

[DOI] 10.12016/j.issn.2096-1456.2021.01.012

· 综述 ·

氟斑牙正畸托槽粘接表面处理方法的研究进展

孙雨虹¹, 李康², 杨宏宇¹, 白雪芹¹

1. 北京大学深圳医院口腔医学中心, 广东 深圳(518036); 2. 香港大学牙学院, 中国香港特别行政区(999077)

【摘要】 氟斑牙正畸托槽粘接一直是困扰临床医生的难题。目前临床上可采用延长酸蚀时间、釉质微打磨、微预备、粘接促进剂和激光酸蚀等方法促进氟斑牙粘接, 延长酸蚀时间适用于轻中度氟斑牙, 操作简便, 但过度酸蚀会造成釉质破坏; 微打磨适用于轻度氟斑牙, 需橡皮障保护, 促进粘接的同时可去除表面色素沉着; 微预备可显著提升各类氟斑牙粘接强度, 但需磨除表层釉质; 粘接促进剂可能提升中重度氟斑牙粘接强度, 但现有研究结果仍存争议, 需后续大样本临床研究验证; 最新的激光处理无明显改善粘接强度, 但能有效去除色素, 无牙齿损伤, 还需后续进一步研究改良。

【关键词】 氟斑牙; 正畸治疗; 托槽粘接; 酸蚀; 微打磨; 微预备; 粘接促进剂; 激光

【中图分类号】 R78 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 2096-1456(2021)01-0069-04



开放科学(资源服务)标识码(OSID)

【引用著录格式】 孙雨虹, 李康, 杨宏宇, 等. 氟斑牙正畸托槽粘接表面处理方法的研究进展[J]. 口腔疾病防治, 2021, 29(1): 69-72. doi: 10.12016/j.issn.2096-1456.2021.01.012.

Research progress on bracket bonding for dental fluorosis SUN Yuhong¹, LI Kang², YANG Hongyu¹, BAI Xueqin¹. 1. Stomatology Center of Peking University Shenzhen Hospital, Shenzhen 518036, China; 2. Faculty of Dentistry, The University of Hong Kong, Hong Kong Special Administrative Region 999077, China

Corresponding author: BAI Xueqin, Email: xq-bai@163.com, Tel: 86-755-83923333-3557

【Abstract】 Bonding of brackets to dental fluorosis has always been a difficult problem for clinicians. At present, clinical research has adopted several methods to facilitate bracket bonding, including prolonging etching time, enamel microabrasion, enamel ground, using adhesion promoter and laser etching. Prolonging etching time is suitable for mild-to-moderate dental fluorosis with easy chair-side operation; however, over-etching may cause severe tooth damage. Microabrasion can be applied to mild dental fluorosis while removing pigment deposition simultaneously; however, rubber dam protection is needed. Enamel ground can improve the bond strength to all kinds of dental fluorosis at the price of removing a relatively large amount of superficial enamel. Adhesion promoters might improve the bond strength of moderate to severe dental fluorosis; however, the current results conflict with one another. This needs further verification using larger-sample clinical trials. Laser etching has no effect on improving bond strength; however, it can remove pigment without destroying tooth enamel, which is worth further modification and enhancement.

【Key words】 dental fluorosis; orthodontics; bracket bonding; acid etching; microabrasion; micropreparation; adhesion promoter; laser

【Competing interests】 The authors declare no competing interests.

J Prev Treat Stomatol Dis, 2021, 29(1): 69-72.

This study was supported by the grants from Natural Science Foundation of Guangdong Province (No. 2019A1515011911).

【收稿日期】 2020-04-22 **【修回日期】** 2020-05-15

【基金项目】 广东省自然科学基金(2019A1515011911)

【作者简介】 孙雨虹, 医师, 硕士, Email: sunyuhong1024@whu.edu.cn

【通信作者】 白雪芹, 主任医师, 博士, Email: xq-bai@163.com, Tel: 86-755-83923333-3557

氟牙症为牙在发育阶段,摄入过多的氟离子,损害了成釉细胞的功能,导致釉质形成不全和钙化不全,这种釉质的发育障碍即为氟牙症,受到损伤的牙齿称为氟斑牙^[1]。氟斑牙表层氟离子含量最高,氟磷灰石较羟基磷灰石有着更强的耐酸性,从而影响临床上酸蚀的效果^[2]。表层下釉质中的水和釉质分泌蛋白残留其中,形成多孔样疏松结构和弥漫性的矿化不良,易导致表层釉质塌陷,形成窝状缺陷,影响到粘接剂与釉质间的微机械锁结力^[3]。临床根据氟斑牙的表面特征,按照 Thylstrup 和 Fejerskov 提出的分级指数(TFI)将其分为四类,分别是正常(TFI = 0);轻度(TFI = 1~3);中度(TFI = 4~6)和重度(TFI > 6)。轻度氟斑牙临床表现为釉质横纹处可见白垩色线条,未见面状扩散;中度氟斑牙临床表现为牙齿表面不规则的融合云雾状白垩区,可伴有轻微窝状缺损;重度氟斑牙临床表现可见大面积牙釉质窝状缺损,甚至超过牙面 1/2^[4]。因氟斑牙组织病理学的特殊性,其在正畸粘接中存在诸多难题。研究表明,按照传统的方法处理氟斑牙并不能得到满意的临床粘接效果^[5]。本文尝试归纳目前几种氟斑牙粘接处理方法的研究进展,从粘接强度、临床操作、牙齿损伤、美观改善等方面总结其优缺点,以期为正畸医生的临床治疗选择提供参考。

1 延长酸蚀时间

根据酸蚀粘接理论,磷酸酸蚀可以提高釉质的表面能,溶解羟基磷灰石,创造出微机械锁结的微孔结构^[6]。据报道使用 37% 的磷酸酸蚀正常牙釉质 15 s 可达到理想的粘接效果^[7]。但氟斑牙因其表面氟磷灰石有较强的耐酸性,按照常规酸蚀方法并不能达到临床粘接要求。Torres-Gallegos 等^[8]指出对于轻度氟斑牙和中度氟斑牙,酸蚀 30~60 s 即可达到与正常牙釉质同等的粘接效果。但对于重度氟斑牙,延长磷酸酸蚀时间至 60 s 反而会破坏釉质表面微机械固位形态,降低粗糙程度和酸蚀深度,从而导致粘接力的下降。这一结果与 Najafi 等^[9]的研究相似,对于中重度氟斑牙,延长磷酸酸蚀时间至 120 s,结果显示微拉伸强度较对照组并无统计学差异,通过电镜观察发现 120 s 酸蚀处理的氟斑牙釉质表面可见不规则坑状凹陷和凸起,并无规则有序的多孔状结构形成。过度酸蚀不仅会破坏表面的釉质,同时也会渗透进牙本质引起牙本质脱矿,激发基质金属蛋白酶

(matrix metalloproteinase, MMP) 的活性,增加龋坏的风险^[10]。因此,正畸医生在面对轻中度氟斑牙患者时,可尝试延长酸蚀时间至 30~60 s 以获取良好的粘接效果,但不建议过度延长酸蚀时间以防造成二次破坏。

2 微打磨

微打磨是使用慢速手机蘸取 18% 的盐酸和浮石粉来软化和打磨氟斑牙表面,以去除 25 μm 左右有缺陷的釉质^[11]。Akpatá 等^[12]认为微打磨可能是辅助轻度氟斑牙粘接最好的方法,因为它可以同时去除牙齿表面色素沉着。但其研究指出 30 s 的微打磨对于中度氟斑牙的提升并不显著,这可能是因为去除缺陷釉质厚度不够,导致无法暴露下层疏松多孔区域所致。Bassir 等^[13]则分别比较单纯微打磨和微打磨结合延长酸蚀时间对氟斑牙粘接的影响。实验显示对于中重度氟斑牙,单纯进行微打磨对粘接无任何改善,而微打磨结合 60 s 酸蚀时间可以相对提高粘接强度。与延长酸蚀时间相比,微打磨的应用较为繁琐,医师需购入商品化微打磨膏剂,且需对患牙进行橡皮障隔离以避免盐酸对口腔软组织的腐蚀^[14]。

3 微预备

微预备是使用车针均匀磨除氟斑牙表层 0.2 mm 以上的釉质,以充分去除牙齿表面发育不良的釉质成分,暴露其下疏松多孔区域,便于树脂单体的渗透^[15]。Ermiş 等^[16]选择 TFI = 5 的患牙,均匀磨除 0.3 mm 的釉质,研究显示磨除釉质的氟斑牙微拉伸强度较之前有显著提升,与正常牙齿粘接力相当。Duan 等^[15]在实验中选用中重度氟斑牙,使用钻针均匀地磨除 0.1~0.2 mm 氟斑牙釉质表面,然后在其上均匀涂抹一层厚 0.2~0.3 mm 的 Transbond Plus 自酸蚀预处理剂,形成一层树脂贴面,再于树脂贴面上粘接托槽。结果显示粘接于树脂贴面上的托槽脱落率显著下降,同时托槽去除后,贴面可继续保留发挥美观作用。虽然微预备仅磨除少量釉质,在美学修复中属于可接受范围,但对于托槽粘接而言,磨除釉质仍较多,临床使用并不常见。

4 粘接促进剂

粘接促进剂(adhesion promoter)是一种含有多功能分子的试剂,它可以吸附在釉质表面改变其

物理化学性能,从而促进树脂的粘接^[17]。代表产品为 Enhance LC,它主要含有甲基丙烯酸羟乙酯(HEMA),甲基四氢呋喃环己烷二甲基丙烯酸酯和乙醇。HEMA 分子包含有一个疏水基团和亲水基团。亲水基团可以促进树脂渗透进酸蚀过的釉柱中,这一特性可以减少界面间的空隙,从而提高粘接力,增进聚合强度^[18]。

目前,粘接促进剂是否有利于正畸托槽粘接还存在争议。体外研究表明 Enhance LC 并没有显著提升正畸托槽的粘接强度,但多数研究则支持粘接促进剂有正面效果^[19]。如 Gaur 等^[20]实验指出,与正常粘接处理相比,使用 Assure Universal 粘接促进剂可以显著提升中度氟斑牙的粘接力。Noble 等^[21]对重度氟斑牙患者采用体内 split-mouth 对照研究,实验组选择微打磨结合粘接促进剂,对照组仅使用粘接促进剂。结果显示在9个月随访中仅实验组有一个托槽于粘接4 d后脱落,而对照组无一托槽脱落。这说明重度氟斑牙仅使用粘接促进剂就可达到理想的粘接效果,这也从侧面支持 Akpata 等^[12]的结论,就是微打磨对重度氟斑牙表面釉质改性能力不足。Marure 等^[22]报道1例将 Enhance LC 用于重度氟斑牙患者正畸托槽粘接的临床病例,结果显示托槽固位良好。Baherimoghadam 等^[23]则指出使用 Enhance LC 可以有效提升氟斑牙的粘接效果,但在拆除正畸托槽的时候,过强的机械锁结反而会增加残留粘接剂的含量,强行去除易造成釉质表面微裂纹的形成。因此,正畸治疗中,选择粘接促进剂用于中重度氟斑牙的粘接是一项可能有效的方法,但仍需更多大样本临床对照试验证实其临床可行性。

5 激光酸蚀

近年来,激光疗法逐步应用于牙科临床治疗。其中 Er,Cr:YSGG 激光,简称水激光,作为一种新型水动力激光系统,在口腔领域有着广泛的应用。Gulec 等^[24]发现 Er,Cr:YSGG 激光可使釉质表面粗化,污染层消失,产生有利于树脂渗透的微孔结构,且不会激发 MMP 活性,可以有效替代传统磷酸酸蚀处理正常牙釉质。Nalcaci 等^[25]尝试比较激光酸蚀和传统磷酸酸蚀对中度氟斑牙粘接的影响,结果显示 30 s 磷酸酸蚀处理比激光酸蚀能够获得更加优秀的粘接效果。与 Nalcaci 的结果类似,Shafiei 等^[26]也将此技术应用于中重度氟斑牙托槽粘接,并与微预备(磨除 0.3 mm)进行比较。实验

结果显示对于中重度氟斑牙,微预备方法取得的粘接强度最高,且显著大于激光组粘接强度。笔者推测原因可能是氟斑牙表面的氟磷灰石更加稳定,同时对 Er,Cr:YSGG 激光的敏感性不如羟基磷灰石,导致表面消融能力不足,无法形成多孔结构。尽管目前使用 Er,Cr:YSGG 激光酸蚀氟斑牙表面效果不够理想,但取得的粘接强度仍满足临床最低需求(6~10 MPa),并且上述研究并没有设立氟斑牙的空白对照组,故无法判断激光处理相对空白对照能否改进粘接强度。后续研究可以尝试改进激光频率和使用能量,以取得适合氟磷灰石的最佳消融效果。尽管 Er,Cr:YSGG 激光酸蚀目前没有明显提升氟斑牙粘接强度,但它的其他特性也引起了临床医生的兴趣。首先激光具有漂白去除色素沉着的功能,相较于微打磨临床操作更为简便安全;其次高能量激光能够使釉质表面残留树脂气化,同时对釉质进行消融酸蚀,极大简化了托槽脱落再粘接的步骤。

6 小结

不同氟斑牙临床粘接方法具有不同的粘接效果和临床处理,正畸医生需要结合患者牙齿情况和治疗意愿,选择合适的粘接方法。对于轻度氟斑牙,单纯延长酸蚀时间至 30~60 s 或者微打磨均可取得良好的粘接效果。若患牙带有轻度色素沉着,则可以优先考虑微打磨。对于中度氟斑牙,可以考虑延长酸蚀时间至 30~60 s 或使用粘接促进剂辅助托槽粘接。对于重度氟斑牙,可考虑使用粘接促进剂。若患者对美观需求较高,也可考虑微预备树脂贴面修复粘接。尽管目前 Er,Cr:YSGG 激光酸蚀对氟斑牙粘接效果提升不佳,但其操作简便、安全可控且能有效去除色素,仍值得后续进一步研究探索。

【Author contributions】 Sun YH and Li K wrote the article. Yang HY and Bai XQ guided the writing of the article. All authors read and approved the final manuscript as submitted.

参考文献

- [1] Denbesten PK, Giambro NJ. Dental enamel formation to destruction[M]. Florida: CRC Press, 2017: 245-264.
- [2] Martinez-Mier EA, Shone DB, Buckley CM, et al. Relationship between enamel fluorosis severity and fluoride content[J]. J Dent, 2016, 46: 42-46. doi: 10.1016/j.jdent.2016.01.007.
- [3] Siqueira FSF, Armas-Vega A, Izquierdo-Bucheli A, et al. Does the conditioning mode and duration of universal adhesives affect the

- bonding effectiveness to fluorotic enamel[J]. *J Adhes Dent*, 2019, 21(6): 525-536. doi: 10.1016/j.jdent.2016.01.007.
- [4] Cavalheiro JP, Girotto BD, Restrepo M, et al. Clinical aspects of dental fluorosis according to histological features: a Thylstrup Fejerskov index review[J]. *CES Odontol*, 2017, 30(1): 41-50. doi: 10.21615/cesodon.30.1.4.
- [5] 吴佳奇, 孙传玺, 陈露祎, 等. 正畸间接粘接技术的研究进展[J]. *口腔疾病防治*, 2019, 27(3): 194-197. doi: 10.12016/j.issn.2096-1456.2019.03.010.
- Wu JQ, Sun CX, Chen LY, et al. Research progress of orthodontic indirect bonding technology[J]. *J Prev Treat Stomatol Dis*, 2019, 27(3): 194-197. doi: 10.12016/j.issn.2096-1456.2019.03.010.
- [6] Ibrahim AI, Thompson VP, Deb S. A Novel etchant system for orthodontic Bracket Bonding[J]. *Sci Rep*, 2019, 9(1): 1-15. doi: 10.1038/s41598-019-45980-9.
- [7] Wilson SM, Lien W, Lee DP, et al. Confocal microscope analysis of depth of etch between self-limiting and traditional etchant systems[J]. *Angle Orthod*, 2017, 87(5): 766-773. doi: 10.2319/120816-880.1.
- [8] Torres-Gallegos I, Zavala-Alonso V, Patiño-Marín N, et al. Enamel roughness and depth profile after phosphoric acid etching of healthy and fluorotic enamel[J]. *Aust Dent J*, 2012, 57(2): 151-156. doi: 10.1111/j.1834-7819.2012.01677.x.
- [9] Najafi HZ, Moshkelgosha V, Khanchemehr A, et al. The effect of four surface treatment methods on the shear bond strength of metallic brackets to the fluorosed enamel[J]. *J Dent*, 2015, 16(3 Suppl): 251-259.
- [10] DeVito-Moraes AG, Francci C, Vidal CMP, et al. Phosphoric acid concentration affects dentinal MMPs activity[J]. *J Dent*, 2016, 53: 30-37. doi: 10.1016/j.jdent.2016.06.002.
- [11] Romero MF, Babb CS, Delash J, et al. Minimally invasive esthetic improvement in a patient with dental fluorosis by using microabrasion and bleaching: a clinical report[J]. *J Prosthet Dent*, 2018, 120(3): 323-326. doi: 10.1016/j.prosdent.2017.12.024.
- [12] Akpata ES. Occurrence and management of dental fluorosis[J]. *Int Dent J*, 2001, 51(5): 325-333. doi: 10.1002/j.1875-595x.2001.tb00845.x.
- [13] Bassir MM, Rezvani MB, Ghomsheh ET, et al. Effect of different surface treatments on microtensile bond strength of composite resin to normal and fluorotic enamel after microabrasion[J]. *J Dent (Tehran)*, 2016, 13(6): 431-437.
- [14] Sundfeld D, Pavani CC, Pini N, et al. Enamel microabrasion and dental bleaching on teeth presenting severe-pitted enamel fluorosis: a case report[J]. *Oper Dent*, 2019, 44(6): 566-573. doi: 10.2341/18-116-T.
- [15] Duan Y, Chen X, Wu J. Clinical comparison of bond failures using different enamel preparations of severely fluorotic teeth[J]. *J Clin Orthod*, 2006, 40(3): 152-154; quiz 159.
- [16] Ermis RB, De Munck J, Cardoso MV, et al. Bonding to ground versus unground enamel in fluorosed teeth[J]. *Dent Mater*, 2007, 23(10): 1250-1255. doi: 10.1016/j.dental.2006.11.005.
- [17] Di Giovanni T, Eliades T, Papageorgiou SN. Interventions for dental fluorosis: a systematic review[J]. *J Esthet Restor Dent*, 2018, 30(6): 502-508. doi: 10.1111/jerd.12408.
- [18] Jhalani A, Sidhu MS, Grover S, et al. Effects of two adhesion boosters on depth of penetration of orthodontic adhesive on fluorosed and normal enamel: a confocal microscopic study[J]. *J Indian Orthod Soc*, 2017, 51(1): 22-27. doi: 10.4103/0301-5742.199244.
- [19] Tauscher S, Angermann J, Catel Y, et al. Evaluation of alternative monomers to HEMA for dental applications[J]. *Dent Mater*, 2017, 33(7): 857-865. doi: 10.1016/j.dental.2017.04.023.
- [20] Gaur A, Maheshwari S, Verma SK, et al. Effects of adhesion promoter on orthodontic bonding in fluorosed teeth: A scanning electron microscopy study[J]. *J Orthod Sci*, 2016, 5(3): 87-91. doi: 10.4103/2278-0203.186165.
- [21] Noble J, Karaiskos NE, Wiltshire WA. *In vivo* bonding of orthodontic brackets to fluorosed enamel using an adhesion promotor[J]. *Angle Orthod*, 2008, 78(2): 357-360. doi: 10.2319/020207-53.1.
- [22] Marure PS, Mahamuni A, Ambekar AS, et al. Orthodontic bracket bonding challenge for fluorosed teeth[J]. *J Int Oral Health*, 2016, 8(4): 476-480. doi: 10.2047/jioh-08-04-13.
- [23] Baherimoghadam T, Akbarian S, Rasouli R, et al. Evaluation of enamel damages following orthodontic bracket debonding in fluorosed teeth bonded with adhesion promoter[J]. *Eur J Dent*, 2016, 10(02): 193-198. doi: 10.4103/1305-7456.178296.
- [24] Gulec L, Koshi F, Karakaya İ, et al. Micro-shear bond strength of resin cements to Er, Cr: YSGG laser and/or acid etched enamel[J]. *Laser Phys*, 2018, 28(10): 105601. doi: 10.1088/1555-6611/aad0e9.
- [25] Nalcaci R, Temel B, Türkkahraman H, et al. Effects of laser etching on shear bond strengths of brackets bonded to fluorosed enamel[J]. *Niger J Clin Pract*, 2017, 20(5): 545-551. doi: 10.4103/1119-3077.183245.
- [26] Shafiei F, Jowkar Z, Fekrazad R, et al. Micromorphology analysis and bond strength of two adhesives to Er, Cr: YSGG laser-prepared vs. Bur-prepared fluorosed enamel[J]. *Microsc Res Tech*, 2014, 77(10): 779-784. doi: 10.1002/jemt.22399.

(编辑 周春华)



官网



公众号