,均能获得最小的Ra值。此外AFM三维照片也显示了Filtek™ Z350 XT 树脂经过抛光后的表面均匀、致密,划痕少而浅,表明Filtek™ Z350 XT 纳米填料复合树脂体现出较好的抛光性能,这可能与Filtek™ Z350 XT 含有直径在20 nm以内纳米级的硅和氧化锆填料,且均匀分布于树脂基质中有关。研究表明,填料颗粒小且分布均匀者比填料大者更容易获得光滑的表面<sup>[11]</sup>。

3种抛光工具抛光5种复合树脂后获得的Ra值与天然牙釉质表面粗糙度的Ra值在统计学上均没有差异,表明临床上常见的这几种树脂经过上述的3种抛光工具抛光后,表面粗糙度均可达到天然牙釉质表面的光滑水平,可以满足临床的需要<sup>[12]</sup>。Bollen 等<sup>[13]</sup>也提出,就抑制菌斑形成而言,Ra值为0.2 μm 应该是表面粗糙度的极限值,超过此值,表面粗糙度增加,菌斑数量也相应增加。本实验中试件的Ra值(25.41 nm)均远远低于此数值。

本实验表明:抛光工具和树脂对修复体表面抛光性能均有影响,但其表面粗糙度Ra值与天然牙釉质表面粗糙度无统计学差异,可以满足临床需求。

### 参 考 文 献

[1] 王丹凤,宋光泰. 树脂修整抛光技术的研究进展[J]. 国

际口腔医学杂志,2008,35(1):44-47.

- [2] 隋强,陆怀秀,刘亚君,等. 抛光对三种复合树脂表面粗糙度影响的实验研究[J]. 中华老年口腔医学杂志,2009,7(3):139-141.
- [3] Lainović T, Vilotić M, Blaižić L, et al. Determination of surface roughness and topography of dental resin-based nanocomposites using AFM analysis[J]. Bosn J Basic Med Sci, 2013, 13(1): 34-43.
- [4] Kantorski KZ, Scotti R, Valandro LF, et al. Surface roughness and bacterial adherence to resin composites and ceramics[J]. Oral Health Prev Dent, 2009, 7(1): 29-32.
- [5] Chung KH. Effects of finishing and polishing procedures on the surface texture of resin composites[J]. Dent Mater, 1994, 10(5): 325-330.
- [6] 邹承蓉,王炎,崔锐. 光固化复合树脂经抛光处理后的表面变化[J]. 中国组织工程研究与临床康复,2009,13(29):5715-5718.
- [7] Giacomelli LI, Derchi G, Frustaci A, et al. Surface roughness of commercial composites after different polishing protocols: An analysis with atomic force microscopy[J]. Open Dent J, 2010, 4: 191-194.
- [8] Kakaboura A, Fragouli M, Rahiotis C, et al. Evaluation of surface characteristics of dental composites using profilometry, scanning electron, atomic force microscopy and gloss meter[J]. J Mater Sci Mater Med, 2007, 18(1): 155-163.
- [9] 古林娟,徐阳耀,赵信义,等. 洁治及抛光对釉质表面粗糙度影响的实验研究[J]. 实用口腔医学杂志,2010,26(3):356-359.
- [10] Reis AF, Giannini M, Lovadino JR, et al. The effect of six polishing systems on the surface roughness of two packable resin-based composites[J]. Am J Dent, 2002, 15(3): 193-197.
- [11] Turssi CP, Ferracane JL, Serra MC. Abrasive wear of resin composites as related to finishing and polishing procedures[J]. Dent Mater, 2005, 21(7): 641-648.
- [12] Shintani H, Satou J, Satou N, et al. Effects of various finishing methods on staining and accumulation of Streptococcus mutans HS-6 on composite resins[J]. Dent Mater, 1985, 1(6): 225-227.
- [13] Bollen CM, Lambrechts P, Quirynen M. Comparison of surface roughness of oral hard materials to the threshold surface roughness for bacterial plaque retention: A review of the literature[J]. Dent Mater, 1997, 13(4): 258-269.

(收稿:2013-10-29 修回:2013-12-27)