

[DOI] 10.12016/j.issn.2096-1456.2021.05.008

• 综述 •

正畸牙移动困难相关因素研究进展

孟庆琰, 刘钧

口腔疾病研究国家重点实验室 国家口腔疾病临床医学研究中心 四川大学华西口腔医院正畸科, 四川成都(610041)

【摘要】 正畸牙移动是以牙周组织塑建为生物学基础的复杂生理过程。许多因素如口颌复合体的解剖特征、咬合干扰、机械因素及系统性因素等都可能对其造成影响, 导致正畸牙移动困难。近年来, 国内外学者非常关注牙移动困难相关因素的研究, 但当前有关正畸牙移动困难的研究多为动物实验及回顾性研究, 亟需高质量的临床试验及循证医学研究。许多正畸牙移动困难相关因素的作用机制尚存在争议, 未形成一个普遍认可的完善理论体系, 目前认为牙槽骨缺损、上颌窦、牙龈、牙根粘连、骨岛和摩擦力等因素都可能导致正畸牙移动困难。了解正畸牙移动困难的相关因素有助于正畸医生为患者制定更全面的个性化治疗方案, 实现更高效、安全的牙移动。本文对目前正畸牙移动困难的相关因素作一综述, 为正畸临床治疗提供参考。

【关键词】 正畸牙移动; 骨塑建; 牙槽骨; 上颌窦; 牙龈; 牙根粘连; 骨岛; 摩擦力

【中图分类号】 R783.5 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 2096-1456(2021)05-0340-06



开放科学(资源服务)标识码(OSID)

【引用著录格式】 孟庆琰, 刘钧. 正畸牙移动困难相关因素研究进展[J]. 口腔疾病防治, 2021, 29(5): 340-345. doi:10.12016/j.issn.2096-1456.2021.05.008.

Research progress on factors related to the difficulty of orthodontic tooth movement MENG Qingyan, LIU Jun. State Key Laboratory of Oral Diseases & National Clinical Research Center for Oral Diseases, Department of Orthodontics, West China Hospital of Stomatology, Sichuan University, Chengdu 610041, China

Corresponding author: LIU Jun, Email: junliu@scu.edu.cn, Tel: 86-28-85502207

【Abstract】 Orthodontic tooth movement is a complex physiological process based on periodontal tissue remodeling. Numerous factors, such as the anatomical characteristics of oral and maxillofacial complications, occlusal interference, mechanical factors and systematic factors, may play critical roles in orthodontic tooth movement, leading to tooth movement difficulty. In recent years, many scholars have focused on factors related to tooth movement difficulty, but current research mostly involves animal experiments and retrospective studies. Clinical trials of high-quality and evidence-based medicine studies are required. Although no sound theory system is available that is universally recognized and the mechanism of many factors remains debatable, alveolar bone defects, the maxillary sinus, the gingiva, tooth ankylosis, bone islands and friction may cause orthodontic tooth movement. Understanding the factors related to the difficulty of orthodontic tooth movement is advantageous to develop a more comprehensive personalized treatment plan for patients and achieve more efficient and safer tooth movement. In this paper, the current factors related to orthodontic tooth movement are reviewed to provide references for clinical orthodontic treatment.

【Key words】 orthodontic tooth movement; bone remodeling; alveolar bone; maxillary sinus; gingiva; tooth ankylosis; bone island; friction

J Prev Treat Stomatol Dis, 2021, 29(5): 340-345.

【Competing interests】 The authors declare no competing interests.

This study was supported by the grants from National Natural Science Foundation of China (No.81870743).

【收稿日期】 2020-10-16; **【修回日期】** 2020-12-12

【基金项目】 国家自然科学基金项目(81870743)

【作者简介】 孟庆琰, 住院医师, 硕士, Email: 496272019@qq.com

【通信作者】 刘钧, 教授, 博士, Email: junliu@scu.edu.cn Tel: 86-28-85502207

正畸牙移动被定义为牙颌复合体的生理平衡受外力干预后的生物反应的结果^[1]。其生物学基础是牙周组织的塑建,包括骨组织的可塑性、牙骨质的抗压性和牙周膜内环境的稳定性等。传统的正畸疗程一般为2~3年,长时间的正畸治疗是龋齿^[2]、黏膜疾病^[3]和牙根吸收^[4]等并发症的潜在危险因素。充分了解正畸牙移动困难的相关因素可帮助正畸医生从正畸材料学、生物学、生物力学和解剖学等不同角度完善正畸治疗方案,提高牙移动效率,缩短疗程,减少正畸副作用及并发症的发生。当前牙移动困难相关因素的研究多为回顾性研究和动物实验,缺乏可靠的随机对照临床试验和循证医学证据,且许多影响因素的作用机制仍处于争议中,尚未形成一个普遍认可的完善理论体系。本文旨在对目前正畸牙移动困难的相关因素作一综述,为正畸临床治疗提供参考,以期实现更高效、更安全的牙移动。

1 牙槽骨缺损或骨皮质阻碍

牙槽骨缺损是指牙槽骨结构的不完整,包括三维方向上牙槽骨结构的不连续,主要表现为骨开窗及骨开裂。骨开窗是指牙槽嵴顶完整,牙唇(颊)、舌(腭)侧牙槽骨缺损形成的裂隙,牙根暴露于牙槽骨外,牙根表面仅有骨膜和牙龈附着。骨开裂指牙根唇颊侧或舌腭侧牙槽嵴边缘的V形骨缺损,自牙槽嵴顶向根方延伸^[5]。除了先天存在的牙槽骨缺损,正畸治疗过程中牙齿移动的方向、正畸力的大小和频率、解剖的特异性等都可能影响牙槽骨缺损的发生发展。

矢状向上,Coşkun等^[6]研究发现骨开窗、骨开裂在未经正畸治疗的各类错殆畸形患者中均有较高发生率,骨性Ⅰ类患者骨开裂发生率明显高于骨性Ⅱ类、骨性Ⅲ类患者,但骨开窗发生率在3种错殆畸形患者中无明显差异。垂直向上,Enhos等^[7]研究结果显示高角型和均角型错殆畸形患者的骨开窗发生率比低角型患者高。目前牙槽骨缺损与错殆畸形的关系仍存在争议。此外,唇腭裂、牙槽骨唇(颊)舌(腭)侧骨板较薄或缺如、牙根偏离牙槽骨中心、系带附着异常等都是骨开裂与骨开窗的高危因素^[8-9]。

正畸生物力学设计会增大骨开窗和骨开裂发生的可能性,而骨开裂与骨开窗会严重影响牙移动速率。正畸治疗应尽量避免牙移动途径超过牙槽骨边界,确保牙齿在移动过程中不与骨皮质接

触以降低牙槽骨缺损风险。前牙区牙槽骨板较薄,转矩的改变更易引起骨开窗或骨开裂。上颌扩弓可能会使后牙颊倾,减小后牙颊侧骨板厚度,更易导致骨开裂或骨开窗,特别是快速上颌扩弓(rapid maxillary expansion, RME)所加力值较大,加剧牙槽骨缺损的倾向^[10]。Lo Giudice等^[11]研究发现RME会显著降低牙槽骨颊侧骨板厚度,建议对于颊侧骨板较薄的患者慎重选择快速扩弓。对于正颌手术前去代偿的患者,骨皮质切开术辅助正畸治疗可以保护上下前牙,有效改善前牙骨开窗与骨开裂^[12]。

锥形束CT在三维方向上对牙槽骨骨量及形态的测量有助于骨开裂、骨开窗的诊断^[13]。正畸治疗前应拍摄锥形束CT了解患者牙槽骨三维方向上的形态特征以及是否存在骨开窗骨开裂的危险因素,根据牙槽骨形态采取合理的正畸生物力学设计和矫治策略,保持牙移动和颌骨改建的平衡,预防牙槽骨缺损。

小于3 mm的骨开窗与骨开裂,可依靠骨组织的修复能力自愈^[14]。当牙槽骨缺损较大、机体自我修复能力无法代偿时,可采取骨再生技术干预。目前临床上常用的骨组织再生技术主要包括骨皮质切开术伴骨移植和引导骨再生技术(guided bone regeneration, GBR)。骨皮质切开术辅助自体或异体骨移植可有效增加骨量,扩大牙齿移动范围,避免牙槽骨缺损。Ahn等^[15]研究结果也表明该方法用于预防前牙去代偿过程中可能出现的骨开裂和骨开窗是安全可行的。GBR技术多选择颗粒填料和含有不同细胞因子的生物膜促进组织修复,安全性和有效性得到了广泛认同。目前GBR在修复牙槽骨缺损方面的研究由于样本量限制、随机对照试验的缺乏,关于哪种膜材料和手术方法对修复牙槽骨缺损更安全高效仍有较大争议^[16]。近年来组织工程技术迅速发展,为牙槽骨缺损的修复开辟了新的途径,但骨组织工程技术修复牙槽骨缺损的研究目前仍处于实验室阶段,临床应用较少。

2 经上颌窦的牙移动

上颌窦是位于人上颌骨体内的锥形空腔,解剖特征在不同个体之间、甚至同一个体颅骨两侧都可能存在较大差异,其解剖变异性可表现为上颌窦息肉、发育不良、外生骨疣和上颌窦间隔等^[17]。成人上颌窦底由上颌牙槽突和部分硬腭组

成,与上颌磨牙及前磨牙关系密切。事实上皮质骨和松质骨都能对正畸力作出反应从而协调骨塑建与骨重建,但相较于松质骨而言,骨皮质的骨重建效率和表面活性较低,这一现象在成人中更加明显^[18]。

经上颌窦的后牙间隙关闭是正畸治疗中的常见难题,在临床治疗过程中往往遇到许多困难,因为通过上颌窦的牙移动是有限度的。上颌窦底对于拔牙间隙关闭的影响主要表现在前磨牙区和磨牙区。上颌窦底垂直向延伸过多时,可能干扰上颌后牙的移动轨迹,导致该区域牙齿移动困难,牙根吸收风险增大,上颌后牙过度萌出和上颌后牙的拔除都可能会引起上颌窦向下扩张,发生上颌窦气化,影响上颌后牙区拔牙间隙的关闭^[19]。虽然在临床中实现经上颌窦的牙齿移动颇为困难,但并非无法实现。Cha等^[20]通过持续轻力的应用和牙齿的低速移动,成功实现了经上颌窦的牙移动,有效改善了面部或唇部凸度,实现了良好的咬合关系和牙根平行度,且未见明显牙根和牙槽骨吸收。

经上颌窦的正畸牙移动研究很多,且观点不一。目前普遍认可的观点为上颌窦会影响正畸拔牙间隙的关闭,集中表现在上颌后牙区。经上颌窦的牙齿移动是可以实现的,但正畸医生需要充分了解患者上颌窦及其毗邻的解剖结构特征,设计合理的力学体系,通过持续轻力实现牙齿的低速移动,合理控制力与力矩的比值和应力分布,并在治疗过程中根据患者的实际情况不断调整治疗策略,以实现安全、高效的正畸治疗。正畸医生对经上颌窦的牙移动仍应持谨慎态度,因为目前可参考的研究多为病例报告,缺乏随机对照研究和强有力的循证医学证据。

3 牙根粘连

牙外伤后,牙周膜的愈合方式有以下4种:牙周膜愈合、表面吸收愈合、骨性粘连、替代性吸收。发生骨性粘连和替代性吸收的牙,牙本质和牙骨质被吸收并被骨组织替代,牙根与牙槽骨粘连,牙移动难度增大^[21]。牙根粘连还可见于阻生牙,常导致牵引失败。对于这种情况,可尝试采用外科松解、牙冠切除术辅助牙髓器械刺激或外科局部牵张成骨辅助牙移动^[22-23],但其安全性和有效性尚缺乏有力的循证医学证据。

4 牙龈阻碍

一般情况下正畸治疗过程中牙龈组织的塑建

较硬组织慢,变化较小,对正畸疗程、效果和稳定性影响也较小。但如果口腔卫生状况较差,牙菌斑堆积,可出现不同程度的牙龈肥大,牙龈增生严重者会覆盖牙面、矫治器或牙列间隙,影响牙齿移动,降低正畸治疗稳定性。牙龈肥大患者应首先行牙周基础治疗,术后部分患者牙龈肥大可自行消退。如牙周基础治疗效果欠佳,可根据情况进行牙周外科手术切除多余的牙龈,手术方法包括传统手术刀切除、电刀切除或激光切除等^[24]。

牙龈内陷又称牙龈折痕,是牙龈近远中向卷曲的一条探诊深度至少为1 mm或垂直和水平探诊深度至少2 mm的线性内陷,多见于需要关闭拔牙间隙的正畸患者^[25]。拔牙间隙关闭时间过长、吸烟和年龄过大等是牙龈内陷的潜在危险因素。对口腔卫生状况较差、局限于软组织、牙龈形态不良的牙龈内陷患者,可选择牙龈切除成形术;对于牙龈内陷贯穿龈乳头或伴有牙槽骨缺损的患者,可行引导性牙周组织再生术和植骨术^[25]。

5 垂直骨面型、牙槽骨密度

颌面部垂直骨面型主要分为3种:低角型、均角型和高角型。临床治疗中发现相较于高角患者,低角患者拔牙间隙常难以关闭。目前普遍认为低角型患者颌骨密度较高,咀嚼肌功能较强,而高角型患者颌骨密度较低,咀嚼肌功能较弱,因此高角型患者对正畸力更敏感,牙移动速率相对较快^[26]。Casanova-Sarmiento等^[27]研究发现低角型患者骨皮质厚度普遍高于非低角型患者,提示低角型患者应警惕牙移动过程中与骨皮质接触,这可能是低角型患者间隙关闭困难的原因之一。

对牙槽骨密度较高的患者,可尝试骨皮质切开术或非手术方法辅助牙移动^[12,28]。在骨皮质切开术辅助正畸治疗中,骨皮质的创伤可导致暂时性的局部牙槽骨脱矿和牙槽骨密度降低,激活成骨和破骨细胞,加速局部牙槽骨的改建,从而加快牙移动,但手术创伤和可能并发的感染、疼痛等仍严重影响患者的接受度^[28]。非手术方法包括激光治疗、药物治疗和电磁治疗等。目前常见辅助正畸牙移动的干预措施都具有一定的局限性和副作用,尚无一种措施得到广泛认可。

6 邻牙、对颌牙干扰或咬合打开不足

正畸治疗中,普遍认为邻牙接触和咬合干扰会阻碍牙齿移动。咬合过深、咬合力过大或咬合

打开不足都可能导致牙周支持组织结构和功能的病理性改变。消除咬合干扰可在一定程度上改善牙周参数,利于实现安全和高效的牙移动^[29]。Dudic等^[30]建立正畸牙移动实验模型,对30名受试者进行标准化正畸牙移动实验,发现邻牙接触和咬合干扰都会阻碍牙齿的位移。

7 骨岛

正畸过程中,当牙与硬度较高的组织(如致密骨皮质、骨岛)接触时,易导致牙根吸收和牙移动的失败。骨岛的实质是骨松质内的致密骨组织团块或结节,是一种非病理性变异,多发于下颌前磨牙根尖区。有病例报告显示^[31],骨岛与牙移动冲突时,可能导致间隙关闭不全、牙齿的转矩及轴倾度难以控制和牙根吸收。针对存有骨岛的患者,应拍摄CBCT确定病变部位,根据牙齿移动量、移动方向与骨岛的关系,制定个性化正畸方案,以期实现安全和高效的正畸治疗。

8 机械因素

8.1 弓丝摩擦力

在传统的固定矫治体系中,托槽与弓丝之间的摩擦力贯穿于整个正畸治疗过程,不同矫治阶段对弓丝摩擦力要求也不同。在关闭间隙阶段,适当减小摩擦力有利于缓解患者不适,减小支抗消耗,在实现高效牙移动的同时减少牙根吸收、牙周膜损伤等副作用。较大的摩擦力有利于改正牙齿扭转和控制转矩,但容易导致牙移动的困难^[32]。摩擦力大小主要受托槽种类、弓丝特性和生物因素等影响^[33]。

8.2 正畸力

正畸牙移动与治疗过程所加力值的大小、种类、作用时间等密切相关。正畸医生通过对牙齿施加一定矫治力并将应力传递到相应牙周组织,牙槽骨组织发生适应性骨改建,产生牙齿的位移。最适正畸牙移动是通过持续轻力实现的,且牙齿移动患者不会出现明显不适和继发性病理性损伤^[34]。从组织学水平上看,最适正畸力不应阻碍牙周组织正常血液循环,尽可能避免透明样变和牙槽骨潜行性吸收,同时促进生理性的成骨与破骨活动,实现牙齿移动。正畸力值过小无法实现牙齿移动,力值过大则会导致牙周膜透明样变和牙槽骨潜行性吸收,严重的会发生牙周膜坏死、牙根吸收、牙根与牙槽骨固着粘连,牙齿同样无法

移动。

Ozkalayci等^[35]研究结果表明持续力的牙移动效率要明显高于间歇力,但相较于间歇力而言,持续力更易导致牙根吸收。牙周膜中分布的应力是组织改建的始动因素,决定细胞反应的类型和程度,从而决定牙移动的类型和速度,而牙倾斜移动过程中牙周膜应力分布不均,牙根和牙槽骨吸收风险较其他移动方式更高。

9 其他因素

正畸牙移动是一个物理现象和生物组织重建协同发生的过程,除上述因素外,还可能受许多其他因素影响,如年龄、药物和系统性因素等^[36-39]。Schubert等^[36]研究发现牙周膜的增龄性变化使得牙周膜反应性及改建能力下降,对矫治力敏感性减弱,牙移动速率下降。许多常用的全身性药物也可能影响正畸牙移动^[37-38]。如维生素C与蛋壳膜应用可有效增强牙齿压力侧破骨细胞活性,提高张力区I型和III型胶原表达水平,加速牙齿移动^[38],而他汀类药物则可能抑制正畸牙移动^[39]。

综上所述,正畸牙移动是一个以牙周组织的塑建为生物学基础的复杂生理过程,解剖特征、机械因素、系统性因素等都可能影响牙移动的困难。国内外学者围绕正畸牙移动进行了广泛的研究,但是其具体的生物学和生物力学机制仍有许多问题亟待解决,需要全世界学者共同努力,以期形成一个关于正畸牙移动影响因素的统一理论体系。

【Author contributions】 Meng QY wrote the article. Liu J revised the article. All authors contributed to the article and approved the submitted version.

参考文献

- [1] Proffit WR, Fields HW, Sarver DM, et al. Contemporary orthodontics[M]. St Louis: Mosby, 2018: 248-268.
- [2] Enerbäck H, Lingström P, Möller M, et al. Validation of caries risk assessment methods in orthodontic patients[J]. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2020, 158(1): 92-101. doi: 10.1016/j.ajodo.2019.07.017.
- [3] Manuelli M, Marcolina M, Nardi N, et al. Oral mucosal complications in orthodontic treatment[J]. Minerva Stomatol, 2019, 68(2): 84-88. doi: 10.23736/S0026-4970.18.04127-4.
- [4] Elhaddaoui R, Qoraich HS, Bahije L, et al. Orthodontic aligners and root resorption: a systematic review[J]. Int Orthod, 2017, 15(1): 1-12. doi: 10.1016/j.ortho.2016.12.019.
- [5] Grimoud AM, Gibbon VE, Ribot I. Predictive factors for alveolar

- fenestration and dehiscence[J]. *Homo*, 2017, 68(3): 167-175. doi: 10.1016/j.jchb.2017.03.005.
- [6] Coşkun İ, Kaya B. Appraisal of the relationship between tooth inclination, dehiscence, fenestration, and sagittal skeletal pattern with cone beam computed tomography[J]. *Angle Orthod*, 2019, 89(4): 544-551. doi: 10.2319/050818-344.1.
- [7] Enhos S, Uysal T, Yagci A, et al. Dehiscence and fenestration in patients with different vertical growth patterns assessed with cone-beam computed tomography[J]. *Angle Orthod*, 2012, 82(5): 868-74. doi: 10.2319/111211-702.1.
- [8] Choi JY, Chaudhry K, Parks E, et al. Prevalence of posterior alveolar bony dehiscence and fenestration in adults with posterior cross-bite: a CBCT study[J]. *Prog Orthod*, 2020, 21(1): 8. doi: 10.1186/s40510-020-00308-6.
- [9] Celikoglu M, Buyuk SK, Hatipoglu M, et al. Evaluation of dehiscence and fenestration in adolescents affected by bilateral cleft lip and palate using cone-beam computed tomography[J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2017, 152(4): 458-464. doi: 10.1016/j.ajodo.2017.01.024.
- [10] Digregorio MV, Fastuca R, Zecca PA, et al. Buccal bone plate thickness after rapid maxillary expansion in mixed and permanent dentitions[J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2019, 155(2): 198-206. doi: 10.1016/j.ajodo.2018.03.020.
- [11] Lo Giudice A, Barbato E, Cosentino L, et al. Alveolar bone changes after rapid maxillary expansion with tooth-born appliances: a systematic review[J]. *Eur J Orthod*, 2018, 40(3): 296-303. doi: 10.1093/ejo/cjx057.
- [12] Sun L, Yuan L, Wang B, et al. Changes of alveolar bone dehiscence and fenestration after augmented corticotomy-assisted orthodontic treatment: a CBCT evaluation[J]. *Prog Orthod*, 2019, 20(1): 7. doi: 10.1186/s40510-019-0259-z.
- [13] Peterson AG, Wang M, Gonzalez S, et al. An *in vivo* and cone beam computed tomography investigation of the accuracy in measuring alveolar bone height and detecting dehiscence and fenestration defects[J]. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 2018, 33(6): 1296-1304. doi: 10.11607/jomi.6633.
- [14] Rudert M. Histological evaluation of osteochondral defects: consideration of animal models with emphasis on the rabbit, experimental setup, follow-up and applied methods[J]. *Cells Tissues Organs*, 2002, 171(4): 229-240. doi: 10.1159/000063125.
- [15] Ahn HW, Seo DH, Kim SH, et al. Morphologic evaluation of dento-alveolar structures of mandibular anterior teeth during augmented corticotomy-assisted decompensation[J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2016, 150(4): 659-669. doi: 10.1016/j.ajodo.2016.03.027.
- [16] Wessing B, Lettner S, Zechner W. Guided bone regeneration with collagen membranes and particulate graft materials: a systematic review and meta-analysis[J]. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 2018, 33(1): 87-100. doi: 10.11607/jomi.5461.
- [17] Amine K, Slaoui S, Kanice FZ, et al. Evaluation of maxillary sinus anatomical variations and lesions: a retrospective analysis using cone beam computed tomography[J]. *J Stomatol Oral Maxillofac Surg*, 2020, 121(5): 484-489. doi: 10.1016/j.jormas.2019.12.021.
- [18] Ott SM. Cortical or trabecular bone: what's the difference? [J]. *Am J Nephrol*, 2018, 47(6): 373-375. doi: 10.1159/000489672.
- [19] Mukesh K, Manish G, Shalini M, et al. Tooth movement through the maxillary sinus[J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2020, 158(2): 161-162. doi: 10.1016/j.ajodo.2020.04.012.
- [20] Cha S, Zhang C, Zhao Q. Treatment of class II malocclusion with tooth movement through the maxillary sinus[J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2020, 157(1): 105-116. doi: 10.1016/j.ajodo.2018.08.027.
- [21] Hasanuddin S, Reddy JS. Sequelae of delayed replantation of maxillary permanent incisors after avulsion: a case series with 24-month follow-up and clinical review[J]. *J Indian Soc Pedod Prev Dent*, 2018, 36(4): 410. doi: 10.4103/jisppd.jisppd-187-18.
- [22] Mohadeb JV, Somar M, He H. Effectiveness of decoronation technique in the treatment of ankylosis: a systematic review[J]. *Dent Traumatol*, 2016, 32(4): 255-263. doi: 10.1111/edt.12247.
- [23] Guarnieri R, Cavallini C, Vernucci R, et al. Impacted maxillary canines and root resorption of adjacent teeth: a retrospective observational study[J]. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*, 2016, 21(6): e743-e750. doi: 10.4317/medoral.21337.
- [24] Sibaud V, Vigarios E, Tavitian S, et al. Accroissements gingivaux: approche pragmatique[Gingival enlargement: practical management] [J]. *Ann Dermatol Venerol French*. 2016, 143(6/7): 467-481. doi:10.1016/j.annder.
- [25] Gözl L, Reichert C, Jäger A. Gingival invagination--a systematic review[J]. *J Orofac Orthop*, 2011, 72(6): 409-420. doi: 10.1007/s00056-011-0046-z.
- [26] Alabdullah M, Saltaji H, Abou-Hamed H, et al. Association between facial growth pattern and facial muscle activity: a prospective cross-sectional study[J]. *Int Orthod*, 2015, 13(2): 181-194. doi: 10.1016/j.ortho.2015.03.011.
- [27] Casanova-Sarmiento JA, Arriola-Guillén LE, Ruíz-Mora GA, et al. Comparison of anterior mandibular alveolar thickness and height in young adults with different sagittal and vertical skeletal relationships: a CBCT Study[J]. *Int Orthod*, 2020, 18(1): 79-88. doi: 10.1016/j.ortho.2019.10.001.
- [28] Kacprzak A, Strzecki A. Methods of accelerating orthodontic tooth movement: a review of contemporary literature[J]. *Dent Med Probl*, 2018, 55(2): 197-206. doi: 10.17219/dmp/90989.
- [29] Fan J, Caton JG. Occlusal trauma and excessive occlusal forces: narrative review, case definitions, and diagnostic considerations [J]. *J Periodontol*, 2018, 89 (Suppl 1): s214-s222. doi: 10.1002/JPER.16-0581.
- [30] Dudic A, Giannopoulou C, Kiliaridis S. Factors related to the rate of orthodontically induced tooth movement[J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2013, 143(5): 616-621. doi: 10.1016/j.ajodo.2012.12.009.
- [31] Sinnott PM, Hodges S. An incidental dense bone island: a review of potential medical and orthodontic implications of dense bone islands and case report[J]. *J Orthod*, 2020, 47(3): 251-256. doi: 10.1177/1465312520917975.
- [32] Vaughan JL, Duncanson MG, Nanda RS, et al. Relative kinetic

- frictional forces between sintered stainless steel brackets and orthodontic wires[J]. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 1995, 107(1): 20-27.
- [33] Yang X, Xue C, He Y, et al. Transversal changes, space closure, and efficiency of conventional and self-ligating appliances: a quantitative systematic review[J]. J Orofac Orthop, 2018, 79(1): 1-10. doi: 10.1007/s00056-017-0110-4.
- [34] Proffit WR, Fields HW, Sarver DM, et al. Contemporary orthodontics[M]. St Louis: Mosby, 2018: 276-298.
- [35] Ozkalayci N, Karadeniz EI, Elekdag-Turk S, et al. Effect of continuous versus intermittent orthodontic forces on root resorption: a microcomputed tomography study[J]. Angle Orthod. 2018,88(6):733-739. doi: 10.2319/012518-68.1.
- [36] Schubert A, Jäger F, Maltha JC, et al. Age effect on orthodontic tooth movement rate and the composition of gingival crevicular fluid: a literature review[J]. J Orofac Orthop, 2020, 81(2): 113-125. doi: 10.1007/s00056-019-00206-5.
- [37] Davidovitch Z, Krishnan V. Biological mechanisms of tooth movement[M]. Oxford, UK: Wiley-Blackwell, 2009: 66-143.
- [38] Motoji H, To M, Hidaka K, et al. Vitamin C and eggshell membrane facilitate orthodontic tooth movement and induce histological changes in the periodontal tissue[J]. J Oral Biosci, 2020, 62(1): 80-87. doi: 10.1016/j.job.2020.01.006.
- [39] Kommuri K, Javed F, Akram Z, et al. Effect of statins on orthodontic tooth movement: a systematic review of animal and clinical studies[J]. Arch Oral Biol, 2020, 111: 104665. doi: 10.1016/j.archoralbio.2020.104665.

(编辑 罗燕鸿)



官网



公众号

· 短讯 ·

《口腔疾病防治》杂志征稿及征订启事

《口腔疾病防治》是国内外公开发行的口腔医学学术类期刊,月刊,CN 44-1724/R,ISSN 2096-1456,CODEN KJFOA4,为中国科技核心期刊、RCCSE中国学术核心期刊、中国医药卫生核心期刊,被国内外多家重要数据库收录,由南方医科大学口腔医院(广东省口腔医院)、广东省牙病防治指导中心主办;主要报道国内外口腔医学研究新进展和口腔疾病防治新成果、新技术、新经验,服务口腔疾病预防治疗领域学术交流和口腔疾病防控工作。

本刊设有专家论坛、专家述评、基础研究、临床研究、防治实践、综述等栏目。对录用论文实行免费快速发表,不收取作者任何费用并支付稿酬。

本刊官网及投稿网址为 <http://www.kqjbfz.com>,官网文献实行开放获取(Open Access,OA),免费为读者提供全文服务。《口腔疾病防治》已开设微信公众号,每月推出专家论坛文章及当期全文,读者可通过扫描杂志封面、每篇文章后面的二维码或者搜索微信公众账号“口腔疾病防治杂志”、微信号“kqjbfz”关注本刊。

本刊没有授权或委托任何其他网站受理作者投稿,谨防诈骗。欢迎广大读者订阅。全国各地邮局均可订阅,邮发代号46-225。每月20日出版,定价为每册5.00元,全年60元。如错过邮局订阅时间,可直接向编辑部订购。请将款项汇入开户银行:广州市建行昌岗路支行,账号:44001430402050202779,户名:南方医科大学口腔医院,并且将订阅者的邮政编码、详细地址、姓名、联系电话、订阅年度、份数及汇款回执扫描件发送至本刊邮箱(kqjbfz@vip.126.com)。编辑部电话:020-84403311, Email: kqjbfz@vip.126.com。

《口腔疾病防治》编辑部