

· 综述 · doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2023.03.029

网络首发 <https://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1097.R.20221128.1354.012.html>(2022-11-29)

## 正畸治疗过程中早期龋的研究进展\*

陈奎池 综述,杨正艳<sup>△</sup> 审校

(重庆医科大学附属口腔医院/口腔疾病与生物医学重庆市重点实验室/重庆市高校市级

口腔生物医学工程重点实验室 401147)

**[摘要]** 口腔颌面部错合畸形会影响颌面部美观、口腔健康,有碍于牙颌面发育,进而对儿童情感和心理造成不利影响。近年来,患者对正畸治疗的需求越来越高,而满足治疗需求可能会对口腔健康造成不利影响。如不及时加以控制,这些不利的早期改变就有可能发展成为龋病等不可逆性损伤。该文主要对近年来正畸治疗过程中早期龋防治领域的研究进展进行综述,主要关注正畸治疗与龋病的关系、矫治器对口腔菌群的影响及早期龋的检测和防治的前沿,以期为正畸患者早期龋的早期识别及防治提供一定的临床指导。

**[关键词]** 正畸治疗;早期龋;口腔健康;口腔微生物

**[中图分类号]** R780.1 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-8348(2023)03-0461-05

## Research progress of early caries in orthodontic treatment\*

CHEN Kuichi, YANG Zhengyan<sup>△</sup>

(Stomatological Hospital of Chongqing Medical University/Chongqing Key Laboratory of Oral Diseases and Biomedical Sciences/Chongqing Municipal Key Laboratory of Oral Biomedical Engineering of Higher Education, Chongqing 401147, China)

**[Abstract]** Oral and maxillofacial malocclusion will affect the maxillofacial beauty and oral health, hinder the development of the maxillofacial region, and adversely affect children's emotion and psychology. In recent years, patients have increasingly demanded orthodontic treatment, and meeting the treatment needs may have a detrimental impact on oral health. If not controlled in time, these unfavorable early changes may develop into irreversible damage such as caries. This paper mainly reviews the research progress in the field of early caries prevention and treatment during orthodontic treatment in recent years, focusing on the relationship between orthodontic treatment and caries, the impact of orthodontic appliances on oral flora, and the frontiers of detection and prevention of early caries, in order to provide certain clinical guidance for early identification and prevention of early caries in orthodontic patients.

**[Key words]** orthodontic treatment; early caries; oral health; oral microbes

错合畸形是仅次于龋病和牙周病的第三高发口腔疾病,全球范围内错合畸形的患病率约为 56%<sup>[1]</sup>。随着正畸治疗的临床需求日益增大,在满足正畸疗效的同时,及时发现治疗过程中的口腔环境变化并采取干预措施,有利于防止病损的发生。

### 1 正畸治疗与早期龋的关系

早期龋是正畸固定矫治最常见的并发症,临床上表现为矫治过程中或拆除矫治器后牙齿唇或颊光滑面上出现形态不规则的白垩斑(WSL),严重者可进展形成龋洞。研究表明,固定矫治患者 WSL 的发生率为 2%~96%,多数研究报道的发生率为 30%~

80%<sup>[2-3]</sup>。在治疗最初 6 个月内,40% 的患者中发现至少一个白垩色病变;矫正 1 年时发生率约为 46%;治疗结束后 50% 的患者至少有 1 颗牙出现 WSL<sup>[4]</sup>。与窝沟龋不同,WSL 通常发生在牙齿唇、颊面托槽和正畸附件周围,以上颌前牙最常见,好发牙位依次为侧切牙(约为 23%)、尖牙、前磨牙及中切牙<sup>[5]</sup>。WSL 的发生与局部菌斑滞留密切相关,包括牙面上黏接的托槽和其他附件,不仅会影响牙齿的自洁作用,妨碍口腔卫生的维护,也会成为有利于生物膜形成和堆积的滞留区,而堆积的牙菌斑将改变口腔和牙面局部的生态环境。

\* 基金项目:重庆市科卫联合医学科研项目(2021MSXM312);重庆市自然科学基金项目(cstc2019jcyj-msxmX0191)。 作者简介:陈奎池(1998-),在读硕士研究生,主要从事口腔医学研究。 <sup>△</sup> 通信作者, E-mail:501039@hospital.cqmu.edu.cn。

## 2 正畸治疗过程中口腔微生物的改变

正常人群中口腔微生物极其复杂,口腔微生物长期维持的平衡状态会随着矫治器及其附件的介入而被打乱,除了增加链球菌和乳杆菌等致龋菌聚集外,还会扰乱龈下微生物区系,从而导致牙周病原体聚集<sup>[6]</sup>。

### 2.1 固定矫治器对口腔菌群的影响

从治疗的第 6 周开始,口腔内变形链球菌和乳杆菌等致龋菌明显增加,持续到第 12 周达到高峰。研究表明,固定矫治患者口腔内的福赛斯坦纳菌、直肠弯曲杆菌、黑色普雷沃特氏菌、牙龈卟啉单胞菌和梭杆菌等也明显增加。SUN 等<sup>[7]</sup>研究发现,假单胞菌的数量明显增加,之前的结论一致。该研究发现不仅假单胞菌种属数量有增加,肠杆菌、不动杆菌和耶尔森菌等大肠菌群数量也会增加<sup>[8]</sup>。研究表明,念珠菌的高检出率与口腔卫生情况较差和牙龈出血密切相关,ARSLAN 等<sup>[9]</sup>采用特异性方法培养念珠菌,发现在固定矫治的青少年组中的念珠菌检出率为 58%,其中白色念珠菌占主导地位,其次是热带念珠菌、克柔念珠菌、乳酒假丝酵母菌、近平滑念珠菌。此外,一项研究中发现 3 例固定矫治患者有棘阿米巴囊肿<sup>[10]</sup>。

菌斑积累的质量和数量受黏接复合树脂的特性、表面特征、粗糙度、自由能及托槽设计等影响<sup>[8]</sup>。与纤维增强聚碳酸酯和多晶氧化铝托槽比较,不锈钢托槽会导致更多的菌斑聚集。对于金属托槽而言,虽然钢丝结扎固位方式导致患者的牙周探诊出血(BOP)发生率更高,但是弹性结扎固位会引起更多的福赛坦氏菌和变黑普氏菌等聚集,其导致的高水平变形链球菌会提高正畸患者 WSL 的发生率,而释放氟的弹性体结扎带并不能降低这种风险。多数研究报告传统不锈钢丝结扎托槽和自锁托槽菌斑指数无差异,但是一项研究结果发现,治疗 3~6 个月后,钢丝托槽患者唾液中变形链球菌水平更高<sup>[11]</sup>。另有研究表明,舌侧托槽较唇侧托槽有更多的菌斑堆积,伴生放线菌和变形链球菌数量增加,这可能是导致舌侧托槽的患者有更高 BOP 发生率的原因<sup>[12]</sup>。

### 2.2 活动矫治器对口腔菌群的影响

可摘式矫治器对口腔细菌的影响小于固定矫治器,这是由于前者具有清洁方便、口内佩戴时间更短等特点。有关隐适美的研究表明,在前 3 个月内,患者的牙周指数、BOP、龈沟出血指数(GBI)、龈沟探诊深度和菌斑指数等指标更优<sup>[13]</sup>。虽然透明矫治患者在前 3 个月的 GBI 和菌斑指数略有增加,但只引起了龈下微生物群的非致病性改变,多数学者认为透明矫治器在临床上对牙周健康更有益<sup>[14]</sup>。

## 3 正畸治疗过程中早期龋的检测

视诊对大的成洞型病损敏感度和特异度均较高,

但对正畸治疗过程中出现的 WSL 敏感度和准确度并不高,具有一定主观因素,难以客观量化龋病的进展。KIM 等<sup>[15]</sup>的研究指出,高频超声成像在检测牙釉质表面脱矿时具有较好的对比度和分辨率,且与微型计算机断层扫描(CT)图像吻合度较高,提示高频超声可能提供有关龋损深度和形态的信息。也有研究指出,利用配置有多色光学相干断层技术的蓝色荧光成像技术,可以高敏感度地检测牙釉质脱矿<sup>[16]</sup>。近年来,定量光导荧光技术(QLF)引起许多研究者的重视,在长期的临床实践中,定量光诱导荧光和普通白炽光图像具有相似的准确性和有效性,可以作为加强患者口腔卫生的视觉辅助手段<sup>[17]</sup>。激光荧光诊断仪有望成为一种取代目测检查的检测手段,但是在检测邻面龋时敏感度低于目测检查<sup>[18]</sup>。KIM 等<sup>[19]</sup>的一项研究发现,应用抗变形链球菌的单克隆抗体可以较敏感检测出唾液样本中的变形链球菌含量,其与患者的龋失补牙数有密切关系。

早期龋的检测方法包括两类。一类是临床检测方法,包括 X 线片、电阻抗仪检测、激光荧光龋病检测法、QLF、高频超声成像等;另一类是实验室侵入性检测方法,包括横断式显微放射照相法、偏振光显微镜法、显微硬度/纳米硬度、扫描电镜、光学相干断层成像技术、共聚焦激光扫描显微镜、数字放射减影检查等。此外,尚有拉曼偏振光谱分析、光散射法、生物学检测等,但这些方法尚在研究和开发阶段。

## 4 正畸治疗过程中早期龋的评估方法

临床试验中对 WSL 评估的方法差异较大,缺乏一致性。多数研究使用 WSL 发生率,而其他研究则使用 WSL 的严重程度或活动度。此外,有研究者使用不同术语和不同评估来表示相同的结果,也有学者使用相同的评估方法时采用了不同的标准。例如,为了对 WSL 的严重程度进行评分,有研究人员使用国际龋齿检测和评估系统(ICDAS),而有的研究人员使用的则是牙釉质脱矿指数。

按照 BANKS 等<sup>[20]</sup>的标准,可以将牙釉质脱矿指数分为 4 级:0 级为釉质表面光滑透明,无白垩色斑块;1 级为釉质表面出现轻度白垩色斑块,且其面积不大于牙面的 50%;2 级为釉质表面出现中度白垩色斑块,且其面积大于牙面的 50%;3 级表示出现重度白垩色斑块,并且可能出现牙体组织龋损。根据 ICDAS 的诊断标准可以将牙齿唇或颊光滑面上形态不规则的 WSL 明确诊断为 ICDAS 1 和 ICDAS 2。ICDAS 1 和 ICDAS 2 的共同之处在于龋损尚未形成空洞,区别在于 ICDAS 1 龋损的早期视觉改变仅在牙釉质表面被吹干后可见,ICDAS 2 则在牙釉质表面已出现明显的视觉改变,无论在湿或干的牙釉质表面均可见明显的变化。ALMOSA 等<sup>[21]</sup>将原来的 ICDAS 类

别从 7 分合并为 4 分:评分 0 为无明显脱矿迹象,评分 1 为干、湿观察时的釉质龋,评分 2 为局限性釉质崩解或暗影,评分 3 为有可见洞的牙本质龋。DIAGNOdent 是一种评估釉质脱矿程度的常用仪器,通过激光照射牙齿表面激发出荧光,进而转化为数字信号,以此来判断釉质脱矿程度<sup>[18]</sup>。QLF 数码相机也可以根据荧光损失量来评估 WSL 的严重程度<sup>[22-23]</sup>。此外,一项研究采用了新的数字化评估方法,以每颗牙几何中心为圆心画 5 个同心圆,每个同心圆相当于齿面的 20%,根据病变累及的范围对 WSL 进行分级<sup>[24]</sup>。

在预防 WSL 的试验中,常用的评价方法包括临床检查、通过照片视觉检查、DIAGNOdent、QLF 和商用试验机等;评价 WSL 治疗效果的常用方法包括 DIAGNOdent、QLF、临床检查和通过照片视觉检查<sup>[25]</sup>。

## 5 正畸治疗过程中早期龋的防治

目前,氟化物是公认的 WSL 有效预防药物。从短期而言,含氟化钠涂漆是预防 WSL 的最佳药物;长期(>18 月)临床试验发现,定期使用含氟化钙泡沫是预防 WSL 的最佳药物,二氟硅烷清漆和高浓度氟化物牙膏次之<sup>[26-28]</sup>。同时 ENERBACK 等<sup>[29]</sup>也指出,相较于低氟(1 450 ppm/mL)含量的牙膏,为了更好地降低正畸治疗期间的龋齿风险,建议每天使用高氟(5 000 ppm/mL)牙膏或漱口液(0.2%氟化钠)与普通牙膏联合使用。此外,也有关于氟化物与其他脱矿或再矿化材料结合使用的临床试验报道,例如,含 5% 功能化磷酸三钙的氟化钠清漆在修复去托槽 16 周后正畸患者的牙釉质脱矿方面具有较好的临床疗效和美学效果,但是有关氟释放性树脂复合物黏接剂在预防牙釉质脱矿方面没有取得预想的长期效果<sup>[30]</sup>。

大多数含氟的正畸封闭剂在防治 WSL 发展方面有临时的保护作用,但会受到抗菌活性、颜色稳定性、抗酸性和刷牙磨损的影响。虽然新形式含硒的封闭剂在预防 WSL 发展中可能有效,但氟化物或硒的浓度限制了这些密封剂预防 WSL 发展的能力,患者在数周后必须重新使用密封剂<sup>[31]</sup>。体外试验结果表明,生物玻璃具有低细胞毒性和高生物相容性,能够在各种与之配伍的制剂中促进牙釉质再矿化,被认为是一种抑制 WSL 发展的有效方法,但还需要更多的临床研究来验证其临床效益<sup>[32]</sup>。近年来,渗透树脂引起了临床医生的重视,这些基于树脂的材料主要由三甘醇二甲基丙烯酸酯组成,能够穿透病变体的多孔结构,堵塞 WSL 间隙,限制离子扩散,提高 WSL 表面硬度,最终减缓龋病的进展<sup>[33]</sup>。虽然越来越多的研究支持结晶乳酸杆菌、副干酪乳杆菌、唾液乳杆菌等乳酸杆菌属在牙周病治疗和预防中表现出积极作用,但是正畸患者补充益生菌不会对牙龈炎症的发展和牙釉质

脱钙造成影响<sup>[34]</sup>。WELK 等<sup>[35]</sup>指出,混合使用自组装肽治疗初期龋损优于单独应用含氟牙膏,前者能使亚表面病变得得到更好的再矿化。

虽然高氟涂料可以有效抑制脱矿,但不建议用高氟材料来治疗美观要求较高的唇部牙齿表面脱矿,建议采用更自然的方法(唾液和低氟材料)促进再矿化。微磨削和树脂渗透是一种侵入性和微侵入性方法,能有效地掩饰较严重的 WSL,但存在技术敏感性,多余的酸蚀剂或黏结材料可能会影响治疗结果。因此,应该选择性地将其用于第一磨牙已经产生明显脱矿性龋洞的患者。

根据作用原理,早期龋的防治包括两种策略。一种策略是通过局部使用氟化物(氟化咀嚼棒、氟化物清漆和氟化物膜等)、无定形磷酸钙、生物活性玻璃牙膏或自组装肽等再矿化剂来阻止或逆转病损;另一种策略是通过微创措施,如漂白、微磨损或树脂渗透,遮盖和改善牙齿的外观。氟化物只能预防 25%~30% 的 WSL,大多数新型方法都停留在体外试验,其临床疗效尚无定论<sup>[36]</sup>。目前的临床共识是,高风险患者建议每月以含氟化物清漆的形式补充氟化物,同时每天至少 2 次使用 0.1% 的氟化牙膏来促进牙釉质的自然再矿化<sup>[37]</sup>;中风险患者建议每天增加 226 mg/L 或每周增加 900 mg/L 氟化物溶液漱口,每年至少 2 次局部涂氟或使用 2% 氟凝胶<sup>[3]</sup>。

## 6 小结与展望

作为最常见的正畸治疗并发症之一,早期龋发生是由于口腔卫生较差及患者口腔卫生习惯的改变,而引起口腔内变形链球菌和乳酸杆菌属等致龋菌数量增加。透明矫治器是目前引起牙菌斑生物膜变化最小的方式且对牙周健康影响最小,加之其美观性,可作为高龋风险患者的推荐方式。在临床上,目测法是 WSL 的检测与评估使用最广泛的方法,ICDAS 1、ICDAS 2 及牙釉质脱矿指数是最常使用的评分标准。虽然有很多新颖的检测方式,但大多尚处于开发和试验阶段,QLF 具有简便性和高敏感度,有望在临床上广泛应用。关于 WSL 的防治,目前没有统一的定论,普遍认为在治疗过程中可使用含氟牙膏、含氟漱口水和含氟涂漆等进行预防。对正畸治疗中出现的早期龋,应从最保守的措施开始进行治疗,除再矿化治疗外,还可酌情选择渗透树脂、微磨削治疗等方法进行处理。

## 参考文献

- [1] LOMBARDO G, VENA F, NEGRI P, et al. Worldwide prevalence of malocclusion in the different stages of dentition: a systematic review and meta-a-



- analysis[J]. *Eur J Paediatr Dent*, 2020, 21(2): 115-122.
- [2] BUSCHANG P H, CHASTAIN D, KEYLOR C L, et al. Incidence of white spot lesions among patients treated with clear aligners and traditional braces[J]. *Angle Orthod*, 2019, 89(3): 359-364.
- [3] 陈文霞. 正畸治疗中早期龋的防治[J]. *中华口腔医学杂志*, 2021, 56(1): 22-26.
- [4] 李爽, 胡敏. 关于正畸固定矫治中牙釉质脱矿的研究进展[J]. *口腔医学研究*, 2021, 37(8): 685-688.
- [5] ALANZI A, VELISSARIOU M, AL-MELH M A, et al. Role of taste perception in white spot lesion formation during orthodontic treatment[J]. *Angle Orthod*, 2019, 89(4): 624-629.
- [6] MULLER L K, JUNGBAUER G, JUNGBAUER R, et al. Biofilm and Orthodontic Therapy[J]. *Monogr Oral Sci*, 2021, 29: 201-213.
- [7] SUN F, AHMED A, WANG L, et al. Comparison of oral microbiota in orthodontic patients and healthy individuals[J]. *Microb Pathog*, 2018, 123: 473-477.
- [8] HAGG U, KAVEEWATCHARANONT P, SAMARANAYAKE Y H, et al. The effect of fixed orthodontic appliances on the oral carriage of *Candida* species and *Enterobacteriaceae*[J]. *Eur J Orthod*, 2004, 26(6): 623-629.
- [9] ARSLAN S G, AKPOLAT N, KAMA J D, et al. One-year follow-up of the effect of fixed orthodontic treatment on colonization by oral *Candida*[J]. *J Oral Pathol Med*, 2008, 37(1): 26-29.
- [10] LEVINE R S, PITTS N B, NUGENT Z J. The fate of 1 587 unrestored carious deciduous teeth: a retrospective general dental practice based study from northern England[J]. *Br Dent J*, 2002, 193(2): 99-103.
- [11] JING D, HAO J, SHEN Y, et al. Effect of fixed orthodontic treatment on oral microbiota and salivary proteins[J]. *Exp Ther Med*, 2019, 17(5): 4237-4243.
- [12] YENER S B, OZSOY O P. Quantitative analysis of biofilm formation on labial and lingual bracket surfaces[J]. *Angle Orthod*, 2020, 90(1): 100-108.
- [13] 韩冰, 由力. 无托槽隐形矫治器与固定矫治器对口腔正畸患者牙周状况的影响观察[J]. *中国现代药物应用*, 2021, 15(1): 35-37.
- [14] GUO R, ZHENG Y, LIU H, et al. Profiling of subgingival plaque biofilm microbiota in female adult patients with clear aligners: a three-month prospective study[J]. *PeerJ*, 2018, 6: e4207.
- [15] KIM J, SHIN T J, KONG H J, et al. High-frequency ultrasound imaging for examination of early dental caries[J]. *J Dent Res*, 2019, 98(3): 363-367.
- [16] SEN S, ERBER R, DEURER N, et al. Demineralization detection in orthodontics using an ophthalmic optical coherence tomography device equipped with a multicolor fluorescence module[J]. *Clin Oral Investig*, 2020, 24(8): 2579-2590.
- [17] ATILLA A O, OZTURK T, ERUZ M M, et al. A comparative assessment of orthodontic treatment outcomes using the quantitative light-induced fluorescence (QLF) method between direct bonding and indirect bonding techniques in adolescents: a single-centre, single-blind randomized controlled trial[J]. *Eur J Orthod*, 2020, 42(4): 441-453.
- [18] FOROS P, OIKONOMOU E, KOLETISI D, et al. Detection methods for early caries diagnosis: a systematic review and meta-analysis[J]. *Caries Res*, 2021, 55(4): 247-259.
- [19] KIM J H, KIM M A, KIM J G. Application of monoclonal antibodies to detect and compare the levels of streptococcus mutans in adolescents undergoing orthodontic treatment with those not undergoing treatment[J]. *Monoclon Antib Immunodiagn Immunother*, 2016, 35(5): 267-271.
- [20] BANKS P A, RICHMOND S. Enamel sealants: a clinical evaluation of their value during fixed appliance therapy[J]. *Eur J Orthod*, 1994, 16(1): 19-25.
- [21] ALMOSA N A, LUNDGREN T, ALDREES A M, et al. Diagnosing the severity of buccal caries lesions in governmental and private orthodontic patients at debonding, using the IC-DAS-II and the DIAGNOdent Pen[J]. *Angle Orthod*, 2014, 84(3): 430-436.
- [22] VAN DER KAAIJ N C W. Prevention of white

- spot lesion formation during treatment with fixed orthodontic appliances[J]. *Ned Tijdschr Tandheelkd*, 2020, 127(12): 699-704.
- [23] SILVA V M, MASSARO C, BUZALAF M A R, et al. Prevention of non-cavitated lesions with fluoride and xylitol varnishes during orthodontic treatment: a randomized clinical trial [J]. *Clin Oral Investig*, 2021, 25 (6): 3421-3430.
- [24] ERBE C, HARTMANN L, SCHMIDTMANN I, et al. A novel method quantifying caries following orthodontic treatment [J]. *Sci Rep*, 2021, 11(1): 21347.
- [25] WANG Y, QIN D, GUO F, et al. Outcomes used in trials regarding the prevention and treatment of orthodontically induced white spot lesions: a scoping review [J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2021, 160(5): 659-670.
- [26] HU H, FENG C, JIANG Z, et al. Effectiveness of remineralizing agents in the prevention and reversal of orthodontically induced white spot lesions: a systematic review and network meta-analysis [J]. *Clin Oral Investig*, 2020, 24 (12): 4153-4167.
- [27] SARDANA D, MANCHANDA S, EKAMBARAM M, et al. Prevention of demineralization during multi-bracketed fixed orthodontic treatment: an overview of systematic reviews [J]. *Int J Paediatr Dent*, 2021, 32(4): 473-502.
- [28] BENSON P E, PARKIN N, DYER F, et al. Fluorides for preventing early tooth decay (demineralised lesions) during fixed brace treatment [J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2019, 2019 (11): CD003809.
- [29] ENERBACK H, MOLLER M, NYLEN C, et al. Effects of orthodontic treatment and different fluoride regimens on numbers of cariogenic bacteria and caries risk: a randomized controlled trial [J]. *Eur J Orthod*, 2019, 41(1): 59-66.
- [30] ALABDULLAH M M, NABAWIA A, AJAJ M A, et al. Effect of fluoride-releasing resin composite in white spot lesions prevention: a single-centre, split-mouth, randomized controlled trial [J]. *Eur J Orthod*, 2017, 39(6): 634-640.
- [31] LINJAWI A I. Sealants and white spot lesions in orthodontics: a review [J]. *J Contemp Dent Pract*, 2020, 21(7): 808-814.
- [32] TAHA A A, PATEL M P, HILL R G, et al. The effect of bioactive glasses on enamel remineralization: a systematic review [J]. *J Dent*, 2017, 67: 9-17.
- [33] ZAKIZADE M, DAVOUDI A, AKHAVAN A, et al. Effect of resin infiltration technique on improving surface hardness of enamel lesions: a systematic review and meta-analysis [J]. *J Evid Based Dent Pract*, 2020, 20(2): 101405.
- [34] HADJ-HAMOU R, SENOK A C, ATHANASSIOU A E, et al. Do probiotics promote oral health during orthodontic treatment with fixed appliances? A systematic review [J]. *BMC Oral Health*, 2020, 20(1): 126.
- [35] WELK A, RATZMANN A, REICH M, et al. Effect of self-assembling peptide P11-4 on orthodontic treatment-induced carious lesions [J]. *Sci Rep*, 2020, 10(1): 6819.
- [36] BAKDACH W M M, HADAD R. Effectiveness of different adjunctive interventions in the management of orthodontically induced white spot lesions: a systematic review of systematic reviews and meta-analyses [J]. *Dent Med Probl*, 2020, 57(3): 305-325.
- [37] HOCHLI D, HERSBERGER-ZURFLUH M, PAGEDORGIU S N, et al. Interventions for orthodontically induced white spot lesions: a systematic review and meta-analysis [J]. *Eur J Orthod*, 2017, 39(2): 122-133.