

- [8] Alvarez-Azaustre M P, Greco R, Llena C. Oral health-related quality of life in adolescents as measured with the child-oidp questionnaire: a systematic review[J]. Int J Environ Res Public Health, 2021,18(24):12995.
- [9] 莫丽妮, 林旭征. 根尖囊肿微创术联合根管倒填充术对根尖周病变的骨吸收影响[J]. 罕少疾病杂志, 2021,28(5):10-12.
- [10] 鲁诚, 兰卫东. 锥形束CT联合热牙胶技术治疗下颌第二磨牙C形根管的疗效[J]. 中国CT和MRI杂志, 2022,20(7):27-30.
- [11] 冯一帆, 吕炳建, 平雅坤. 不同麻醉方式下乳磨牙iRoot BP Plus牙髓切断术疗效观察[J]. 河北医科大学学报, 2021,42(3):355-357,372.
- [12] 钟婉金, 李月梅, 陈婵婵, 等. iRoot BP Plus乳磨牙活髓切断术3年疗效观察[J]. 口腔医学研究, 2022,38(7):669-672.
- [13] 杨亚丽. iRoot BP在乳磨牙深龋间接盖髓中的应用价值观察[J]. 山西医药杂志, 2022,51(16):1858-1860.
- [14] 刘燕, 冯萧霆, 杨玉娥, 等. 口腔无痛麻醉在儿童乳磨牙牙髓切断术中的应用[J]. 中华口腔医学研究杂志(电子版), 2020,14(1):37-40.
- [15] 贾朝清, 刘晓礼, 王惠敏. 生物陶瓷材料应用于乳磨牙深龋间接盖髓的临床效果评价[J]. 现代口腔医学杂志, 2020,34(6):360-362.

[收稿日期]2023-07-05

本文引用格式: 夏悦, 刘璐, 李思琪. iRoot BP Plus活髓切断术治疗乳磨牙深龋的疗效及对预后的影响[J]. 中国美容医学, 2025,34(2):156-160.

两种正畸粘接剂在磨除抛光后对牙釉质表面的影响

东红岗¹, 黄鹏飞¹, 东亮颖², 张兰¹, 顾泽旭³

(1.西安海涛口腔医院正畸科 陕西 西安 710065; 2.新疆医科大学第二临床医学院 新疆 乌鲁木齐 830092; 3.空军军医大学口腔医院正畸科 陕西 西安 710032)

[摘要]目的: 比较两种不同正畸托槽粘接剂在去除托槽后对牙釉质表面的影响。方法: 将40颗离体牙随机分为两组, 实验组采用GC正畸用树脂强化型玻璃离子水门汀、对照组采用3M正畸光固化树脂型粘接剂进行金属托槽粘接。拆除托槽后分别对牙面粘接前、拆除托槽后和金刚砂车针+砂粒子序列抛光后的牙表面粗糙度值测量并进行分析对比; 随机在两组中各选择4个样本, 在托槽粘接前、拆除托槽后、金刚砂车针+砂粒子序列抛光后的釉质表面, 剖面进行电镜观察。结果: 在拆除托槽后牙面粘接剂的残留指数方面, 实验组与对照组差异有统计学意义($P < 0.05$)。拆除托槽后牙面粗糙度值对比, 两组差异有统计学意义($P < 0.05$); 经过金刚砂车针+砂粒子序列抛光后对比, 两组粗糙度值比较差异无统计学意义($P > 0.05$), 但操作时间比较差异有统计学意义($P < 0.05$)。电镜显示: 抛光后实验组牙面残留少, 颗粒粗, 牙釉质内树脂突少; 对照组牙面残留多, 颗粒细, 牙釉质内树脂突多。结论: GC正畸用树脂强化型玻璃离子水门汀与3M正畸粘接树脂均易被金刚砂抛光车针+砂粒子序列抛光清除, 但GC正畸用树脂强化型玻璃离子水门汀清除时间短, 在牙釉质表面及釉质内残留少。

[关键词] 正畸; 粘接剂; 磨除; 抛光; 牙釉质; 影响

[中图分类号] R783.5 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1008-6455(2025)02-0160-04

Effects of Two Kinds of Orthodontic Adhesives on Enamel Surface after Polishing and Brushing in Vitro

DONG Honggang¹, HUANG Pengfei¹, DONG Liangying², ZHANG Lan¹, GU Zexu³

(1. Department of Orthodontics, Xi'an Haitao Dental Hospital, Xi'an 710065, Shaanxi, China; 2. The Second Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University, Urumqi 830092, Xinjiang, China; 3. Department of Orthodontics, College of Stomatology, the Fourth Military Medical University, Xi'an 710032, Shaanxi, China)

Abstract: Objective To compare the effects of two different orthodontic bracket cements on enamel surface roughness and morphology after bracket removal and polishing. **Methods** Forty teeth were randomly divided into two groups and bonded with metal brackets using either cement. Surface roughness was measured before bonding, after bracket removal, and after polishing. Enamel surfaces and cross-sections were viewed under electron microscopy at each step for four samples per group. **Results**

通信作者: 顾泽旭, 主任医师、博士; 研究方向为固定隐形正畸。E-mail: guzexu@fmmu.edu.cn

第一作者: 东红岗, 副主任医师、业务院长; 研究方向为正畸、前牙美学修复。E-mail: 1036423679@qq.com

The resin-reinforced glass ionomer cement left significantly less adhesive residue after bracket removal ($P < 0.05$) and resulted in lower surface roughness compared to the resin-based adhesive ($P < 0.05$). Following polishing, there was no significant difference in roughness between the two groups ($P > 0.05$). Electron microscopy revealed fewer remnants, larger particles, and less resin protrusions in the enamel for the glass ionomer cement group after polishing. **Conclusion** Both cements can be effectively removed by diamond bur and particle polishing without damaging the enamel. However, resin-reinforced glass ionomer cement results in easier cleanup and less enamel roughness compared to light-cured resin-based adhesive for metal brackets.

Key words: orthodontic; bonding; abrasion; polishing; enamel; effects

在固定矫治结束托槽去除后, 釉质表面残留粘接剂不易清除, 容易导致菌斑滞留及色素沉着, 影响牙面光洁度及牙的健康。本研究比较正畸常用的GC Fuji Ortho LC正畸光固化强化型玻璃离子水门汀和3M Unitek TSansbond XT光固化树脂粘接剂在去除托槽后使用金刚砂车针+砂粒子序列抛光后的情况, 研究牙表面残留材料的清除效率及对牙面的影响, 现报道如下。

1 材料和方法

1.1 实验材料: 选择2021年1月-2021年5月在西安交大口腔医院正畸科及海涛口腔医院正畸科正畸减数治疗的12~18周岁患者需要拔除的前牙及前磨牙40颗, 清洗保存于4℃ 1%甲醛溶液中备用。离体牙纳入标准: 形态正常、釉质发育良好, 无氟斑牙及龋坏。

1.2 实验主要器材: 金属直丝弓网底托槽(杭州雅美公司, 0.022×0.028英寸)。格魯瑪酸蚀剂(Gluma Etch 35 Gel, 德国), GC Fuji Ortho LC正畸光固化强化型玻璃离子水门汀粘接剂(GC, 日本), 3M ESPE BOND2牙釉质粘接剂(3M, 美国), 3M Unitek TSansbond XT光固化树脂(3M, 美国), 抛光膏(美国3M公司产品); 金刚砂TR-26EF抛光车针(日本, MANI公司), 砂粒子(One-Gloss, 日本松风公司)。光固化灯(CL-628, Beyond, 美国); 高速手机(佛山宇森公司产品, 型号CX-207A), 体视显微镜(SMZ-1500, NIKON, 日本); 3D测量激光显微镜(LEXT, 奥林巴斯OLS5000, 日本); 离子溅射镀膜仪(QuorumSC7620, 英国); 扫描电子显微镜(EVOMA25/LS25, ZEISS, 德国)。

1.3 人工唾液: 采用Greenwood^[1]配方, 无菌条件下配置, 然后置入4℃水箱备用。如下分析纯试剂量: KCl 2.4 g、Ca₃(PO₄)₂ 0.6 g、k₂HPO₄ 1.4 g、K₂SO₄ 0.9 g、Na₃PO₄ 0.8 g、白蛋白 5.0 mg, 加蒸馏水至1 000 ml配制而成, pH为6.7~6.8。

1.4 实验步骤

1.4.1 样本的托槽粘接: 牙面清洁后将所有离体牙分两组, 每组20颗。按照粘接剂使用说明进行操作。GC正畸粘接玻璃离子组(即实验组): 采用GC Fuji Ortho LC正畸光固化强化型玻璃离子水门汀, 用稍潮湿的小棉球轻轻

沾干牙面, 按产品说明书推荐的粉液比调和光固化树脂玻璃离子水门汀粘接。3M正畸粘接树脂组(即对照组): 采用3M Unitek TSansbond XT正畸光固化树脂粘接剂, 35%格魯瑪釉质酸蚀剂酸蚀牙面30 s, 高压水气枪冲洗20 s, 吹干10 s呈白垩色; 牙面上涂Bond2, 托槽上放置Unitek TSansbond XT树脂后将托槽定位粘接, 光固化40 s。粘接位置为托槽常规粘接部位, 并去除多余的粘接剂。粘接结束后30 min, 将样本置于37℃人工唾液中储存1周。1周后, 所有托槽均粘接良好。

1.4.2 去除托槽: 用托槽去除钳去除托槽。

1.4.3 粘接剂磨除抛光: 拆除托槽后, 残余粘接剂采用MANI TR-26EF锥形圆头金刚砂抛光车针+砂粒子抛光处理, 即本实验粘接剂采用MANI TR-26EF锥形圆头金刚砂抛光车针+砂粒子序列抛光。具体操作过程如下: 先用金刚砂车针磨除粘接剂, 直至肉眼观察无残留; 然后将砂粒子安装于15 000 r/min低速手机上, 锥体平行于牙体长轴方向, 去除牙面粘接剂并抛光, 直至肉眼观察牙面光滑(观察标准: 吹干牙面, 粘接剂区与未粘接区平整光滑)。

以上所有操作均由具有20年工作经验的正畸医生一人完成, 减少因操作失误造成的划痕或偏差。

1.5 粘接剂残留指数(Adhesive remnant index, ARI)评价: 在粘接剂被序列抛光后, 分别分析各样本的ARI。在10×体视显微镜下盲法观察牙面, 并参考Bishara SE等^[2]的方法进行评分。1分, 无粘接剂留于牙面; 2分, ≤10%的粘接剂留于牙面; 3分, 10%~90%的粘接剂留于牙面; 4分, ≥90%的粘接剂留于牙面; 5分, 所有粘接剂留于牙面。

1.6 粗糙度值测量: 粗糙度值测量采用区域形貌的粗糙度Sa作为评定参数, 用于评定表征物体表面二维形貌的粗糙程度。用橡皮泥将其固定于载物台上, 在托槽粘接区域采用激光共聚焦无接触测量, 选定取样区域1 286 μm×1 286 μm大小, 自动数据采集记Sa。托槽粘接前、托槽拆除后、金刚砂车针+砂粒子序列抛光后分别测量牙表面粗糙度值, 记为Sa0、Sa1、Sa2。

1.7 扫描电镜观察: 每组中随机选择4个样本, 进行1~4样本序号标记。1~2号样本观察釉质表面, 分别在托槽粘接前、拆除托槽后、金刚砂车针+砂粒子序列抛光后观察。

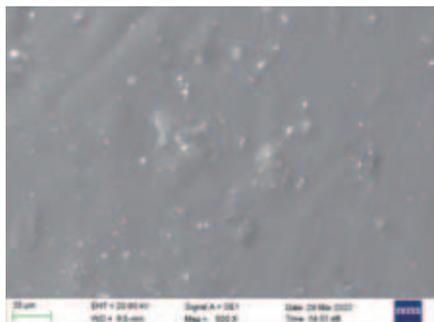


图1 托槽粘接前健康牙表面

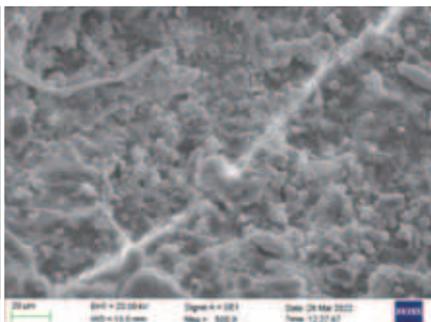


图2 拆除托槽后实验组牙釉质表面

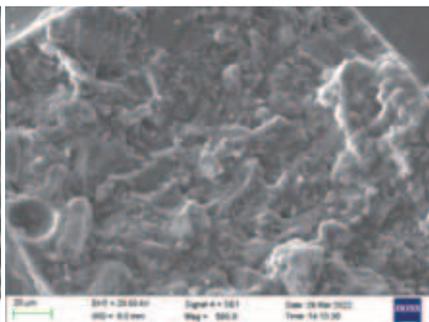


图3 拆除托槽后对照组牙釉质表面

3~4号样本垂直于牙根在粘接区切开后用来观察剖面，在经过金刚砂车针+砂粒子序列抛光观察。在500倍视野下，观察各组样本在粘接前釉质表面、粘接后粘接剂表面，以及抛光后粘接剂区剖面的粘接剂与牙釉质结合的超微结构情况，并摄片保存。

1.8 统计学分析：采用 SPSS. 20.0 软件对两种材料的粘接材料残留指数进行皮尔逊卡方分析比较。分析前对数据进行方差齐性检验，组内采用LSD法进行多重比较，组间表面粗糙度值比较采用配对样本t检验。

2 结果

2.1 粘接剂残留指数比较：拆除托槽后牙面残留粘接剂残留指数比较，实验组ARI评分集中在1~3分（16/20）；对照组ARI评分集中在4~5分（15/20），两组比较差异有统计学意义（ $\chi^2=12.130, P<0.001$ ）。

2.2 操作时间：实验组和对照组残留粘接剂经金刚砂车针+砂粒子序列抛光，需要的操作时间分别为（ 8.91 ± 0.97 ）s、（ 19.78 ± 1.80 ）s，差异有统计学意义（ $P<0.05$ ）。

2.3 粗糙度值测量：拆除托槽后两组粗糙度值（Sa1）比较，差异有统计学意义（ $P<0.05$ ）。两组拆除托槽后（Sa1）与粘接前（Sa0）牙面粗糙度值比较，差异有统计学意义（实验组： $t=-32.701, P<0.05$ ；对照组： $t=-46.293, P<0.05$ ），说明拆除托槽后牙面更粗糙了，需要抛光。两组金刚砂车针+砂粒子序列抛光后（Sa2）与粘接前（Sa0）粗糙度值比较，差异无统计学意义（ $P>0.05$ ），说明抛光后均能达到良好的抛光效果。见表1。

表1 两种粘接剂牙面粗糙度值测量值（Sa）比较（ $\mu m, \bar{x}\pm s$ ）

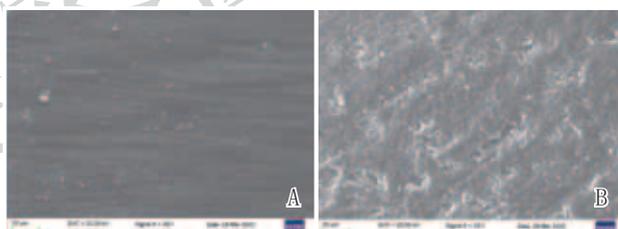
组别	离体牙数	Sa0	Sa1	Sa2
实验组	20	1.97±0.23	19.09±2.33 [#]	2.49±0.24
对照组	20	1.98±0.31	16.52±1.37 [#]	2.48±0.26
t/Z值		-0.197	-3.598 [*]	-0.166
P值		0.117	0.016	0.512

注：[#]表示同组拆除托槽后与粘接前牙面粗糙度值比较， $P<0.05$ ；^{*}因Sa1原始数据方差不齐，采用秩和检验。

2.4 电镜观察（均放大500倍）：未经粘接及抛光处理的健

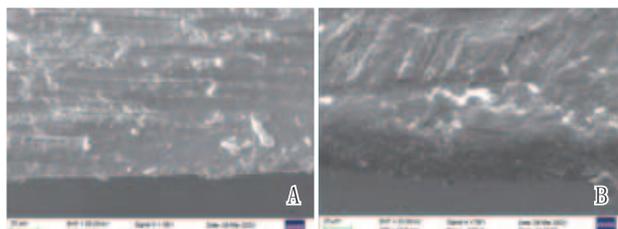
康牙表面较为光洁，仅见少量浅而规则的划痕（见图1）。拆除托槽后牙釉质表面粘接剂残留情况，实验组残留材料颗粒粗、大小不一致（见图2），对照组粗颗粒均匀、大小相对一致（见图3）。

金刚砂车针+砂粒子序列抛光后电镜观察，牙釉质表面：实验组牙面残留材料面积小于托槽面积，少许残留颗粒；对照组牙面残留材料面积大于托槽面积，树脂残留多呈密集点状表面。见图4。牙釉质剖面：实验组未见明显残留，牙釉质内可见少量树脂突；对照组可见较多残留材料，牙釉质内可见大量树脂突。见图5。



注：A. 实验组；B. 对照组

图4 金刚砂车针+砂粒子序列抛光后电镜下牙釉质表面图片（500×）



注：A. 实验组；B. 对照组

图5 金刚砂车针+砂粒子序列抛光后电镜下牙釉质剖面图片（500×）

3 讨论

GC正畸粘接玻璃离子是在玻璃离子中加入10%~20%的树脂单体后形成的产物，与釉质表面化学粘接可保持釉质的完整性，可以减少正畸中釉质脱矿及白垩色斑的发生^[3]。3M正畸粘接树脂，其具有粘接性能强、抗剪切力强，疗效好的特点。国内外学者对正畸托槽拆除后粘接剂去除方法进行了很多研究，如慢速碳钨车针损害小^[4]，但速度慢；也有学者研究激光去掉玷污层和空气喷磨去掉

残留物^[5],但仍无法确认一种最佳方案^[6]。对于正畸粘接剂的快速有效抛光,范晓川等^[7]认为MANI TC-11EF金刚砂车针+矽粒子序列效率最高。但笔者认为所使用TC-11EF锥形锥头抛光车针易在清除粘接剂时产生划痕导致粗糙度值增加,故改用MANI TR-26EF锥形圆头金刚砂抛光车针其直径约0.8 mm,不易形成划痕的良好抛光效果。

托槽拆除后牙面粘接剂残留指数(ARI)分析,可以间接评价粘接剂粘接强度和断裂面位置。本实验GC正畸粘接玻璃离子在牙面残留ARI评分均集中在1~3,断裂面靠近牙釉质/粘接剂界面,牙面残留粘接剂少,粘接强度相对低;3M正畸粘接树脂在牙面残留ARI评分均集中在4~5分,断裂面靠近托槽粘接剂界面,粘接剂在牙面残余粘接剂量相对多,由此可见树脂粘接强度相对于玻璃离子水门汀较强。有研究表明^[8],牙面酸蚀的强化型玻璃离子水门汀与牙面结合力强,但不利于玻璃离子清除。也有研究发现^[9],光固化强化型玻璃离子水门汀抗剪切强度已达到复合树脂釉质粘接剂的水平,能满足临床要求。因此,GC正畸粘接玻璃离子相对于3M树脂粘接剂来讲,与牙釉质粘接强度相对弱,牙面残留材料少,但能满足临床需要。

表面粗糙度值对于光滑和半光滑表面,轮廓算数平均偏差(Sa)作为评定参数^[10]可以反映釉质表面残余材料的粗糙程度。本实验结果表明,粘接前两组粗糙度值比较,差异无统计学意义,说明实验组与对照组粗糙度值基本一致,可作为试验基准值。拆除托槽后粗糙度值比较,两组差异有统计学意义。说明GC正畸粘接玻璃离子比3M正畸粘接树脂的粗糙度值高,分析可能是玻璃离子颗粒大所致。经过金刚砂车针+矽粒子序列抛光后粗糙度值比较,实验组与对照组比较无显著差异。说明经过该序列抛光,对牙面残留的GC正畸粘接玻璃离子水门汀与3M正畸粘接树脂均能达到相同的抛光效果。在序列抛光的操作时间方面,实验组与对照组差异有统计学意义,说明清除GC正畸粘接玻璃离子水门汀时间短。

电镜下观察结果表明,实验前牙面光洁,拆除托槽后,实验组残留材料颗粒粗,对照粗颗粒细较均匀,说明与各自材料本身性能相关。经金刚砂车针+矽粒子序列抛光后,牙釉质表面GC正畸粘接玻璃离子残留少许,树脂残留多呈密集点状表面;在釉质剖面,实验组牙釉质内可见少量树脂突;对照组牙釉质内可见大量树脂突。实验表明,经金刚砂车针+矽粒子序列抛光后,牙釉质表面GC正畸粘接玻璃离子清除效果良好,牙釉质内残留材料少;而3M树脂牙釉质表面有较多残留,牙釉质内残留树脂多,影响牙面光洁。

当然,拆除粘接剂出现的釉质损伤问题,是极有可能存在的。有文献报道^[11]粘接剂残留多,拆除时间相对较

长,对釉质破坏多。釉质的损伤情况很大程度取决于材料辨识程度、粘接强度、牙面的平整度及医生的感知。GC正畸粘接玻璃离子颗粒粗、牙面结合差,为清除准备好了良好条件。而3M正畸粘接树脂与牙齿颜色高度相似、与牙釉质结合紧密,湿润状态下肉眼基本很难判断树脂与釉质,干燥状态下釉质内树脂突和釉质一起展现出来的颜色与周围的牙釉质色仍是差异较小,易造成医生人为误判磨除,加之牙面不平整因素,对牙釉质损伤便不可避免。

总之,GC正畸用树脂强化型玻璃离子水门汀与3M正畸粘接树脂均易被金刚砂抛光车针+矽粒子序列抛光清除,但GC正畸用树脂强化型玻璃离子水门汀清除时间短,在牙釉质表面及釉质内残留少。

[参考文献]

- [1]Kitsugi A, Okuno O, Nakano T, et al. The corrosion behavior of Nd₂Fe₁₄B and SmCo₅ magnets[J]. Dent Mater J, 1992,11(2):119-129.
- [2]Bishara S E, Gordan V V, VonWald L, et al. Shear bond strength of composite, glass ionomer, and acidic primer adhesive systems[J]. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 1999,115(1):24-28.
- [3]McNeill C J, Wiltshire W A, Dawes C, et al. Fluoride release from new light-cured orthodontic bonding agents[J]. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2001,120(4):392-397.
- [4]杨建造. 不同方法去除正畸粘剂对牙釉质影响的扫描电镜观察[J].中国美容医学, 2008,17(11):1658-1659.
- [5]刘娜, 黄文杰, 彭旭霞, 等. 牙釉质的表面处理及再矿化的研究进展[J].中国美容医学, 2011,20(11):1839-1842.
- [6]Phillip M. Finishing surfaces after orthodontic bracket de bonding[J]. Angle Orthod, 1995,65(2):103-110.
- [7]范晓川, 陈莉, 黄晓峰. 不同方法去除不同材质正畸托槽及粘接剂的对比实验研究[J].北京口腔医学, 2017,25(6):337.
- [8]范晓川, 陈莉. 树脂加强型玻璃离子水门汀抗拉伸粘接性能的研究[J].北京口腔医学, 2015,23(4):190-193.
- [9]胡炜, 傅民魁, 孙志辉. 用于正畸托槽粘接的玻璃离子粘固剂的抗剪切强度[J].中华口腔医学杂志, 2000,35(3):227-229.
- [10]陈骊, 赵丙姣, 张菊菊. 托槽去除后不同牙面处理方法的比较[J].上海口腔医学, 2008,17(2):208-211.
- [11]牛宏, 金作林, 段银钟, 等. GC正畸玻璃离子粘接剂和3M复合树脂粘接剂抗剪切强度的比较[J].中国组织工程研究与临床康复, 2007,11(44):8869-8872.

[收稿日期]2024-01-10

本文引用格式: 东红岗, 黄鹏飞, 东亮颖, 等. 两种正畸粘接剂在磨除抛光后对牙釉质表面的影响[J].中国美容医学, 2025,34(2):160-163.