

渗透树脂对正畸后脱矿牙釉质表面显微硬度的影响

徐辉¹ 周新文² 华幸¹ 厉松¹ 白玉兴^{1*}

(1. 首都医科大学附属北京口腔医院正畸科 北京 100050;

2. 首都医科大学附属北京世纪坛医院口腔科)

[摘要] 目的:研究渗透树脂处理模拟正畸脱矿牙釉质后对釉质显微硬度的影响。方法:选择因正畸需要拔除的健康前磨牙 30 颗。随机将离体牙分为空白对照组、脱矿组、渗透树脂治疗组,采用显微硬度测试仪测量各组牙釉质显微硬度,观察釉质显微硬度的变化。结果:空白对照组和渗透树脂治疗组牙釉质表面显微硬度明显高于脱矿组,差异具有统计学意义($P < 0.001$);渗透树脂治疗组显微硬度低于空白对照组,差异具有统计学意义($P < 0.001$)。结论:釉质脱矿后牙釉质表面显微硬度降低,渗透树脂治疗釉质脱矿可提高牙釉质表面的显微硬度。

[关键词] 渗透树脂 釉质脱矿 显微硬度

[中图分类号] R783.5 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671—7651(2013)03—0252—03

Effect of Resin Infiltration on Micro-hardness of Demineralized Enamel Surface after Orthodontic Therapy. XU Hui, ZHOU Xin-wen, HUA Xing, et al. Department of Orthodontics, Capital Medical University School of Stomatology, Beijing 100050

[Abstracts] **Objective:** To evaluate the effect of resin infiltration on the micro-hardness of human tooth enamel surface. **Methods:** Thirty extracted sound human premolars for orthodontic purpose were prepared to obtain artificial subsurface lesions. Then they were randomly divided into 3 groups which included control group, demineralization group and resin infiltration group. Each group contained 10 teeth. The micro-Vickers hardness test was used to investigate the change in hardness of enamel. **Results:** The micro-hardness of enamel surface in control group and resin infiltration group was significantly higher than that in demineralization group ($P < 0.001$). The micro-hardness in resin infiltration group was obviously less than that in control group ($P < 0.001$). **Conclusion:** With the limitation of this study the micro-hardness of enamel decreased after demineralization. Infiltration of resin could significantly improve the hardness of demineralized enamel surface.

[Key words] Resin infiltration Demineralization of enamel Micro-hardness

调查表明,正畸治疗结束后 50%~70% 的患者存在不同程度的釉质脱矿^[1,2]。釉质脱矿是釉质龋的早期阶段,以往的研究认为釉质脱矿会在去除矫治器后,随着牙面与唾液接触的增加和再矿化而结束。然而实验证明釉质的表层下脱矿在唾液中并不能完全再矿化,在正畸结束后数年仍呈现白垩色,因此正畸后釉质脱矿的修复需要额外的人为干预^[3]。

对于早期釉质龋的传统治疗方法包括氟化物涂擦、充填治疗、激光治疗等,由于治疗时间长且复诊

次数多,患者一般难以接受^[4,5]。渗透树脂是一种新型的高渗透性及流动性树脂。它通过虹吸原理渗透进入牙体组织中治疗早期釉质龋,在临床中已取得初步效果^[6,7]。

牙釉质的显微硬度能在一定程度上反映釉质的矿化程度及矿物质含量的多少,故显微硬度测定已成为研究牙体硬组织病变情况的一个重要手段^[8]。本研究通过体外模拟实验,选择离体前磨牙建立人工釉质脱矿模型,采用显微硬度测试仪对渗透树脂处理釉质脱矿前、后的釉质显微硬度进行测量,分析渗透树脂对牙釉质表面硬度的影响,以期为渗透树脂的临床应用提供实验依据。

1 材料与方法

1.1 主要材料及设备 渗透树脂(Icon Caries Infiltrant—Smooth Surface, DMG, 德国),甲基丙烯酸树脂(GC, 日本),显微硬度测试仪(FM—700,

基金项目 国家自然科学基金(编号:61102015)

北京市自然科学基金(编号:3102015)

北京市优秀人才培养资助(2011D003034000029)

作者简介 徐辉(1971~),女,吉林人,副主任医师,博士,主要从事口腔正畸学临床及基础研究的工作。

* 通讯作者 白玉兴, E-mail:bjdentist@sina.com

FUTURE—TECH CORP, 日本)。

1.2 离体牙标本制备 在 3 倍放大镜下筛选出因正畸治疗需要新近拔除的前磨牙 30 颗, 要求釉质表面光滑、颜色正常, 无龋坏、隐裂、釉质发育不全及釉质脱矿。置于生理盐水中在 -4°C 冰箱内储存(储存时间不超过 1 个月)。在湿润状态下, 依次用 1000—2500 号水磨砂纸将离体牙颊侧釉质面打磨、抛光, 直至呈镜面状。超声清洗后备用。

1.3 实验分组 将 30 个样本随机分成 3 组, 即对照组、脱矿组和渗透树脂治疗组, 每组 10 个样本。所有样本的颊面正中保留 $3\text{ mm}\times 3\text{ mm}$ 开窗区, 其余部位均用耐酸指甲油覆盖保护, 并用蜡封闭根尖孔。3 组样本均置于水浴震荡器 37°C 恒温保存。

1.4 人工釉质脱矿模型的制备 将脱矿组和渗透树脂治疗组标本悬吊浸泡于脱矿液 (2.2 mmol/L CaCl_2 , $2.2\text{ mmol/L Na}_2\text{HPO}_4$, 50 mmol/L HAC , 以去离子水配制, 使用 NaOH 调节 pH 至 4.8) 中, 37°C 恒温水浴 3 d 后取出, 此时可见开窗区呈现明

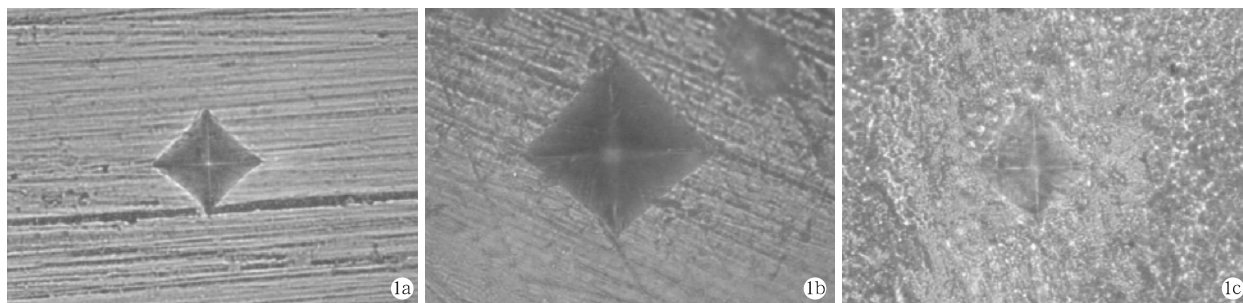
显的白垩色人工脱矿区。

1.5 渗透树脂处理 清洁牙面后, 先使用 $15\% \text{HCl}$ 酸蚀 2 min, 清水冲洗 30 s, 吹干; Icon—Dry 干燥 30 s, 再次吹干; 渗透树脂涂擦 3 min, 光照 40 s; 再次涂布渗透树脂 1 min, 光照 40 s。

1.6 显微硬度测试样本的制备 在流水冷却下用金刚砂车针沿釉牙骨质界将冠根分离, 然后用细金刚砂片将牙冠近远中向纵剖, 标本加压包埋于甲基丙烯酸树脂中, 牙本质面向内, 暴露颊侧釉质面。

1.7 显微硬度的测试 采用 FM—700 显微硬度测试仪, 将标本固定在载物台上, 使用维氏压头, 在负荷 200 g、保压 15 s 条件下使其形成压痕。沿暴露面的横中线随机测量 5 个点, 在光镜下测量压痕对角线的长度, 记录相应的维氏硬度值并计算其均值作为该样本的显微硬度值。

1.8 统计学方法 所有数据以 $\bar{x}\pm s$ 表示。使用 SPSS19.0 统计分析软件进行方差分析和 t 检验。检验水准以 $P<0.05$ 具有统计学意义。



1a: 对照组; 1b: 脱矿组; 1c: 渗透树脂治疗组

图 1 各组牙釉质表面显微硬度测试压痕

Fig. 1 Micro-hardness indentation on the surface of enamel in groups

2 结果

2.1 肉眼观察 对照组标本釉质表面完整, 色泽正常; 脱矿组标本开窗区釉质表面完整, 呈明显的白垩色, 无光泽; 渗透性树脂治疗组标本釉质表面完整, 色泽基本正常。

2.2 显微硬度测量 各组牙釉质表面显微硬度测试压痕见图 1。其中, 对照组釉质显微硬度为 (292.98 ± 9.64) VHM; 脱矿组釉质显微硬度为 (129.34 ± 11.11) VHM; 渗透树脂治疗组显微硬度为 (185.58 ± 6.56) VHM。空白对照组和渗透树脂治疗组牙釉质表面显微硬度明显高于脱矿组, 差异具有统计学意义 ($P<0.001$), 渗透树脂治疗组显微硬度低于空白对照组, 差异具有统计学意义 ($P<0.001$)。

3 讨论

正畸患者牙釉质脱矿现象作为正畸治疗的并发

症严重影响到矫治质量, 已日益受到正畸医师的重视。牙釉质的主要成分为含有磷酸钙的羟基磷灰石晶体。正常生理状态下, 牙釉质的脱矿与再矿化维持着一种动态的平衡, 一般不会发生釉质脱矿。但是一旦发生菌斑的附着、聚集, 就会增加酸性物质产生, 这种动态平衡就会被打破, 导致脱矿大于再矿化、产生釉质脱矿情况^[1]。

釉质脱矿有表层和表层下脱矿两种形式。正畸治疗中发生的早期脱矿, 最先以釉质表面矿物质的丧失和釉柱间基质的溶解为特征, 这种损害被称作表层脱矿。此时如将矫治器去除, 唾液就可使病损釉质发生再矿化。但多数情况下矫治器需要佩戴相当长时间, 托槽周围牙釉质局部的致龋环境无法消除, 这就影响了唾液的再矿化作用, 使早期脱矿的釉质不能完全通过自身的矿化系统进行修复。脱矿进

一步发展,就会出现早期牙釉质龋,表现为釉质透明度降低,呈现白垩色斑块,这意味着病损已经成为表层下脱矿,机体自身的再矿化系统已不能使其发生逆转,必须通过治疗恢复其正常的形态结构^[9]。

传统治疗早期釉质龋的方法主要有两类。其一为无创治疗,包括局部使用氟化物等方法促进牙体组织的再矿化。但是,虽然高浓度的氟化物可使游离矿化物质迅速沉积到釉质表层,同时也因阻塞了釉质表层微孔而导致深层脱矿组织的再矿化受到一定限制。另一类属于有创治疗,即利用牙钻磨除去净龋坏组织后用人工材料充填。但即使是微小的龋损,牙体预备时也会伤及健康牙体组织,破坏牙体组织的完整性^[4,10]。

近年来无创渗透治疗早期釉质龋引起了越来越多正畸医生的关注。无创渗透治疗术是以低粘度光固化渗透树脂取代非成洞性白垩色病变区的脱矿物质,并在病变体部形成阻止扩散的屏障,从而终止病变进展,避免去除大量健康牙体组织的一种治疗方法^[6,7]。但由于该产品问世不久,特别是进入我国时间尚短,对于其在牙釉质脱矿方面的基础及临床研究鲜有报道。本研究选用因正畸需要新鲜拔除的离体前磨牙建立早期釉质脱矿模型,并对渗透树脂治疗前后的釉质显微硬度进行了测量,从而分析渗透树脂对牙釉质表面硬度的影响,以期渗透树脂的临床应用提供实验依据。

采用人工方法研究龋病的发生,最重要的条件就是制备的人工龋与自然龋损愈相似愈好。人工龋虽然不能完全复制自然龋,但能模拟龋损主要病变的发生发展过程,对研究龋病发病机理、探索防治措施具有重要意义。化学致龋法主要分为酸性凝胶脱矿系统和部分饱和酸缓冲脱矿系统两大类。经酸性凝胶脱矿系统形成的人工龋损不具有完整的釉质表层或者釉质表层不明显,而部分饱和酸缓冲脱矿系统制备人工龋损具有完整、稳定的釉质表层,与天然龋损类似^[11]。故本研究选用部分饱和酸缓冲脱矿系统作为制备人工釉质脱矿模型的脱矿液。

本研究结果显示,牙釉质脱矿后显微硬度明显降低,经过渗透树脂治疗后釉质的显微硬度则明显提高,但仍比对照组数值偏低。笔者认为牙齿脱矿后,因表层结构改变,釉柱及釉柱间矿物质流失会导致显微硬度下降,这与 Karlinsey 等学者的研究结果一致。渗透树脂的渗透系数达到数百微米/分钟,

脱矿牙釉质经其处理后,可通过釉质表层微孔的虹吸作用将树脂材料渗透进入至脱矿后的釉质孔隙中,从而填充微孔,同时为牙体组织提供机械性支持,阻止了釉质表层的塌陷。这种改变不仅在一定程度上封闭了酸性物质和细菌通过釉质破坏区进入牙齿内部的途径,而且提高了脱矿釉质的致密度,起到保护釉质的作用。据此认为,树脂渗透技术为治疗正畸后牙釉质脱矿提供了一种有效的新方法,但其远期疗效还需要进一步观察。

参考文献

- [1] Gorelick L, Geiger AM, Gwinnett AJ. Incidence of white spot formation after bonding and banding [J]. *Am J Orthod*, 1982, 81(2): 93-98
- [2] 李静,杜民权,江汉. 正畸固定矫治后牙釉质脱矿及其危险因素分析[J]. *口腔医学研究*, 2011, 27(1): 57-59, 63
- [3] Knösel M, Forslund L, Jung K, et al. Efficacy of different strategies in protecting enamel against demineralization during fixed orthodontic treatment [J]. *J Orofac Orthop*, 2012, 73(3): 194-203
- [4] Garcia-Godoy F, Hicks MJ. Maintaining the integrity of the enamel surface: the role of dental biofilm, saliva and preventive agents in enamel demineralization and remineralization [J]. *J Am Dent Assoc*, 2008, 139 Suppl: 25S-34S
- [5] Anderson AM, Kao E, Gladwin M, et al. The effects of argon laser irradiation on enamel decalcification: An in vivo study [J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2002, 122(3): 251-259
- [6] 刘子晗,朱玲. 早期龋树脂渗透治疗的研究进展[J]. *口腔生物医学*, 2011, 2(3): 155-157
- [7] Kielbassa AM, Muller J, Gernhardt CR. Closing the gap between oral hygiene and minimally invasive dentistry: a review on the resin infiltration technique of incipient (proximal) enamel lesions [J]. *Quintessence Int*, 2009, 40(8): 663-681
- [8] Adebayo OA, Burrow MF, Tyas MJ, et al. Enamel microhardness and bond strengths of self-etching primer adhesives [J]. *Eur J Oral Sci*, 2010, 118(2): 191-196
- [9] Arends J, Christoffersen J. The nature of early caries lesions in enamel [J]. *J Dent Res*, 1986, 65(1): 2-11
- [10] Borges BC, de Souza Borges J, de Araujo LS, et al. Update on nonsurgical, ultraconservative approaches to treat effectively non-cavitated caries lesions in permanent teeth [J]. *Eur J Dent*, 2011, 5(2): 229-236
- [11] 楚金普,郝玉庆,李继遥,等. 两种脱矿体系制备人工龋损的病理学比较[J]. *中国比较医学杂志*, 2008, 18(1): 23-26

[收稿日期:2012-09-24]

(本文编辑 李四群)