

正畸矫治器对口腔菌群的影响

孙智雯 麦志辉

中山大学附属第三医院口腔正畸科,广州 510630

通信作者:麦志辉,Email:maiya2007@126.com



麦志辉

【摘要】 正畸矫治器是治疗错殆畸形的主要工具,目前临床上使用的矫治器主要有传统金属托槽固定矫治器和无托槽隐形矫治器。不论哪种矫治器都增加了牙齿表面积,促进食物滞留,同时降低口腔自洁作用,造成口腔菌群改变。本文介绍有关传统金属固定矫治器和无托槽隐形矫治器对患者口腔菌群的影响,总结正畸矫治

期间菌斑控制和维持口腔菌群平衡的方法,以期为龋病等口腔常见疾病的预防提供参考。

【关键词】 正畸; 无托槽隐形矫治; 口腔菌群

基金项目: 广东省自然科学基金(2016A030313212)

引用著录格式: 孙智雯,麦志辉. 正畸矫治器对口腔菌群的影响[JOL]. 中华口腔医学研究杂志(电子版), 2022, 16(2):69-73.

DOI:10.3877/cma.j.issn.1674-1366.2022.02.001

Effects of orthodontic appliance on oral flora

Sun Zhiwen, Mai Zhihui

Department of Orthodontics, Third Affiliated Hospital of Sun Yat-sen University, Guangzhou 510630, China

Corresponding author: Mai Zhihui, Email: maiya2007@126.com

【Abstract】 Orthodontic appliance is the main tool for the treatment of malocclusion. At present, the dominant appliances in the market include the traditional metal bracket fixed appliance and bracket free invisible appliance. However, no matter which appliance, it increases the tooth surface area, promotes food retention, reduces the self-cleaning effect of oral cavity, and causes the change of oral flora. This article introduced the influence of the traditional fixed appliance and invisible appliance on patient oral flora, and summarized the methods of controlling plaque and maintaining oral flora balance during orthodontic treatment, so as to provide reference for the prevention of common oral diseases like dental caries.

【Key words】 Orthodontic; Invisible appliance without bracket; Oral flora

Fund program: Natural Science Foundation of Guangdong Province(2016A030313212)

DOI:10.3877/cma.j.issn.1674-1366.2022.02.001

口腔是机体的第二大微生物聚集地,包含丰度巨大的微生物,健康口腔内的微生物组包括细菌、古细菌、真菌、原生动物和病毒等,每种微生物都具有特定的作用,微生物种属之间、微生物与宿主之间相互作用,共同维持机体的稳定与健康。当口腔中的微生物组稳态被某种原因打破,就会造成菌斑的堆积和菌群比例的改变,从而引起口腔疾病^[1]。

正畸矫治器是治疗错殆畸形常见、有效的工具。在过去的100多年,固定矫治技术经过不断地发展、改良,到逐渐完善,一直在正畸领域占据着主导地位。而近年来,随着科技的发展和材料学的进步,无托槽隐形矫治器逐渐走进人们的视野。相较于传统的金属托槽固定矫治器,无托槽隐形矫治器是一种由计算机辅助设计和制作的、由弹性透明材料构成的牙齿矫治装置,具有美观、舒适、可摘戴的特点,其不仅大大节省了医生的椅旁操作时间,还能个性化地对特定牙齿进行调控,临床上深受医患喜爱。这两种矫治器虽然各有优缺点,但是均会降低牙齿自洁能力,造成口腔菌群的改变,在一定程度上增加口腔疾病患病风险和患病率。本文整理了正畸矫治器对口腔菌群分布、生物量和菌种比例的影响,归纳了正畸矫治期间口腔菌斑控制思路,以期为口腔常见疾病的预防提供参考。

一、口腔细菌分布变化

良好的口腔卫生是口腔健康的前提条件,正畸矫治器的佩戴不仅降低口腔的自洁能力,而且严重阻碍了牙齿清洁、促进食物滞留,为口腔细菌的定植和发展提供便利,从而导致龋齿和牙周病等口腔疾病的发生。固定矫治器粗糙的表面、精细的机械结构及不可摘戴性导致口腔微生物定植和菌斑积累。而无托槽隐形矫治器表面附件的凹槽、微观的

波纹、佩戴之后材料的磨损、微变形,以及对口腔环境流体力学的改变等,则在另一方面降低口腔的自洁能力,增加细菌的附着。与此同时,这两种类型矫治器结构及理化性质的不同也可导致细菌分布有差别。

对非矫治人群,Lindquist等^[2-3]在研究了114名受试者的14 859个牙菌斑样本后发现,菌斑生物膜在口腔内的分布是下颌牙弓多于上颌牙弓,在牙位的分布是从磨牙到前磨牙到切牙之间呈梯度递减趋势。对各牙面上牙菌斑形成进行评估则显示,非矫治人群的菌斑生物膜更多积聚在牙齿邻接面。

对于佩戴金属托槽固定矫治器患者,Mei等^[4-7]使用改良菌斑指数和数字牙菌斑图像分析系统评估治疗前、后牙面生物膜,发现在佩戴固定矫治器后菌斑生物膜的分布发生了变化。口腔上颌牙弓生物膜多于下颌牙弓,与非矫治受试者相反;在牙位分布上,可能由于位置的特殊性,以及正畸牵引钩的阻挡作用,导致上颌侧切牙和上颌尖牙的生物膜较其他牙齿多;原来易于清洁的牙面,由于托槽和弓丝的阻挡,以及过量托槽粘接剂-釉质界面存在的间隙,致托槽龈方和托槽周围成为菌斑堆积区。

目前,对无托槽隐形矫治器表面生物膜的研究文献较少。Papadopoulou等^[8-9]对佩戴后的无托槽隐形矫治器,与未佩戴过的隐形矫治器和在模拟的口腔环境中浸泡过的隐形牙套进行了14 d的对比,研究发现,佩戴过的矫治器肉眼可见光泽度降低,表面变粗糙,显微电镜下部分区域可见明显裂纹、磨损与分层,材料表面可见较多菌斑附着及散在结晶沉积。Low等^[10]利用扫描电镜(SEM)进一步研究佩戴不同时间、同一部位无托槽隐形矫治器上生物膜的形态特征和分布情况,发现细菌定植最初集中在矫治器的凸起边缘或纹理表面,在凹陷和遮挡区域(如尖端、附件对应处)比平坦的表面有更多的生物膜。

二、菌斑微生物量的变化

由于正畸矫治器阻碍了口腔的清洁,降低了口腔的自洁性,目前普遍认为正畸治疗会增加菌斑生物膜数量。

对于固定矫治而言,Reichardt等^[11]招募了10例佩戴唇侧金属托槽固定矫治器的健康志愿者,分别在治疗前和治疗后1周采集受试者同一象限的前磨牙和磨牙的微生物样本。通过激光电离技术,质谱

鉴定后发现细菌总数较治疗之前显著增加。而有关唇舌侧矫治器上生物膜总量的不同,Yener等^[5]则在进一步对比20例平均年龄相近、使用唇舌侧金属托槽进行固定矫治患者托槽上的生物膜量发现:舌侧托槽生物膜占形成总量41.56%、唇侧托槽生物膜占形成总量26.52%,舌侧矫治器较唇侧拥有更多生物膜。

关于隐形矫治器、传统金属固定唇侧矫治器和舌侧固定矫治器表面微生物定植量研究,大多认为隐形矫治器的微生物定植量更低。Gujar等^[12]比较使用隐形矫治器、金属固定唇侧矫治器和金属固定舌侧矫治器1个月后发现,金属托槽内的微生物污染程度高于隐形矫治器。Mummolo等^[13-14]通过唾液指标的变化研究佩戴隐形矫治器和固定矫治器的致龋菌微生物定植量,结果发现接受隐形矫治器治疗的受试者在治疗后微生物定植率较低。Levrini等^[15]设计的前瞻性研究也印证了这一结论,在对比隐形矫治组、固定矫治组和健康对照组共77例患者在T0(治疗开始)、T1(1个月)和T2(3个月)总生物膜量和牙周病原体后发现:与固定矫治组相比,在总生物膜定植量方面,隐形矫治器组的表现更好。

三、微环境菌种比例变化

固定或隐形矫治器都会影响口腔自洁能力,阻碍牙齿的清洁。目前大部分文献认为,固定和隐形矫治均导致口腔微生物种群失调和多样性增加^[16-22]。

对龈上菌群丰度的改变,多认为这两类矫治器均会导致奈瑟菌和TM7的比例增高,而关于变异链球菌和放线菌的变化在两种正畸矫治器上有争议。Kado等^[16]为了探讨固定矫治器对口腔微生物组动态的影响,选取71例患者,在放置托槽前和放置后6个月采集龈上菌斑样本和唾液样本进行细菌多样性分析,结果表明:假单胞菌成为优势菌型,拟杆菌门和TM7显著增加,而变形菌门和放线菌门显著减少。李佩等^[17]在患者治疗期间不同时间点进行取样,利用16S rDNA测序法检测唾液中菌群多样性及口腔致病菌含量的变化,结果发现:治疗后唾液中细菌多样性随着治疗时间延长而增高;与固定矫治不同的是,无托槽隐形矫治器在增加奈瑟菌丰度的同时,还将导致链球菌属、放线菌属的丰度增加。Wang等^[18]在进一步对比金属固定矫治患者、隐形矫治患者和健康对照组的唾液样本后发现:厚壁菌在固定矫治组丰度较高,而奈瑟菌和TM7在隐形矫治组丰度较高,厚壁菌、TM7和奈瑟菌在两个正

畸组间差异有统计学意义。

关于正畸矫治器对龈下菌种的改变,大部分学者认为:对于牙周健康、口腔卫生习惯良好的患者来说,佩戴矫治器并不会诱发牙周病发生,虽然牙龈下牙周病原体水平会短暂升高,但随后下降到预处理水平^[19-22]。Guo等^[19-20]在研究进行固定矫治的患者治疗早期龈下微生物群落的变化及其与牙周变化的关系时,采集放置托槽后不同时间段的龈下斑块,并采用16S rRNA基因测序方法分析发现:4种牙周病原体(中间普氏菌、直弯曲杆菌、核梭杆菌和牙密螺旋体)增加差异无统计学意义。随后,Abbate等^[21]用同样的方法研究了佩戴隐形矫治器患者的龈下斑块样本,结果表明:在前3个月的隐形矫治中,虽然微生物多样性和结构有改变,但是3个月后牙周病原体和核心微生物的相对丰度与矫治前相比差异无统计学意义。并由此得出结论:由于接受隐形矫治的受试者无牙周病,牙周微生物和核心微生物水平相对稳定。因此,虽然短暂的口腔环境的改变会引起微生物多样性和结构的改变,但总体来说牙周病原体水平趋于平稳。有学者选取13项研究(包括2项对照临床试验、3项队列研究和8项自我对照研究)分析矫治器对龈下菌群的影响,得出了同样的结论^[22]。

四、正畸矫治期间菌斑控制思路

综上所述,不论是传统的金属固定矫治器还是无托槽隐形矫治器均会导致正畸矫治患者菌斑增加、口腔菌群失衡,导致龋齿、牙周疾病和口腔异味等多种并发症^[23]。因此,在正畸矫治的过程中做好菌斑控制、维持口腔菌群的平衡对龋病等多种口腔疾病的预防有重要作用。

目前,针对正畸矫治期间口腔疾病防治思路多侧重于维持口腔卫生、清洁矫治器及促进脱矿牙齿再矿化等方面。因此,笔者认为正畸医生可以在以下方面采取措施,尽量减少菌斑的聚集。

1. 定期对正畸患者进行口腔卫生宣教及指导,督促其配合使用辅助清洁器械(牙线、牙间隙刷和冲牙器等)进行口腔卫生管理。

2. 正畸矫治器的选择。在相同条件下,矫治器所致的菌斑聚集数量,无托槽隐形矫治器<唇侧固定矫治器<舌侧固定矫治器,建议在不影响矫治效果的前提下,尽量选择无托槽隐形矫治器。

3. 正畸装置(托槽颊管及附件)的粘接尽量靠近牙齿的殆方,正畸装置的龈方是菌斑聚集的主要

区域。

4. 精确控制牙面酸蚀面积,防止过度扩大酸蚀面积。酸蚀后的牙面形成蜂窝状结构,明显增加细菌黏附的机会。

5. 尽量去除正畸装置边缘多余的粘接剂。多余的粘接剂与牙面之间形成微间隙,形成菌斑聚集区^[7]。

6. 正畸治疗期间,尽量减少碳酸类饮料的摄入。碳酸类饮料增加牙面的粗糙度及细菌黏附机会,同时增加细菌的营养供给。

7. 完善邻面去釉技术(interproximal enamel reduction, IPR)的使用。严格选择IPR临床适应证及临床操作措施,尽量避免设计后牙区的IPR,选择合适的IPR工具,防龋措施应用。

8. 促进牙釉质再矿化,定期使用氟化物减少牙齿脱矿,对于佩戴无托槽隐形牙套的患者,建议2~3个月使用氟化泡沫,减少牙表面脱矿的机会。

在新型口腔疾病防治思路探索方面,有学者提出应用抗菌光动力疗法去除正畸托槽上的生物膜,设计托槽和弓丝的抗菌涂层来减少生物膜积累,进而减少医源性不良反应^[24-27]。针对隐形矫治器,强调对无托槽隐形矫治器的清洁,尤其是矫治器内侧面附件凹槽的位置,是细菌的聚集区域,建议联合使用超声震荡与化学清洗法进行矫治器的清洁^[28-30]。也有学者发现,在隐形矫治器内侧面修饰纳米级抗菌涂层可以抑制矫治器内侧面菌斑的附着^[31-34]。目前,陆续有促进牙釉质再矿化的材料和中成药(酪蛋白磷酸肽-无定形磷酸钙、青皮和茶多酚等)^[35-37]被相继发现并有望应用于口腔日常护理。

五、思考与展望

伴随着科技的发展和材料学的进步,不断有新的技术出现使正畸治疗过程越来越舒适化。但是任何新兴技术的出现在解决旧问题的同时都伴随着一系列新问题的产生。在口腔中,细菌与我们共存,我们无法消灭细菌,只能尽可能维持口腔生态平衡,争取在稳态与健康中逐步完成正畸治疗。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] Sampaio-Maia B, Caldas IM, Pereira ML, et al. The oral microbiome in health and its implication in oral and systemic diseases[J]. Adv Appl Microbiol, 2016, 97: 171-210. DOI: 10.1016/bs.aambs.2016.08.002.
- [2] Lindquist B, Emilson CG. Distribution and prevalence of mutans streptococci in the human dentition[J]. J Dent Res, 1990, 69

- (5):1160-1166. DOI:10.1177/00220345900690050801.
- [3] Furuichi Y, Lindhe J, Ramberg P, et al. Patterns of de novo plaque formation in the human dentition [J]. *J Clin Periodontol*, 1992, 19(6):423-433. DOI:10.1111/j.1600-051x.1992.tb00673.x.
- [4] Mei L, Chieng J, Wong C, et al. Factors affecting dental biofilm in patients wearing fixed orthodontic appliances [J]. *Prog Orthod*, 2017, 18(1):4. DOI:10.1186/s40510-016-0158-5.
- [5] Yener SB, Özsoy ÖP. Quantitative analysis of biofilm formation on labial and lingual bracket surfaces [J]. *Angle Orthod*, 2020, 90(1):100-108. DOI:10.2319/110818-803.1.
- [6] Klukowska M, Bader A, Erbe C, et al. Plaque levels of patients with fixed orthodontic appliances measured by digital plaque image analysis [J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2011, 139(5):e463-e470. DOI:10.1016/j.ajodo.2010.05.019.
- [7] Sukontapatipark W, el-Agroudi MA, Selliseth NJ, et al. Bacterial colonization associated with fixed orthodontic appliances. A scanning electron microscopy study [J]. *Eur J Orthod*, 2001, 23(5):475-484. DOI:10.1093/ejo/23.5.475.
- [8] Papadopoulou AK, Cantele A, Polychronis G, et al. Changes in roughness and mechanical properties of Invisalign® appliances after one- and two-weeks use [J]. *Materials (Basel)*, 2019, 12(15):2406. DOI:10.3390/ma12152406.
- [9] Fang D, Li F, Zhang Y, et al. Changes in mechanical properties, surface morphology, structure, and composition of Invisalign material in the oral environment [J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2020, 157(6):745-753. DOI:10.1016/j.ajodo.2019.05.023.
- [10] Low B, Lee W, Seneviratne CJ, et al. Ultrastructure and morphology of biofilms on thermoplastic orthodontic appliances in 'fast' and 'slow' plaque formers [J]. *Eur J Orthod*, 2011, 33(5):577-583. DOI:10.1093/ejo/cjq126.
- [11] Reichardt E, Geraci J, Sachse S, et al. Qualitative and quantitative changes in the oral bacterial flora occur shortly after implementation of fixed orthodontic appliances [J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2019, 156(6):735-744. DOI:10.1016/j.ajodo.2018.12.018.
- [12] Gujar AN, Al-Hazmi A, Raj AT, et al. Microbial profile in different orthodontic appliances by checkerboard DNA-DNA hybridization: An *in vivo* study [J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2020, 157(1):49-58. DOI:10.1016/j.ajodo.2019.01.026.
- [13] Mummolo S, Nota A, Albani F, et al. Salivary levels of *Streptococcus mutans* and *Lactobacilli* and other salivary indices in patients wearing clear aligners versus fixed orthodontic appliances: An observational study [J]. *PLoS One*, 2020, 15(4):e0228798. DOI:10.1371/journal.pone.0228798.
- [14] Sifakakis I, Papaioannou W, Papadimitriou A, et al. Salivary levels of cariogenic bacterial species during orthodontic treatment with thermoplastic aligners or fixed appliances: A prospective cohort study [J]. *Prog Orthod*, 2018, 19(1):25. DOI:10.1186/s40510-018-0230-4.
- [15] Levrini L, Mangano A, Montanari P, et al. Periodontal health status in patients treated with the Invisalign® system and fixed orthodontic appliances: A 3 months clinical and microbiological evaluation [J]. *Eur J Dent*, 2015, 9(3):404-410. DOI:10.4103/1305-7456.163218.
- [16] Kado I, Hisatsune J, Tsuruda K, et al. The impact of fixed orthodontic appliances on oral microbiome dynamics in Japanese patients [J]. *Sci Rep*, 2020, 10(1):21989. DOI:10.1038/s41598-020-78971-2.
- [17] 李佩, 陈曦, 林彤, 等. 无托槽隐形矫治器对口腔微环境影响的相关性研究 [J]. *口腔医学*, 2020, 40(9):825-828. DOI:10.13591/j.cnki.kqyx.2020.09.011.
- [18] Wang Q, Ma JB, Wang B, et al. Alterations of the oral microbiome in patients treated with the Invisalign system or with fixed appliances [J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2019, 156(5):633-640. DOI:10.1016/j.ajodo.2018.11.017.
- [19] Guo R, Liu H, Li X, et al. Subgingival microbial changes during the first 3 months of fixed appliance treatment in female adult patients [J]. *Curr Microbiol*, 2019, 76(2):213-221. DOI:10.1007/s00284-018-1610-1.
- [20] 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. DOI:10.7717/peerj.4207.
- [21] Abbate GM, Caria MP, Montanari P, et al. Periodontal health in teenagers treated with removable aligners and fixed orthodontic appliances [J]. *J Orofac Orthop*, 2015, 76(3):240-250. DOI:10.1007/s00056-015-0285-5.
- [22] Guo R, Lin Y, Zheng Y, et al. The microbial changes in subgingival plaques of orthodontic patients: A systematic review and meta-analysis of clinical trials [J]. *BMC Oral Health*, 2017, 17(1):90. DOI:10.1186/s12903-017-0378-1.
- [23] Levrini L, Posimo D, Tieghi G, et al. Halitosis with fixed orthodontic appliance vs removable orthodontic aligners: A pilot study [J]. *Stoma Edu J*, 2016, 3(2):150-155. DOI:10.25241/2016.3(2).3.
- [24] Pourhajibagher M, Bahador A. Enhanced reduction of polymicrobial biofilms on the orthodontic brackets and enamel surface remineralization using zeolite-zinc oxide nanoparticles-based antimicrobial photodynamic therapy [J]. *BMC Microbiol*, 2021, 21(1):273. DOI:10.1186/s12866-021-02324-w.
- [25] Demling A, Elter C, Heidenblut T, et al. Reduction of biofilm on orthodontic brackets with the use of a polytetrafluoroethylene coating [J]. *Eur J Orthod*, 2010, 32(4):414-418. DOI:10.1093/ejo/cjp142.
- [26] Fatani EJ, Almutairi HH, Alharbi AO, et al. *In vitro* assessment of stainless steel orthodontic brackets coated with titanium oxide mixed Ag for anti-adherent and antibacterial properties against *Streptococcus mutans* and *Porphyromonas gingivalis* [J]. *Microb Pathog*, 2017, 112:190-194. DOI:10.1016/j.micpath.2017.09.052.
- [27] 李娜, 韩冰, 张乾. 无机纳米抗菌材料抗菌性能在口腔正畸中

- 的作用[J]. 中国组织工程研究, 2015, 19(12): 1953-1957. DOI:10.3969/j.issn.2095-4344.2015.12.028.
- [28] Levrini L, Novara F, Margherini S, et al. Scanning electron microscopy analysis of the growth of dental plaque on the surfaces of removable orthodontic aligners after the use of different cleaning methods[J]. Clin Cosmet Investig Dent, 2015, 7: 125-131. DOI:10.2147/CCIDE.S95814.
- [29] Wible E, Agarwal M, Altun S, et al. Long-term effects of different cleaning methods on copolyester retainer properties[J]. Angle Orthod, 2019, 89(2): 221-227. DOI:10.2319/010218-2.1.
- [30] Agarwal M, Wible E, Ramir T, et al. Long-term effects of seven cleaning methods on light transmittance, surface roughness, and flexural modulus of polyurethane retainer material [J]. Angle Orthod, 2018, 88(3): 355-362. DOI:10.2319/081517-551.1.
- [31] Park S, Kim HH, Yang SB, et al. A polysaccharide - based antibacterial coating with improved durability for clear overlay appliances[J]. ACS Appl Mater Interfaces, 2018, 10(21): 17714-17721. DOI:10.1021/acsami.8b04433.
- [32] Xie Y, Zhang M, Zhang W, et al. Gold nanoclusters - coated orthodontic devices can inhibit the formation of *Streptococcus mutans* biofilm [J]. ACS Biomater Sci Eng, 2020, 6(2): 1239-1246. DOI:10.1021/acsbmaterials.9b01647.
- [33] Xie Y, Zheng W, Jiang X. Near - infrared light - activated phototherapy by gold nanoclusters for dispersing biofilms [J]. ACS Appl Mater Interfaces, 2020, 12(8): 9041-9049. DOI: 10.1021/acsami.9b21777.
- [34] Zhang M, Liu X, Xie Y, et al. Biological safe gold nanoparticle-modified dental aligner prevents the porphyromonas gingivalis biofilm formation [J]. ACS Omega, 2020, 5(30): 18685-18692. DOI:10.1021/acsomega.0c01532.
- [35] 王里媛,周红艳,梅予锋. 酪蛋白磷酸肽-无定形磷酸钙再矿化作用的研究进展[J]. 口腔生物医学, 2019, 10(1): 51-53. DOI: 10.3969/j.issn.1674-8603.2019.01.012.
- [36] 吴泽钰,薛瑞,袁曦玉,等. 青皮对主要致龋细菌生长的影响及网络药理学分析其防龋机制[J]. 口腔医学, 2020, 40(2): 101-107. DOI:10.13591/j.cnki.kqyx.2020.02.002.
- [37] 肖悦,刘天佳,詹玲,等. 茶多酚影响致龋菌在唾液获得性膜粘附的研究[J]. 华西口腔医学杂志, 2000, 18(5): 336-339. DOI: 10.3321/j.issn:1000-1182.2000.05.015.

(收稿日期:2022-02-21)

(本文编辑:王嫚)