

doi:10.3969/j.issn.1005-3697.2026.03.020

✧ 临床医学研究 ✧

# Clinpro™ XT Varnish 对正畸患者牙釉质硬度及再矿化的影响

王金竹, 李帅, 徐晗鑫, 赵红芳

(扬州大学医学院附属盐城妇幼保健院·盐城市妇幼保健院口腔科, 江苏 盐城 224002)

**【摘要】目的:** 探讨 Clinpro™ XT Varnish 在正畸治疗中对牙釉质硬度及牙釉质脱矿再矿化的影响。**方法:** 纳入本院口腔科就诊的需行固定矫治的恒牙列错牙合畸形患者 27 例作为研究对象。按照牙面处理方式不同将其分为对照组(氟保护漆,  $n=12$ )和观察组(Clinpro™ XT Varnish,  $n=15$ )。比较两组患者的牙釉质硬度、脱矿指数(EDI)和脱矿发生率。**结果:** 两组患者的牙釉质硬度随时间延长而增加( $P<0.05$ ),与干预前相比,干预后 3、6 个月观察组的牙釉质硬度均增加( $P<0.05$ );干预后 6 个月,观察组的牙釉质硬度高于对照组( $P<0.05$ );观察组和对照组的 EDI 值均随时间推移呈下降趋势( $P<0.05$ )。与干预前、干预后 3 个月及同期对照组相比,观察组在干预后 6 个月的 EDI 值更低( $P<0.05$ ),且其牙釉质脱矿发生率低于对照组( $P<0.05$ )。**结论:** Clinpro™ XT Varnish 能够提高早期脱矿的牙釉质硬度,减少牙釉质脱矿的再发生,可代替氟保护漆在正畸过程中牙釉质脱矿的干预。

**【关键词】** 固定矫治;釉质脱矿;氟保护漆;Clinpro™ XT Varnish

**【中图分类号】** R781.2 **【文献标志码】** A

## Effects of Clinpro™ XT Varnish on enamel hardness and remineralization in orthodontic patients

WANG Jin-zhu, LI Shuai, XU Han-xin, ZHAO Hong-fang

(Department of Stomatology, the Affiliated Yancheng Maternity & Child Health Hospital of Medical School, Yangzhou University, Yancheng 224002, Jiangsu, China)

**【Abstract】Objective:** To investigate the effect of Clinpro™ XT Varnish on enamel hardness and enamel demineralization and remineralization during orthodontic treatment. **Methods:** 27 patients with permanent dentition malocclusion who needed fixed orthodontic treatment were selected. They were divided into control group (fluoride varnish,  $n=12$ ) and observation group (Clinpro™ XT Varnish,  $n=15$ ) according to the treatment of tooth surface. The enamel hardness, enamel demineralization index (EDI) and incidence of demineralization were compared between the two groups. **Results:** The enamel hardness of the two groups increased with time. The enamel hardness of the observation group at 3 months and 6 months after intervention was higher than that before intervention ( $P<0.05$ ). The enamel hardness of the observation group at 6 months after intervention was higher than that of the control group ( $P<0.05$ ). The EDI values of the observation group and the control group showed a downward trend with time ( $P<0.05$ ). At 6 months after intervention, the EDI value in the observation group was lower than that before intervention, 3 months after intervention and in the control group ( $P<0.05$ ). Additionally, the incidence of enamel demineralization was lower in the observation group than in the control group ( $P<0.05$ ). **Conclusion:** Clinpro™ XT Varnish can improve the hardness of early demineralized enamel and reduce the recurrence of enamel demineralization, which can replace the intervention of infiltration resin in enamel demineralization during orthodontic treatment.

**【Key words】** Fixed orthodontic treatment; Enamel demineralization; Fluoride varnish; Clinpro™ XT Varnish

正畸治疗不仅能够改善牙齿的排列、恢复正常的咬合关系来优化面部轮廓,还能够提高咀嚼效率与发音,对维护口腔健康具有重要意义<sup>[1-2]</sup>。然而,

在治疗过程中常并发牙釉质脱矿,临床表现为牙齿表面出现白垩色斑块。研究<sup>[3]</sup>表明,正畸人群中釉质脱矿的发生率可高达 85%<sup>[4]</sup>。其中,青少年群体

基金项目:江苏省盐城市科技项目(YCBK2025112)

作者简介:王金竹(1988-),女,主治医师。E-mail:16689656147@163.com

通讯作者:赵红芳。E-mail:517889316@qq.com

因口腔卫生意识薄弱、饮食习惯不良及恒牙矿化程度偏低,其釉质脱矿风险升高<sup>[5]</sup>。因此,寻找一种有效、便捷的临床干预手段已成为正畸临床亟待解决的问题。Clinpro™ XT Varnish 是一种光固化型树脂加强型玻璃离子,兼具树脂的机械强度与玻璃离子的生物活性,通过在牙面形成持续释放氟钙离子的保护层以促进再矿化过程<sup>[6]</sup>。目前多数研究在体外实验层面证实了 Clinpro™ XT Varnish 具有一定的防脱矿潜力<sup>[7-9]</sup>,但鲜有临床报道其对正畸患者牙釉质硬度及再矿化的影响。基于此,本研究拟通过回顾性分析,探讨 Clinpro™ XT Varnish 在正畸治疗中对牙釉质硬度及再矿化的影响。

## 1 资料和方法

### 1.1 研究对象

纳入 2021 年 1 月至 2024 年 11 月扬州大学医学院附属盐城妇幼保健院收治的 27 例行固定矫治恒牙列错牙合畸形患者作为研究对象,年龄 11~16 周岁,其中男性 16 名,女性 11 名。按照牙面处理方式将其分为对照组( $n=12$ ,共 274 颗牙齿)和观察组( $n=15$ ,共 340 颗牙齿)。两组的干预措施均在初始粘接固定矫治器后于牙面涂布相应材料,并每 6 个月复涂一次。其中,观察组使用 Clinpro™ XT Varnish,对照组使用氟保护漆。研究方案获得医院伦理委员会批准。纳入标准:(1)无龋齿、氟斑牙、四环素牙或者釉质发育不全等异常情况;(2)正畸治疗过程中发现牙釉质脱矿,呈白垩色白斑或龋;(3)正畸治疗能按时复诊;(4)家长与正畸儿童能积极配合治疗;(5)全身无系统性疾病。排除标准:(1)氟化物使用禁忌;(2)治疗前牙齿颊侧釉质存在龋病或充填物;(3)伴有牙龈炎症或牙周疾病者;(4)依从性差,无法保证复诊及行口腔卫生维护;(5)中途退出治疗;(6)严重错位影响清洁或放置带环的牙齿。

### 1.2 方法

1.2.1 正畸治疗过程中矫正初期操作 所有患者均使用直丝弓托槽进行固定矫治,矫治前,由同一组医生记录牙面脱矿情况作为基线,釉质有龋洞部分先进行常规龋齿治疗。托槽粘接前,依次进行牙面清洁、干燥、隔湿,并于预定区域使用 35%磷酸酸蚀剂酸蚀 20 s,冲洗吹干后涂布粘结剂。将托槽粘接树脂置于托槽底部,定位后加压挤出多余粘接材料并清理边缘,以 Ivoclar LED 光固化灯照射 10 s 完成粘接。粘接托槽结束后,对患者开展必要的正畸矫治注意事项说明与口腔卫生宣教。

1.2.2 正畸治疗过程中脱矿牙齿再矿化治疗 对照组:所有脱矿牙齿使用氟保护漆(3M,美国)进行

再矿化治疗。釉质脱矿白垩色改变部分先用慢机毛刷沾牙膏清洁牙面,在充分隔湿干燥的条件下在使用小毛刷将氟保护漆均匀涂抹在脱矿釉质部分及托槽周围釉质表面,保持涂布状态约 1~3 min,期间避免吞咽、说话,让氟化物充分与牙釉质结合。涂氟结束后告知患者及其家长后续注意事项,并进行口腔卫生宣教。干预后 3、6 个月复查脱矿釉质再矿化结果,并于干预后 6 个月重新涂布氟保护漆。

观察组:所有脱矿牙齿使用 Clinpro™ XT Varnish(3M,美国)进行再矿化治疗。釉质脱矿白垩色改变部分先用慢机毛刷蘸牙膏清洁牙面,35%磷酸酸蚀剂将脱矿釉质及托槽周围釉质酸蚀处理 20 s,然后彻底冲干净牙齿表面的酸蚀剂后用压缩气枪吹干,用调拌刀将 Clinpro™ XT Varnish 内糊剂和液体按 1:1 组分在纸垫上充分混合,充分混合后用球形涂粘剂小棉棒在牙齿脱矿表面涂薄薄一层,光固化灯光照 20 s,金刚砂车针小心修整悬突和不光滑表面,慢机抛光。干预后 3、6 个月复查脱矿釉质再矿化结果,并于干预后 6 个月重新涂布 Clinpro™ XT Varnish。对所有进行正畸的患者及其家长进行口腔卫生宣教,指导正确的刷牙方法,告知他们在矫治过程口腔健康维护的重要性,建议家长对患者进行日常口腔卫生护理的监督。

### 1.3 观察指标

(1)一般资料收集:通过查阅病历,收集两组患者年龄、性别、刷牙次数、口腔卫生指数;(2)牙釉质硬度:使用显微硬度仪在治疗前、治疗后 3、6、12 个月检测两组患牙的牙釉质硬度。(3)牙釉质脱矿指数(EDI):统计两组患者治疗前、治疗后 3、6 个月的脱矿指数。依据 8 个上牙牙面是否有白垩色斑计算 EDI 值,将牙面以牙冠为中心,分为近中、远中、龈方和牙合方,脱矿程度分为 0、1、2、3 级<sup>[10-12]</sup>,脱矿指数(EDI)=各牙齿脱矿程度计分之后/受检牙齿区域总数。(4)釉质脱矿发生率:统计两组患者治疗前、治疗后 3、6 个月脱矿发生率,釉质脱矿发生率=脱矿牙数/总牙数 $\times 100\%$ 。

### 1.4 统计学分析

采用 SPSS24.0 软件进行数据分析。计量资料以( $\bar{x} \pm s$ )表示,组间比较采用独立样本  $t$  检验;计数资料以[ $n(\%)$ ]表示,组间比较采用独立样本  $\chi^2$  检验。两组多个时间点的计量资料采用重复测量方差分析。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 两组患者一般资料比较

对两组患者的一般资料(年龄、性别、刷牙次数、

口腔卫生指数)进行比较,结果显示各项指标在组间差异均无统计学意义( $P > 0.05$ )。见表 1。

表 1 两组患者一般资料比较 [ $n(\%)$ ,  $\bar{x} \pm s$ ]

资料	对照组( $n=12$ )	观察组( $n=15$ )	$t/\chi^2$ 值	$P$ 值
年龄(岁)	13.5±1.51	13.47±2.07	0.047	0.963
性别			—	0.683
男	9 (75.00)	9 (60.00)		
女	3 (25.00)	6 (40.00)		
刷牙次数			—	0.706
1	7 (58.33)	10 (66.67)		
≥2	5 (41.67)	5 (33.33)		
口腔卫生指数	1.23±0.26	1.25±0.39	0.147	0.884

“—”采用 Fisher 确切概率法。

## 2.2 两组患者干预前后牙釉质硬度的比较

干预前,两组患者的牙釉质硬度比较,差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。重复测量方差分析显示,两组患者的牙釉质硬度的时间效应( $F = 28.668, P < 0.001$ )、分组效应( $F = 6.357, P = 0.012$ )间的差异均有统计学意义( $P < 0.05$ ),提示牙釉质硬度随时间推移呈上升趋势,且观察组总体硬度高于对照组;时间与分组的交互作用无统计学意义( $F = 1.915, P = 0.148$ ),表明两组随时间的变化趋势基本平行。与干预前相比,干预后 3 个月、6 个月观察组的牙釉质硬度均增加( $P < 0.05$ ),且干预后 6 个月观察组的牙釉质硬度高于对照组( $P < 0.05$ )。见表 2。

表 2 两组患者干预前后牙釉质硬度的比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	干预前	干预后 3 个月	干预后 6 个月	$F$ 值	$P$ 值
观察组( $n=340$ )	281.71±29.84	292.11±26.43 <sup>①</sup>	299.53±36.32 <sup>①②</sup>	28.103	<0.001
对照组( $n=274$ )	281.68±37.92	287.70±32.47 <sup>①</sup>	292.20±34.21 <sup>①</sup>	6.246	0.002
$t$ 值	0.009	1.857	2.551		
$P$ 值	0.993	0.064	0.011		

① $P < 0.05$ ,与同组干预前相比;② $P < 0.05$ ,与同组干预后 3 个月相比。

## 2.3 两组患者干预前后牙釉质脱矿指数的比较

重复测量方差分析发现,两组患者干预前后 EDI 值比较,时间效应( $F = 26.652, P < 0.001$ )、分组效应( $F = 5.521, P = 0.027$ )的差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。与干预前、干预后 3 个月及同期对照组相比,观察组在干预后 6 个月的 EDI 值更低( $P < 0.05$ )。见表 3。

## 2.4 两组患者干预前后牙脱矿发生率的比较

干预前,观察组有 78 颗牙齿发生釉质脱矿,脱矿发生率为 22.94%,对照组有 70 颗牙发生釉质脱矿,脱矿发生率为 25.55%,两组患者釉质脱矿发生率无统计学差异( $P > 0.05$ )。干预后 3 个月,观察组釉质脱矿发生率低于对照组,但无统计学意义( $P > 0.05$ )。干预后 6 个月,观察组釉质脱矿发生率低于对照组( $P < 0.05$ )。见表 4。

表 3 两组患者干预前后牙釉质 EDI 的比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	干预前	干预后 3 个月	干预后 6 个月	$F$ 值	$P$ 值
观察组( $n=340$ )	0.53±0.11	0.39±0.10 <sup>①</sup>	0.26±0.07 <sup>①②</sup>	31.122	<0.001
对照组( $n=274$ )	0.55±0.16	0.45±0.12 <sup>①</sup>	0.39±0.14 <sup>①②</sup>	3.938	0.029
$t$ 值	0.282	1.486	3.232		
$P$ 值	0.781	0.150	0.003		

① $P < 0.05$ ,与同组干预前相比;② $P < 0.05$ ,与同组干预后 3 个月相比。

表 4 两组患者干预前后牙脱矿发生率的比较 [ $n(\%)$ ]

组别	干预前	干预后 3 个月	干预后 6 个月
观察组( $n=340$ )	78 (22.94)	64 (18.82)	42 (12.35)
对照组( $n=274$ )	70 (25.55)	68 (24.82)	52 (18.98)
$\chi^2$ 值	0.563	3.230	5.136
$P$ 值	0.453	0.072	0.023

## 3 讨论

牙釉质脱矿是釉质龋的早期表现,其中正畸治疗、口腔卫生状况以及饮食结构中的致龋因素均是导致牙釉质脱矿的主要原因<sup>[13-14]</sup>。牙釉质脱矿后其牙齿表面完整的釉质结构中会出现较多微小空隙,便于有机酸和致病菌的扩散,若不及时干预治疗将会进一步发展成龋病,导致牙釉质发生实质性损害<sup>[15]</sup>,不仅会危害口腔健康,也会导致矫治效果不佳,因此,早期干预牙釉质脱矿是预防龋齿形成并改善提高正畸矫治效果的重要措施。

与干预前相比,使用氟保护漆和 Clinpro™ XT Varnish 干预的患者其釉质脱矿指数、脱矿发生率随时间呈下降趋势,牙釉质硬度随时间呈增加趋势,这表明氟保护漆与 Clinpro™ XT Varnish 均可在牙釉质表面充当物理屏障,稳定发挥保护和再矿化作用。但是,通过重复测量方差分析发现, Clinpro™ XT Varnish 的干预效果优于氟保护漆,这可能是由于两者的作用机制不同。氟保护漆的主要成分是氟化钠,主要是通过释放出的氟离子与唾液或釉质溶解的钙离子结合以形成氟化钙,减少细菌黏附,最终抑制牙釉质脱矿和促进脱矿再矿化<sup>[16-17]</sup>。Clinpro™ XT Varnish 是一种光固化树脂加强型玻璃离子保护膜,一方面能够借助于玻璃离子水门汀的优点,吸附于牙釉质表面,氟化物储存在氟铝硅酸盐玻璃颗粒中,可以持续释放氟离子,达到抑制釉质脱矿的目的;另一方面它含有的甘油磷酸钙能够作为钙和磷酸盐的供体,为牙釉质的再矿化提供帮助<sup>[8,18-19]</sup>。体外研究<sup>[20]</sup>结果指出,使用氟保护漆和 Clinpro™ XT Varnish 的釉质表面形态更接近正常的釉质表面形态,且氟化物与牙釉质表面结合稳定,不易被碳酸饮料等外力去除。本研究结果指出,使用 Clinpro™ XT Varnish 干预的患者牙釉质硬度在

干预后均高于氟保护漆组,是因为使用 Clinpro™ XT Varnish 阻止釉质脱矿的作用时间长于氟保护漆<sup>[21]</sup>。吴慧等<sup>[22]</sup>研究证实了在釉质再矿化实验中,Clinpro™ XT Varnish 和氟保护漆处理后的牙齿表面均有不规则沉积物堆积,但 Clinpro™ XT Varnish 组釉质表面更平坦,并且钙磷比高于氟保护漆组。Clinpro™ XT Varnish 基于在釉质表面形成氟化钙并促进氟磷酸钙生成的双重作用,以提升釉质的美观度与耐腐蚀性<sup>[23]</sup>。本研究结果显示,使用 Clinpro™ XT Varnish 干预的患者其脱矿指数和脱矿发生率均低于使用氟保护漆的患者,分析其原因,可能是由于固化后的氟保护漆呈黄色透明状,部分患者或因美观顾虑而过度刷牙,从而导致涂层磨损脱落,而 Clinpro™ XT Varnish 的白色涂层更易被患者接受,从而导致使用氟保护漆的患者脱矿指数和脱矿发生率较高。有研究<sup>[3]</sup>证实了 Clinpro™ XT Varnish 在牙釉质脱矿再矿化中的积极作用。此外,本研究发现有釉质脱矿后及时进行干预,使部分早期脱矿釉质再矿化,但也有部分牙齿无法逆转。

综上,使用 Clinpro™ XT Varnish 能够提高早期脱矿的牙釉质硬度,减少牙釉质脱矿的再发生,可代替氟保护漆在正畸过程中牙釉质脱矿的干预。

## 参考文献

- [1] Xu X, Yuan Q, Xu L, *et al.* Preparation and performance evaluation of a novel orthodontic adhesive incorporating composite dimethylaminohexadecyl methacrylate—Polycaprolactone fibers[J]. *PLoS One*, 2024, 19(5): e0304143.
- [2] Fathy Abo-Elmahasen MM, Shaaban AM, Elsaharty M, *et al.* Evaluation of the remineralizing effect of the chicken eggshell paste after removal of the fixed orthodontic appliance: an in vitro study[J]. *Journal of Orthodontic Science*, 2024, 13: 7.
- [3] Iwawaki R, Horie T, Alhotan A, *et al.* Effect of fluoride varnishes on demineralization and acid resistance in subsurface demineralized lesion models[J]. *Journal of Functional Biomaterials*, 2024, 15(12): 380.
- [4] Toz Ertop M, Cicek O, Erener H, *et al.* Evaluation of the demineralization development around different types of orthodontic brackets[J]. *Materials*, 2023, 16(3): 984.
- [5] Skeie MS, Sen A, Dahllöf G, *et al.* Dental caries at enamel and dentine level among European adolescents—a systematic review and meta-analysis[J]. *BMC Oral Health*, 2022, 22(1): 620.
- [6] Duckworth RM. Pharmacokinetics in the oral cavity: fluoride and other active ingredients[J]. *Monographs in Oral Science*, 2013, 23: 125—139.
- [7] ilisulu SC, Gürcan AT, Şişmanoğlu S. Remineralization efficiency of three different agents on artificially produced enamel lesions: a micro-CT study[J]. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 2024, 36(11): 1536—1546.
- [8] Larie Baghal SM, Salem K, Saati K. An in-vitro comparative

study of fluoride varnish and two calcium-containing fluoride products on the remineralization of primary teeth enamel[J]. *Frontiers in Dentistry*, 2023; 20—23.

- [9] Gokce ANP, Kelesoglu E, Sagir K, *et al.* Remineralization potential of a novel varnish: an in vitro comparative evaluation [J]. *The Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 2024, 48(6): 173—180.
- [10] 管玮, 龚士强, 张智星, 等. 不同制剂在固定正畸治疗中抑制釉质脱矿的临床效果比较[J]. *临床口腔医学杂志*, 2016, 32(9): 539—542.
- [11] Banks PA, Richmond S. Enamel sealants: a clinical evaluation of their value during fixed appliance therapy [J]. *European Journal of Orthodontics*, 1994, 16(1): 19—25.
- [12] 葛荣晖, 史克佳, 张海婧. 磷硅酸钙钠凝胶制剂在青少年正畸治疗中预防牙釉质脱矿及促进再矿化修复的效果[J]. *广西医学*, 2021, 43(3): 288—291.
- [13] Inchingolo AM, Malcangi G, Ferrante L, *et al.* Damage from carbonated soft drinks on enamel: a systematic review [J]. *Nutrients*, 2023, 15(7): 1785.
- [14] Xia L, Zhou C, Mei P, *et al.* Expert consensus on the prevention and treatment of enamel demineralization in orthodontic treatment [J]. *International Journal of Oral Science*, 2025, 17: 13.
- [15] 王芹, 李立恒, 王蕊. 渗透树脂联合生物活性玻璃对早期脱矿牙釉质表面显微硬度及再矿化的影响[J]. *口腔材料器械杂志*, 2023, 32(4): 255—260.
- [16] Pineda-Domínguez KI, Morales-Gonzalez SE, Rodil SE, *et al.* Remineralizing effect of three fluorinated varnishes on dental enamel analyzed by Raman spectroscopy, roughness, and hardness surface [J]. *Coatings*, 2025, 15(9): 1091.
- [17] Mashhour A, Allam G, Wassel M. Comparative evaluation of prevention of demineralization of artificial enamel caries treated with two fluoride varnishes and 38% SDF in primary teeth: an in vitro study [J]. *BMC Oral Health*, 2023, 23(1): 110.
- [18] Elagamy R. Effect of two different fluoride varnishes on enamel de-mineralization and re-mineralization: an in vitro study [J]. *Journal of Stomatology*, 2024, 77(4): 223—228.
- [19] Xavier GD, Thomas G, Jose S, *et al.* Comparative evaluation of remineralization potential of four different remineralization agents on human enamel: an in vitro study [J]. *Journal of Conservative Dentistry and Endodontics*, 2024, 27(1): 29—35.
- [20] 郁章欣, 刘新庆, 胡仁梅, 等. Clinpro™ XT Varnish 氟保护漆对青少年正畸牙釉质脱矿影响的研究[J]. *现代口腔医学杂志*, 2017, 31(3): 133—136.
- [21] Shah M, Paramshivam G, Mehta A, *et al.* Comparative assessment of conventional and light-curable fluoride varnish in the prevention of enamel demineralization during fixed appliance therapy: a split-mouth randomized controlled trial [J]. *European Journal of Orthodontics*, 2018, 40(2): 132—139.
- [22] 吴慧, 刘桦, 刘文, 等. 玻璃离子保护膜与氟保护漆对牙釉质脱矿的预防和再矿化作用 [J]. *上海口腔医学*, 2021, 30(5): 493—497.
- [23] 朱玉婷, 刘江峰, 李晓星, 等. Clinpro™ White Varnish 氟保护漆在正畸治疗中防治牙面脱矿的临床效果研究 [J]. *国际口腔医学杂志*, 2015, 42(3): 306—309.

(收稿日期: 2025—11—02

修回日期: 2026—01—22)