

DOI: 10.3969/j.issn.1004-4949.2025.05.046

## 牙釉质脱矿对正畸固定矫治患者的影响与防治研究进展

宋丽文

(浙江大学医学院附属口腔医院/浙江大学口腔医学院/浙江省口腔疾病临床医学研究中心/浙江省口腔生物医学研究重点实验室/浙江大学癌症研究院/口腔生物材料与器械浙江省工程研究中心, 浙江 杭州 310000)

**[摘要]** 正畸固定矫治是通过佩戴固定矫治器实现牙齿矫正, 疗效确切, 但矫正过程易引发多种并发症, 牙釉质脱矿即为常见类型之一。牙釉质脱矿临床常表现为牙齿表面呈现白垩色斑块, 若未及时干预, 随病情进展可发展为龋齿, 进而对患者口腔健康及正畸固定治疗效果产生负面影响。因此, 强化牙釉质脱矿的防治具有重要意义。随着医疗技术的持续进步, 临床对牙釉质脱矿的研究不断深入。基于此, 本文对牙釉质脱矿对正畸固定矫治患者的影响及防治研究进展作一综述, 以期为临床医师防治牙釉质脱矿提供参考依据。

**[关键词]** 牙釉质脱矿; 正畸固定矫治; 龋齿

**[中图分类号]** R783.5

**[文献标识码]** A

**[文章编号]** 1004-4949 (2025) 05-0195-04

### Research Progress on the Impact, Prevention and Treatment of Enamel Demineralization in Patients Undergoing Fixed Orthodontic Treatment

SONG Liwen

(Stomatological Hospital of Zhejiang University School of Medicine/Zhejiang University School of Stomatology/Zhejiang Clinical Medical Research Center of Oral Diseases/Zhejiang Key Laboratory of Oral Biomedical Research/Zhejiang Cancer Research Institute of Zhejiang University/Zhejiang Engineering Research Center of Oral Biomaterials and Devices, Hangzhou 310000, Zhejiang, China)

**[Abstract]** Fixed orthodontic treatment achieves orthodontics by wearing fixed orthodontic appliances and has a definite curative effect. However, various complications are likely to occur during the correction process, and enamel demineralization is one of the common types. Clinically, enamel demineralization often manifests as chalky white patches on the tooth surface. If not intervened in a timely manner, it can develop into dental caries with the progression of the disease, thus having a negative impact on the oral health of patients and the effect of fixed orthodontic treatment. Therefore, it is of great significance to strengthen the prevention and treatment of enamel demineralization. With the continuous progress of medical technology, clinical research on enamel demineralization has been deepening. Based on this, this article reviews the research progress on the impact, prevention and treatment of enamel demineralization in patients undergoing fixed orthodontic treatment, aiming to provide a reference for clinicians in the prevention and treatment of enamel demineralization.

**[Key words]** Enamel demineralization; Fixed orthodontic treatment; Dental caries

随着正畸治疗在口腔医学中的广泛应用, 越来越多的患者选择通过佩戴固定矫治器改善牙齿排列不齐问题。虽然这种方式针对牙齿排列不齐具有较好的效果, 但在矫治过程中, 由于患者的口腔环境发生了变化, 特别是矫治器长期存在, 患者的口腔卫生维护难度增大, 从而易导致多种

口腔问题发生。其中, 牙釉质脱矿便是最常见的类型之一。牙釉质脱矿主要表现为牙齿表面出现白垩色斑块, 这因矿物质从牙釉质中流失而导致的病理现象。脱矿不仅会影响牙齿的美观, 还可进一步发展为龋齿, 对患者的口腔健康造成严重危害。临床研究发现<sup>[1]</sup>, 对正畸患者而言, 佩戴固

定矫治器会使菌斑更易在托槽和弓丝周围积聚, 而菌斑中的致龋菌则是引发牙釉质脱矿的主要原因。近年来, 随着临床医疗技术水平的不断提升, 临床对牙釉质脱矿的发病机制、影响因素以及预防和治疗方法也进行了深入的研究, 并取得了较大进展。本文从牙釉质脱矿的发病率及好发部位、牙釉质脱矿的发生原因及影响因素、牙釉质脱矿对正畸固定矫治患者的影响、牙釉质脱矿的预防和治疗方面展开综述, 旨在探讨分析牙釉质脱矿对正畸固定矫治患者的影响与防治研究进展, 以期对相关研究提供参考价值。

### 1 牙釉质脱矿的发病率及好发部位

牙釉质脱矿在正畸固定矫治患者中具有较高的发病率, 尤其是在治疗初期阶段。据统计, 约50%~70%的正畸患者在治疗过程中会出现不同程度的牙釉质脱矿, 且这种风险在佩戴矫治器的前3~6个月最显著。这一阶段, 患者的口腔环境出现了较大变化, 但在日常饮食、卫生管理方面还未得到适应, 菌斑和致龋菌也会在这一阶段大量积聚, 从而导致牙釉质的脱矿风险迅速升高。牙釉质脱矿的好发部位主要在托槽周围, 尤其是上颌前牙和下颌前磨牙的唇侧和颊侧区域。这些部位受到正畸器械的遮挡, 刷牙和其他口腔清洁工具难以全面触及, 导致这些区域成为菌斑和食物残渣滞留的高危区域, 且较多正畸患者在清洁这些部位时往往也不够彻底, 尤其是口腔卫生意识较弱的患者, 清洁不彻底将直接导致牙釉质脱矿发生。马雁崧等<sup>[2]</sup>研究表明, 正畸治疗过程中, 牙釉质脱矿的严重程度在不同个体之间也存在差异, 一些患者的口腔微生态环境或宿主特性较特殊, 因此更容易发生牙釉质脱矿; 而另一些患者即便在口腔卫生维护不理想的情况下, 牙釉质脱矿的症状往往也比较轻。

### 2 牙釉质脱矿的发生原因及影响因素

牙釉质脱矿的发生是多因素共同作用的结果, 虽然固定矫治器本身并不会直接导致脱矿发生, 但固定矫治器会对口腔卫生的维护产生影响, 从而增加了菌斑的堆积和致龋菌的繁殖机会。同时, 牙釉质脱矿的发生发展也会受到其它多种因素的影响。

2.1 致龋菌及菌斑 致龋菌是造成牙釉质脱矿的直接原因, 尤其是变异链球菌和乳酸杆菌, 在这

一过程中发挥了重要作用。这些致龋菌主要分布于口腔菌斑中, 并通过发酵食物中的糖类产生酸性代谢产物。应用正畸固定矫治器后, 菌斑更容易在托槽、弓丝及其他难以清洁的区域积聚, 为致龋菌提供了理想的繁殖环境。菌斑中的致龋菌能够将口腔环境的pH值降低至临界点以下, 从而导致牙釉质中的矿物质溶解, 形成脱矿病灶。正畸治疗期间, 若患者无法有效清除托槽周围的菌斑, 酸性物质长期作用, 则会导致牙釉质脱矿发生。特别是在口腔卫生习惯不佳的患者中, 菌斑的积聚将加速脱矿进展。范文献等<sup>[3]</sup>表明, 致龋菌的存在是牙釉质脱矿发生的主要因素, 在正畸治疗过程中, 若不采取有效的菌斑管理措施, 脱矿的风险也将持续升高。

2.2 口腔卫生的自洁 正畸治疗过程中, 患者的口腔卫生自洁能力显著下降。固定矫治器的托槽、弓丝和结扎线等部位容易滞留食物残渣, 从而会导致菌斑迅速积聚。Alshahrani AA等<sup>[4]</sup>研究表明, 正常情况下, 唾液、舌头的自然活动具有一定的自洁作用, 但在正畸固定矫治器的影响下, 这一自洁作用会严重下降。患者在佩戴矫治器后, 常规的刷牙、漱口已难以完全清洁托槽周围的食物残渣, 特别是唇侧、颊侧等位置, 传统牙刷的刷毛难以深入清洁, 导致菌斑长时间滞留。长此以往, 未被清除的菌斑中的致龋菌便会大量繁殖, 并进一步产生酸性代谢产物, 从而引发牙釉质脱矿。

2.3 饮食习惯 饮食习惯是影响牙釉质脱矿的重要因素, 正畸固定矫治器的应用也会导致患者的饮食方式发生变化, 很多患者为了避免矫治器损坏, 往往会倾向于选择软质、黏性较强的食物。这类食物容易滞留在托槽和弓丝周围, 成为致龋菌繁殖的温床。姜博等<sup>[5]</sup>研究表明, 高糖饮食是导致牙釉质脱矿的主要诱因。糖类物质是致龋菌代谢酸的主要底物, 特别是蔗糖的存在会加速酸的产生, 从而增加了牙釉质脱矿的发生风险。正畸治疗期间, 如果患者经常食用高糖食物, 菌斑中的致龋菌也将迅速繁殖, 并产生大量酸性物质, 最终引发牙釉质脱矿。

2.4 宿主易感性 宿主易感性是影响牙釉质脱矿发生发展的重要因素, 而不同个体之间因唾液成分、牙齿结构、口腔微生物群落等多种生物学差异, 使得脱矿的风险也存在差异。首先是唾液的量和质具有保护牙釉质的作用, 唾液不仅具有物理冲刷作用, 还能够中和口腔中的酸性环境, 同

时为牙釉质再矿化提供钙、磷等重要矿物质。然而，一些个体的唾液分泌量较少，或唾液中的缓冲能力较差，无法有效抵抗酸性物质对牙釉质的侵蚀，导致脱矿风险增加。刘欣等<sup>[6]</sup>研究表明，唾液中含有的抗菌成分（如溶菌酶、免疫球蛋白等）能够抑制口腔中的致龋菌，但这些成分在不同的个体间也存在差异，从而对脱矿的易感性产生了不同的影响。其次，牙齿的矿化程度及其表面结构也会影响脱矿的发生。曾天等<sup>[7]</sup>研究表明，矿化不完全或牙釉质表面存在微小缺陷的个体发生牙釉质脱矿的风险明显更高。主要是由于矿化不良的牙齿对酸性物质的抵抗能力较弱，在酸性环境中矿物质更容易流失，因此也会增加牙釉质脱矿的发生风险<sup>[8]</sup>。另外，个体的免疫系统功能也会对脱矿的发生产生影响。免疫系统较弱的患者，口腔中的致龋菌繁殖速度更快，导致菌斑的积聚更严重，从而增加了牙釉质脱矿的发生风险<sup>[9, 10]</sup>。

**2.5 医源性因素** 医源性因素是指在正畸治疗过程中，医生操作及器械设计等因素对牙釉质脱矿的影响。固定矫治器的设计和安装质量在很大程度上影响着脱矿的风险。若托槽安装不当或弓丝设计不合理，则可能导致清洁死角，从而会增加菌斑的积聚，并进一步加剧牙釉质脱矿的发生风险。传统金属托槽、自锁托槽的表面粗糙度较高，容易吸附菌斑、食物残渣。同时，托槽与牙齿表面之间如果存在微小间隙，更容易积聚致龋菌。为此，近年间，研究者尝试通过优化托槽设计、使用光滑材质等方式减少菌斑的积聚，以此降低脱矿的发生率<sup>[11, 12]</sup>。

### 3 牙釉质脱矿对正畸固定矫治患者的影响

**3.1 牙釉质脱矿对口腔健康的影响** 早期的脱矿主要表现为白垩色斑块，这些斑块在显微镜下会显示出明显的矿物质流失。若不及时处理，便可发展为龋齿，导致牙齿的结构破坏，甚至可能引发牙髓炎等严重的口腔疾病。

**3.2 牙釉质脱矿对正畸治疗效果的影响** 正畸的主要目标是改善牙齿的排列、咬合，如果在治疗过程中出现脱矿问题，便可能导致牙齿的美观受损。患者可能在治疗后仍存在明显的脱矿斑块，不仅影响患者的自信心，也会在日后影响患者对口腔健康的维护。调查研究发现<sup>[13]</sup>，脱矿会使矫治器的粘接强度下降，影响矫治的稳定性。

**3.3 牙釉质脱矿对患者心理与社交影响** 脱矿也会对患者的心理、社交生活产生负面影响。尤其是在青少年患者中，牙齿的外观对其自尊心和社交能力有着重要影响。脱矿导致的美观问题会使患者在社交场合感到不自信，从而影响其人际关系。研究发现<sup>[4]</sup>，很多患者在完成正畸治疗后，受脱矿斑块的影响，不仅未能达到预期的美观效果，甚至美观问题更严重，导致患者心理压力较大。

### 4 牙釉质脱矿的预防和治疗

**4.1 制定个性化管理方案** 由于正畸患者的个体差异较大，牙釉质脱矿的发生风险也各不相同。因此，为每位患者制定个性化的管理方案非常重要。医护人员应根据患者的口腔卫生习惯、饮食结构、唾液量、牙齿结构及其他宿主特性定制个性化管理方案，以获得更佳的防护效果。对口腔卫生较差的患者，必须加强口腔卫生教育，使其养成良好的刷牙、使用牙线和漱口水的习惯<sup>[15]</sup>。同时，对一些特殊的正畸患者，如唾液分泌较少、牙釉质矿化不良的个体，可考虑增加护齿产品的使用频率，或通过医疗方式增强唾液分泌；对喜好甜食或碳酸饮料的患者，建议减少高糖饮食的摄入，还可以提供膳食建议，例如增加富含钙、磷和维生素D食物的摄入量，以增强牙齿的矿化能力<sup>[16]</sup>。

**4.2 增强口腔卫生维护效能** 首先，可以使用正畸专用牙刷，相比于传统牙刷，正畸专用牙刷的刷毛更加细长，刷头的设计更容易清洁托槽周围的缝隙。电动牙刷也能够增强清洁效果，尤其是对手动刷牙技巧较差的患者，电动牙刷的振动和旋转功能可以更深入地清除菌斑。其次，可以积极使用口腔冲洗器，该类工具是通过强力水流冲击，能够冲走托槽、弓丝以及牙齿缝隙中的残留物，减少菌斑的形成<sup>[17, 18]</sup>。凌东霞<sup>[19]</sup>研究表明，定期使用含氟漱口水也是增强口腔卫生维护效能的重要措施。氟化物能够在牙齿表面形成保护膜，增加牙釉质的抗酸能力，从而预防脱矿的发生。患者每天在刷牙后可使用含氟漱口水，以增强口腔卫生管理的效果。

**4.3 氟化物的使用** 氟化物可通过增强牙釉质的矿化、抑制致龋菌的活性，促进早期的脱矿病灶修复，增强牙齿表面的抗酸能力。正畸患者在治疗期间可每天使用含氟牙膏刷牙或者含氟漱口水进行防护<sup>[20]</sup>。



## 5 总结

牙釉质脱矿是正畸治疗中的常见并发症,对患者的牙齿健康构成了严重危害,需积极加强防治,并从实施个性化的口腔卫生管理、应用氟化物以及新型材料等方面入手,最大限度减少牙釉质脱矿发生。随着医学技术的不断进步,越来越多的新方法、新材料和新技术逐步引入到牙釉质脱矿的防治中。未来,随着生物材料科学和纳米技术的发展,牙釉质脱矿的防治能力也将得到更大的提升。例如,近年来,含有生物活性物质的材料在口腔医学中逐渐得到推广,这些材料能够模拟牙齿的天然结构、功能,促进牙釉质的再矿化,并增强其抗酸、抗菌能力。同时,未来的研究将进一步探索正畸矫治器材的改进方向。

### [参考文献]

[1]刘觉,石立群,邹毅军,等.正畸固定矫治中牙龈指数及牙釉质脱矿的危险因素分析[J].中国美容医学,2023,32(10):139-142.

[2]马雁崧,杨昊,刘颖,等.青少年正畸固定矫治中釉质健康与脱矿状态下龈上菌斑真菌微生物组的比较研究[J].北京口腔医学,2024,32(3):153-158.

[3]范文献,范译丹,赵今,等.紫草素联合半导体激光预防釉质脱矿的体外研究[J].新疆医科大学学报,2023,46(12):1612-1617,1622.

[4]Alshahrani AA.Effect of type 2 diabetes mellitus in adults undergoing fixed orthodontic treatment on proinflammatory chemokine profile and levels of advanced glycation in gingival crevicular fluid[J].Eur Rev Med Pharmacol Sci,2022,26(22):8351-8357.

[5]姜博,张健,张文怡.人工唾液对渗透树脂治疗后牙釉质表面残留白斑的作用效果研究[J].中国实用口腔科杂志,2023,16(5):570-574.

[6]刘欣,黄银珠,金成日.渗透树脂对早期釉质龋的防治效果观察[J].口腔医学,2023,43(10):872-877.

[7]曾天,陈文远锋,张国瑞,等.聚多巴胺抑制釉质脱矿及促进再矿化的体外研究[J].口腔疾病防治,2022,30(10):699-704.

[8]葛荣晖,史克佳,张海婧,等.奥敏清在青少年正畸治疗中预防牙釉质脱矿及再矿化的临床研究[J].中国美容医学,2022,31(9):134-136.

[9]芦琳,郭志娟,郗会,等.美白剂对正畸后脱矿着色牙齿的硬度影响[J].河北医科大学学报,2022,43(6):698-701.

[10]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.

[11]葛荣晖,史克佳,张海婧,等.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分析[J].中国美容医学,2021,30(9):164-166.

[12]于蕾,倪密.牙齿脱敏剂对口腔固定正畸治疗中牙釉质脱矿的影响[J].口腔材料器械杂志,2021,30(2):87-90.

[13]胡丹艳,陈慧芬,吴峻青,等.无托槽隐形矫治中牙釉质脱矿情况的临床调查[J].口腔医学,2024,44(10):742-746.

[14]漆昱君,刘勤.口腔正畸患者固定矫治后牙釉质脱矿情况及其危险因素分析[J].山西医药杂志,2022,51(8):878-879.

[15]邵金戈,阮琼,陈云桥,等.不同酸性饮料对釉质脱矿的扫描电镜观察及酸度分析[J].医学理论与实践,2023,36(3):487-488,491.

[16]吴学文.氟保护漆与氟化泡沫在正畸治疗中的防龋效果和对釉质抗酸性的影响[J].医学信息,2022,35(19):85-88.

[17]孙晓红.牙釉质脱矿运用口腔正畸治疗的疗效评价[J].甘肃科技,2022,38(7):132-134.

[18]张蓓.口腔冲洗器治疗固定畸形患者牙龈炎的临床效果分析[J].全科口腔医学电子杂志,2016,3(15):19,21.

[19]凌东霞.口腔正畸固定矫治器应用中牙釉质脱矿的临床研究[J].全科口腔医学电子杂志,2022,9(6):18-20.

[20]李可欣.并发症预防性治疗对于不可摘矫治器治疗的口腔正畸患者牙釉质脱矿的影响[J].医药论坛杂志,2024,45(16):1750-1754.

收稿日期: 2024-12-2 编辑: 扶田

## 陕西医学美学美容杂志社 新闻单位关于新申领新闻记者证 人员名单公示

根据国家新闻出版署《新闻记者证管理办法》和有关规定,我单位对符合新闻记者证申领的采编人员资格进行了严格审核。现将拟申领新闻记者证人员名单公示如下,接受社会各界监督和群众举报。

共计4人:程莉、井小英、罗夏冰、张惠娟

公示时间:2025年3月15日-3月24日(共10天)

举报电话:029-85223101(陕西省新闻出版局)

新闻单位举报电话:029-83237788

陕西医学美学美容杂志社

2025年3月15日