综　述

导板在正畸治疗中的矫治效能与临床应用

翁依雅[1],袁礼婵[1],张梦男[1],马俊青[1,2,3]

[摘要]　导板是正畸治疗中的重要辅助装置,包括固定式 Bite Turbo、活动式导板及隐形矫治 Bite Ramp 等类型。它们通过调节咬合力分布与下颌位置,在深覆𬌗、反𬌗、𬌗平面不对称及锁𬌗等多种错𬌗畸形的治疗中发挥关键作用。本文系统论述了导板治疗的生物力学基础,涵盖咬合打开、下颌引导、垂直向控制及牙齿移动调控等方面,并结合临床研究数据,分析了导板在固定矫治与隐形矫治中的具体应用及效果。结果显示,固定式导板打开咬合的效率明显高于活动导板,而隐形矫治中的 Bite Ramp 则能提供更舒适、精准的咬合引导。导板的应用需要严格把握适应证,尤其对高角病例应谨慎使用。随着数字化设计与材料技术的进步,导板在正畸治疗中正朝着更个性化、精准化的方向发展。

[关键词]　咬合导板;深覆𬌗;垂直向控制;生物力学
[中图分类号]　R783.5　　[文献标识码]　A　　[文章编号]　1003-9872(2026)08-0619-05
[doi]　10.13591/j.cnki.kqyx.2026.08.009

Bite plates in orthodontics: Therapeutic efficacy and clinical applications

WENG Yiya, YUAN Lichan, ZHANG Mengnan, MA Junqing. (*Department of Orthodontics, The Affiliated Stomatological Hospital of Nanjing Medical University; State Key Laboratory Cultivation Base of Research, Prevention and Treatment for Oral Diseases* (*Nanjing Medical University*); *Jiangsu Province Engineering Research Center of Stomatological Translational Medicine* (*Nanjing Medical University*), *Nanjing 210029, China*)

Abstract: Bite plates are essential auxiliary devices in orthodontic treatment, comprising various types such as fixed bite turbos, removable bite plates, and bite ramps used in clear aligner therapy. By modulating occlusal force distribution and mandibular position, these devices play a critical role in treating diverse malocclusions, including deep bite, crossbite, canted occlusal plane, and scissors bite. This review systematically elucidates the biomechanical foundations of bite plate therapy, covering bite opening, mandibular guidance, vertical control, and the regulation of tooth movement. Furthermore, combined with clinical research data, this article analyzes the specific applications and efficacy of bite plates in both fixed appliance therapy and clear aligner therapy. The findings indicate that fixed bite turbos demonstrate significantly higher efficiency in bite opening compared to removable bite plates, while bite ramps in clear aligner therapy offer more comfortable and precise occlusal guidance. However, strict adherence to indications is required when applying bite plates, with particular caution necessary for high-angle cases. With advancements in digital design and material technology, the application of bite plates in orthodontics is evolving toward greater personalization and precision.

Key words: bite plate; deep overbite; vertical control; biomechanics

Stomatology, 2026, 46(8): 619-623

错𬌗畸形的形成,往往伴随着牙列、牙槽骨与颌骨之间的三维关系失衡。这种失衡在垂直向和矢状向上,常表现为深覆𬌗、前牙反𬌗、𬌗平面倾斜或开𬌗倾向等病理性咬合锁结。一旦形成锁结,它不仅会阻碍牙齿按计划移动,还可能诱发或加重颞下颌关节问题,增加牙周负担,从而影响治疗效率和最终稳定性[1]。传统的活动式平面导板或斜面导板,虽然能在一定程度上打开咬合、解除干扰,但其体积较大、患者佩戴的依从性往往不佳,且对力学的控制较为粗略,已难以完全适应现代正畸治疗对精准性的要求[2]。近年来,随着材料科学和生物力学研究的不断深入,新型导板装置,如固定式 Bite Turbo 和隐形矫治中的精密导板(Bite Ramp),逐渐成为重要的辅助手段。这些装置更加高效、微创,在固定矫治和隐形矫治中均发挥着关键作用。导板通过人为建立特定的咬合接触点,暂时性地分离上下颌牙列的其

基金项目:国家自然科学基金(82170911);江苏省科教能力提升工程——江苏省研究型医院(YJXYYJSDW4),江苏省医学创新中心(CXZX202227)

作者单位:1 南京医科大学附属口腔医院正畸科;口腔疾病研究与防治国家级重点实验室培育建设点(南京医科大学);江苏省口腔转化医学工程研究中心(南京医科大学),江苏南京(210029);2 杭州医学院存济口腔医学院,浙江杭州(311399);3 杭州口腔医院(紫金港院区),浙江杭州(310030)
通信作者:马俊青　E-mal: majunq@163.com

他部分来有效解除咬合锁结,重新分布咬合力,引导下颌进行功能性调整,并辅助实现牙齿的压低、伸长或转矩控制[3]。本文旨在结合国内外的最新研究进展,系统性地阐述导板在正畸治疗中的生物力学原理。文章将深入分析导板在矫治深覆𬌗、前牙反𬌗、偏颌以及隐形矫治中的临床效果,并探讨其应用过程中需要注意的风险管理问题。希望这些内容能为临床医生提供一份兼具科学性、先进性和实用性的参考。

1　导板的生物力学基础

导板的核心作用是通过改变咬合接触模式和力的传导路径,引发牙齿、牙槽骨及下颌姿态的适应性重建,涉及复杂的力学传导与生物学改建过程,深入理解其生物力学机制是实现精准矫治的前提。

1.1　咬合打开与锁结解除效应

深覆𬌗或严重拥挤患者在矫治初期常因上下牙尖窝紧密嵌合而出现咬脱托槽或牙尖干扰阻碍牙齿移动的现象。将树脂导板粘接于切牙或磨牙区,可即刻增加垂直距离,使绝大多数牙尖窝关系分离,这种去锁结效应使牙齿主要受弓丝弹性力作用,降低了摩擦阻力,有利于早期排齐和去旋转[4-5]。对于使用陶瓷托槽的患者,由于陶瓷硬度显著高于牙釉质,若直接咬合接触易导致对颌牙严重磨耗,上颌前牙舌侧树脂导板可避免上前牙与下颌陶瓷托槽直接接触,明显降低对颌牙磨损[6-7]。

1.2　下颌位置的功能性引导

导板的形态设计决定了对下颌闭合时的路径引导。当导板设计具有特定斜面时,下颌在闭合过程中会沿着斜面滑动。例如在前牙反𬌗矫治中,上颌切牙舌侧的斜面导板可引导下颌向后退让,同时将咬合力转化为使上切牙唇倾的分力,促进反𬌗解除。在成人骨性Ⅲ类错𬌗并偏颌病例中,后牙咬合垫配合多曲方丝弓(MEAW)既能抬高咬合、解除前牙反𬌗,又可通过控制𬌗平面倾斜与下颌旋转实现一定的矫形效果[8-9]。临床研究证实,单侧或不对称高度的前牙导板可通过制造单侧早接触,引导下颌功能性偏斜逐渐纠正,并改善切牙平面与𬌗平面倾斜[10-12]。

1.3　垂直向控制

导板可辅助正畸治疗中的垂直向控制。当导板置于前牙区时,后牙咬合分离。在咀嚼肌收缩力作用下,前牙承受压低力,而后牙在失去咬合对抗后可被动萌出或通过矫治力主动伸长。这种机制会导致下颌平面发生顺时针旋转,从而增加前下面高,特别适用于低角深覆𬌗短面型的患者。相反,当导板置于后牙区时,前牙咬合分离,后牙受到压低力,这有助于抑制后牙萌出甚至压低后牙,诱导下颌发生逆时针旋转,减小前下面高,适用于前牙反𬌗伴高角或开𬌗倾向的病例[10]。

1.4　牙齿移动的三维调控

在前牙三维移动方面,多项三维有限元研究表明,导板受力点与牙齿阻抗中心(CRes)的关系决定了牙齿的移动类型[3,13-15]。当咬合力作用于导板靠龈侧 1/3 时,力线多经 CRes 舌侧,可在产生有效压低的同时获得相对控根的舌向转矩;若作用点靠近切缘,力线易经 CRes 唇侧,导致牙冠单纯唇倾,根向控制不足(图 1)[3]。导板咬合面的倾斜度亦可改变力的方向,唇向倾斜可产生舌向分力,舌向倾斜则产生唇向分力(图 2)[3]。舌侧平面导板不同粘接位置的有限元分析进一步提示,将导板置于牙冠中 1/3~颈部 1/3 可在压低效率与转矩控制间取得较佳平衡,并减少对龈缘的刺激[13-15]。前瞻性临床试验还发现,不同材料的前导板对切牙牙根体积影响存在差异,提示牙周条件欠佳或根形不良者需慎选材料及控制使用时间[16]。

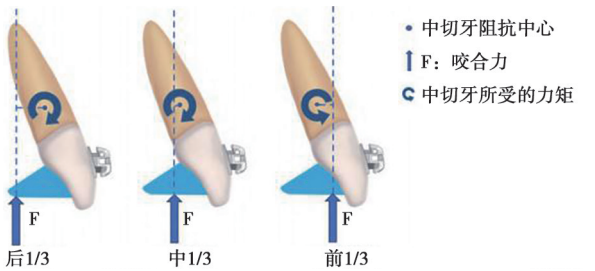


图 1　咬合力作用不同位置示意图[3]

Fig.1　Schematic illustration of bite force acting at different positions[3]

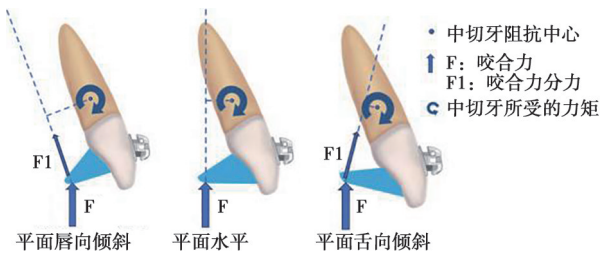


图 2　Bite Turbo 倾斜度不同时作用示意图[3]

Fig.2　Schematic illustration of a Bite Turbo at different inclinations[3]

2　导板在正畸治疗中的核心应用与效能

2.1　用于打开咬合(深覆𬌗矫治)

深覆𬌗矫治的核心在于整平 Spee 曲线,实现前牙压低与后牙伸长的协调。运用导板可实现“相对压低”与“绝对压低”的结合。

2.1.1　在固定矫治中的应用

在固定矫治中，前牙导板（如 Bite Turbo）联合连续弓丝已成为高效率方案。三维有限元分析证实，粘接导板后，上前牙在咬合力下承受明显的压入力与唇向力矩，可加速 Spee 曲线的整平[14]。临床研究普遍认为，固定式导板在打开咬合的速度和总体疗程上优于活动平导[17-19]。与单纯依靠弓丝整平 Spee 曲线相比，导板能更精确地控制前牙压低与后牙伸长的组合，效率更高[20-21]。然而，需注意控制使用周期，有研究报道平面导板组下切牙根尖吸收略大于微种植钉支抗组，提示需进行根尖监测[22]。

2.1.2　在隐形矫治中的应用

无托槽矫治技术在全球范围内的应用逐渐广泛[23-25]，然而，在隐形矫治中，深覆𬌗的矫治实现率往往受限于前牙压低不足[26-27]。整合于矫治器上的 Bite Ramp 可以通过模拟前牙咬合垫的力学效应来改善覆𬌗，且上前牙牙根吸收多在临床可接受范围内[28-31]。Bite Ramp 的作用机制包括压低切牙、促进后牙相对伸长及引导下颌顺时针旋转。但由于材料形变及矫治器脱套现象，实际压低量常低于设计值[32-33]。因此，临床上建议增加过矫治设计，并配合固位附件与患者的咬胶训练来增强力学表达[29-32]。

2.2　用于解除前牙锁结（前牙反𬌗矫治）

对于前牙反𬌗，导板可通过解除前牙的反锁结关系，为下颌后退或牙齿移动创造条件。

2.2.1　早期阻断与功能性矫治

在混合牙列期，可摘式斜面导板通过引导下颌后退及上切牙唇倾，能有效改善覆盖关系，是经典的早期阻断方法[34]。在固定矫治中，于下前牙舌侧粘接 Bite Turbo 可立即消除反锁结，此时配合早期Ⅲ类牵引，能快速（平均 3.5 个月内）解除功能性或轻度骨性反𬌗[35]。

2.2.2　成人掩饰性治疗中的应用

在成人骨性Ⅲ类掩饰性治疗中，导板（通常为后牙咬合垫）通过抬高咬合、解除前牙干扰，为上前牙唇倾、下前牙舌倾等牙性代偿提供空间。研究表明，后牙咬合垫与多曲方丝弓（MEAW）等技术联合，可在非手术条件下改善部分患者的咬合与面型[8-9]。

2.2.3　在隐形矫治方案中的设计

在隐形矫治中，设计于上切牙腭侧的 Bite Ramp 也可用于前牙反𬌗的解除。数字化与临床研究提示，该设计对促进上前牙唇倾、下前牙舌倾及覆𬌗改善具有量化作用[36-37]。

2.3　用于纠正𬌗平面不对称

𬌗平面倾斜的矫正是正畸难点，单侧咬合导板技术为此提供了一种非手术的治疗策略。通过在𬌗平面低侧（过度萌出侧）的牙齿上粘接导板，可使该侧牙齿承受压入力，同时对侧牙齿因失去咬合接触而在垂直牵引作用下相对伸长，从而整体纠正倾斜[10-11]。但该技术对病例选择要求较高，主要适用于牙性或轻度骨性倾斜（通常<5°）。需通过临床与影像学严格评估，包括使用头颅后前位片（PA）评估骨性基底与牙轴对称性[10-11]，通过头影测量分析垂直骨面型（FMA）、切牙轴倾度及唇位置，以评估垂直控制需求与牙齿代偿潜力[11-12]。

国内外临床病例证实了该技术的有效性。例如，一项病例报告展示了一例存在牙性𬌗平面倾斜并伴有不对称深覆𬌗的成人患者（图 3A）[11]。在完成初步排齐后，于右侧尖牙和侧切牙舌侧粘接了单侧咬合导板，并配合盒形牵引（图 3B）[11]，经过约 5 个月的导板辅助治疗，其𬌗平面倾斜得到改善，并获得了良好的咬合关系（图 3C）[11]。

国内研究也证实，在轻中度偏颌中，自锁托槽联合单侧 Bite Turbo 可改善覆𬌗及中线偏斜[12]。但需警惕可能引发的颞下颌关节不适或医源性开𬌗风险。对于伴随下颌偏斜的骨性Ⅲ类不对称病例，导板常作为联合治疗的一部分，与𬌗垫、MEAW 技术及Ⅲ类牵引协同应用，以协调下颌位置与牙列中线[8-9,35]。



图 3　单侧导板矫治𬌗平面倾斜临床病例[11]

Fig.3　Clinical case: Correction of occlusal cant using a unilateral Bite Turbo[11]

2.4　用于辅助后牙三维向移动（锁𬌗矫治等）

导板通过局部抬高咬合，可以为后牙区复杂的颊舌向移动提供无干扰的通道，并辅助施加特定方向的力。对于正锁𬌗或反锁𬌗，可在上颌或下颌后牙𬌗面粘接树脂𬌗垫，暂时抬高咬合直至锁结解除，为错位牙的自由排齐提供空间[4]。

通过调整导板的斜面角度，可以引导牙齿进行颊向或舌向移动。此时，如果配合使用交互牵引或微种植钉支抗，能更高效、可控地完成后牙的排齐与位置调整[4]。

3　影响导板疗效的因素与风险控制

尽管导板疗效显著，但不当使用可能带来不良

反应,临床决策需综合考虑以下因素。

3.1 患者的垂直骨面型

系统评价显示,深覆𬌗矫治效果与垂直骨面型、咬合模式及所采用的垂直控制策略密切相关,高角病例在前牙导板治疗中更易发生后牙伸长及下颌后旋[20-21,32]。因此,低角或短面型患者更适合通过前导板联合后牙伸长解除深覆𬌗并改善面下部高度;高角或长面型患者则宜慎用前导板,应优先考虑微种植体支抗等绝对压低前牙的方式,避免后牙伸长,必要时联合高位头帽、种植钉压低后牙,或采用后牙导板控制下颌逆时针旋转[10]。

3.2 牙周与牙根健康

导板集中载荷对牙周和根尖的影响亦需关注。前瞻性研究发现,不同材料的前导板对下切牙牙根体积的影响并不完全相同,提示应根据牙周与根形状况合理选择材料和使用时程[16]。与微种植钉压低相比,长期平面导板治疗深覆𬌗病例下切牙根尖吸收略高,也支持在根尖已存在吸收或牙周支持不足时慎用平导[22]。对于根形不良(锥形根、弯曲根、短根等)、根尖已存在吸收或根管治疗后牙根结构脆弱、牙周支持不足(牙周探诊深度≥4 mm,附着丧失≥3 mm,角化龈宽度不足,或伴有骨开裂/骨开窗等牙周支持组织薄弱征象)的患者,优先选用热塑性材料导板,以利用其弹性缓冲作用,降低根尖应力峰值。导板咬合面应设计为平滑、分散接触,避免点状或线状载荷集中。建议平导的累计佩戴时间不超过 6 个月,且每 3 个月通过根尖片或锥形束 CT 评估根尖状态;若出现根吸收进展或牙周炎症加重,应及时调整为微种植体支抗等低风险压低方式[22]。

3.3 颞下颌关节反应

颞下颌关节对咬合垂直距离改变及颌位调整尤为敏感。导板可引起髁突在关节窝中的轻度再定位,多数健康关节能通过肌肉-韧带适应实现代偿,但对既往存在疼痛、弹响或开口受限的颞下颌关节紊乱综合征患者,应在导板应用前完成规范评估,必要时结合影像学(如锥形束 CT 或 MRI)评估关节结构与位置。记录基线开口度、关节弹响、压痛情况。治疗中逐步抬高,初始导板厚度宜保守(如 1~2 mm),根据患者耐受性与关节反应,在 2~4 周内逐步增加高度,避免突然打开咬合引起关节负荷剧变。治疗中需密切回访,定期评估,必要时及时调整或撤除装置[38]。

3.4 导板材料与粘接技术

导板材料需具备足够的抗压强度和耐磨性,常用的有光固化复合树脂、玻璃离子水门汀等。玻璃离子垫高术在正畸中应用已久,具有操作简便和释放氟化物等优点,但耐磨性有限,更适合短期抬高或儿童病例[5];光固化复合树脂强度与耐磨性更佳,是固定 Bite Turbo 的常用材料,联用彩色树脂可在拆除时清晰辨认,减少牙釉质磨损风险[6-7]。

4 结论与展望

导板作为现代正畸治疗中的重要辅助手段,凭借其特有的生物力学作用机制,在临床实践中展现出多方面的价值。无论是深覆𬌗的打开、反𬌗的解除,还是颌位的引导与垂直向的控制,导板都提供了有效的解决方案。以固定式 Bite Turbo 为例,其在深覆𬌗治疗中表现出的效率显著高于传统活动平导,并能与弓丝整平 Spee 曲线的过程形成良好配合,但在应用时,需要谨慎评估其对根尖和牙周组织可能产生的不利影响。对于前牙反𬌗和功能性偏颌的病例,导板能够帮助消除咬合干扰,引导下颌回到正常的功能位置,同时增强颌间牵引与弓丝形变的矫治效果。在隐形矫治中,精密导板已经成为处理深覆𬌗和部分前牙反𬌗的常用设计,但是由于材料形变和患者配合度等因素,临床中通常需要通过过矫治设计、加强附件固位以及严格管理佩戴时间来提升疗效的确定性。

锥形束 CT、口内扫描等数字化技术的进步为导板的个性化设计带来了新的可能。结合三维有限元分析和 3D 打印技术,在未来有望实现对下颌位置、𬌗平面旋转及前牙转矩更精细的调控。这种个性化导板若能与种植支抗、个性化弓丝及隐形矫治器进行结合,或许可以构建更为系统的生物力学治疗体系。此外,我们还需要更多设计严谨、随访时间长的临床研究,来进一步明确导板对颞下颌关节、牙根及牙周组织的长期作用,从而推动其在各类错𬌗畸形治疗中更为规范、合理地应用。

[参 考 文 献]

[1] Nicolae XA, Preoteasa E, Murariu Magureanu C, *et al*. Cross-sectional study of occlusal loading and periodontal status of teeth with deflective occlusal contacts[J]. Bioengineering, 2025, 12(7): 766.

[2] Moreno-Fernández A, Iranzo-Cortés JE, Paredes-Gallardo V, *et al*. Effectiveness of removable appliances with temperature sensors in orthodontic patients: A systematic review and meta-analysis [J]. Eur J Orthod, 2022, 44(2): 134-145.

[3] 王玉琛,林新平,邹明媛,等. 不同情况下 Bite Turbos 对上颌中切牙作用的三维有限元分析[J]. 口腔医学研究,2025,41(4): 320-326.

[4] Lee SA, Chang CCH, Roberts WE. Severe unilateral scissors-bite with a constricted mandibular arch: Bite turbos and extra-alveolar

bone screws in the infrazygomatic crests and mandibular buccal shelf [J]. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2018, 154(4): 554-569.
[5] 谢雪梅,郑庆忠,潘晓岗. 玻璃离子水门汀垫高术在正畸治疗中的应用[J]. 实用口腔医学杂志,2012,28(5): 655-657.
[6] Martinez M, Fawaz P, El Sayegh P, *et al*. The microhardness and chemical composition of different ceramic self-ligating brackets: An *in vitro* study[J]. Dent J, 2025, 13(7): 285.
[7] Feagin K, Kwon SJ, Farheen F, *et al*. Comparison of wear of three orthodontic bite materials and opposing enamel[J]. Int Orthod, 2021, 19(3): 494-499.
[8] Arslan SG, Kama JD, Baran S. Correction of a severe Class Ⅲ malocclusion[J]. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2004, 126(2): 237-244.
[9] Le LN, Thi T, Le KPV. Non-surgery treatment with MEAW technique in skeletal Class Ⅲ malocclusion and facial asymmetry in adults: A case report[J]. Open Dent J, 2024, 18: e18742106308916.
[10] Viet Anh N, Thi Trang N, Bich Ngoc DT. Occlusal cant correction using anterior unilateral bite turbo: A case series[J]. Int Orthod, 2025, 23(3): 100991.
[11] Nguyen VA, Nguyen TA, Doan TBN. The effectiveness of anterior unilateral bite turbos in correcting incisal plane cant and asymmetric overbite: A prospective clinical study[J]. Sci Rep, 2025, 15(1): 15772.
[12] 赵健,罗哲,白露. 自锁托槽结合 Bite Turbo 在轻中度偏殆矫治中的临床应用研究[C]//2016 中国国际正畸大会暨第十五次全国口腔正畸学术会议论文汇编. 西安,2016: 654-655.
[13] 冯敬哲. 舌侧平面导板在上颌切牙不同粘接位置打开咬合的三维有限元分析[D]. 南充: 川北医学院,2024.
[14] 唐宇阳,李昕彧,徐倩倩,等. 应用 Bite Turbo 矫治深覆殆的三维有限元分析[J]. 全科口腔医学电子杂志,2016,3(13): 70-71.
[15] 高杨. 口腔正畸 Bite Ramp 平面导板三维有限元模型的建立[D]. 青岛: 青岛大学,2015.
[16] Pairatchawan N, Viteporn S, Thongudomporn U. Mandibular incisor root volume changes between anterior bite planes fabricated from acrylic resin and thermoplastic materials: A prospective randomized clinical trial[J]. Angle Orthod, 2022, 92(6): 755-763.
[17] 王海岚,杨丽,王鹏来. 自锁矫治技术结合 Bite Turbo 矫治青少年深覆殆的临床研究[J]. 现代口腔医学杂志,2020,34(3): 140-143.
[18] 姜智妍,刘佳,表艳. 粘结式固定平面导板与活动平面导板的矫正治疗效果临床对比研究[J]. 延边大学医学学报,2023,46(3): 203-205.
[19] 赵斌. 固定矫治器结合 Bite Turbos 治疗深覆殆的疗效分析[J]. 中国医疗美容,2015,5(6): 97-98.
[20] Ahmad Rasol O, Hajeer MY, Alam MK, *et al*. Evaluation of different methods of correcting deep bite in adult and adolescent patients: A systematic review and meta-analysis[J]. Prog Orthod, 2025, 26(1): 37.
[21] Al-Zoubi EM, Al-Nimri KS. A comparative study between the effect of reverse curve of Spee archwires and anterior bite turbos in the treatment of deep overbite cases[J]. Angle Orthod, 2022, 92(1): 36-44.
[22] 王静,孙一凡,路茜,等. 微种植钉支抗与平面导板在下前牙过长型深覆殆矫治中的效果评价[J]. 上海口腔医学,2024,33(3): 301-305.
[23] Meade MJ, Weir T, Seehra J, *et al*. Clear aligner therapy practice among orthodontists in the United Kingdom and the Republic of Ireland: A cross-sectional survey of the British Orthodontic Society membership[J]. J Orthod, 2024, 51(2): 120-129.
[24] Abu-Arqub S, Ahmida A, Da Cunha Godoy L, *et al*. Insight into clear aligner therapy protocols and preferences among members of the American Association of Orthodontists in the United States and Canada[J]. Angle Orthod, 2023, 93(4): 417-426.
[25] Meade MJ, Weir T. A survey of orthodontic clear aligner practices among orthodontists[J]. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2022, 162(6): e302-e311.
[26] Goh S, Dreyer C, Weir T. The predictability of the mandibular curve of Spee leveling with the Invisalign appliance[J]. Am J Orthod Dentofac Orthop, 2022, 162(2): 193-200.
[27] Goh S, Dreyer C, Weir T. The predictability of the mandibular curve of Wilson, buccolingual crown inclination, and transverse expansion expression with Invisalign treatment[J]. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2023, 163(1): 109-116.
[28] Shahabuddin N, Kang J, Jeon HH. Predictability of the deep overbite correction using clear aligners[J]. Am J Orthod Dentofac Orthop, 2023, 163(6): 793-801.
[29] Husain F, Warunek S, Gurav A, *et al*. Influence of Invisalign precision bite ramp utilization on deep bite correction and root length in adults[J]. Angle Orthod, 2024, 94(5): 488-495.
[30] Henick D, Dayan W, Dunford R, *et al*. Effects of Invisalign(G5) with virtual bite ramps for skeletal deep overbite malocclusion correction in adults[J]. Angle Orthod, 2021, 91(2): 164-170.
[31] Greco M, Rombolà A. Precision bite ramps and aligners: An elective choice for deep bite treatment[J]. J Orthod, 2022, 49(2): 213-220.
[32] Kravitz ND, Moshiri M, Nicozisis J, *et al*. Mechanical considerations for deep-bite correction with aligners[J]. Semin Orthod, 2020, 26(3): 134-138.
[33] Blundell HL, Weir T, Byrne G. Predictability of overbite control with the Invisalign appliance comparing SmartTrack with precision bite ramps to EX30[J]. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2022, 162(2): e71-e81.
[34] Salem AS, Albelasy NF, El-Bialy AA. Effectiveness of clear aligner versus removable inclined plane in treatment of anterior crossbite in mixed dentition: A randomized clinical trial[J]. J World Fed Orthod, 2025, 14(3): 125-130.
[35] 薛楠,赵阳,戚琳,等. Bite turbo 配合早期牵引治疗前牙反殆的疗效分析[J]. 口腔医学,2016,36(7): 624-627.
[36] 史睿颖. 无托槽隐形矫治器设计平面导板力学效应的临床研究[D]. 西安: 中国人民解放军空军军医大学,2024.
[37] 寇秉国. 无托槽隐形矫治器设计平面导板对上牙列牙齿移动的影响[D]. 西安: 中国人民解放军空军军医大学,2021.
[38] Al-Moraissi EA, Farea R, Qasem KA, *et al*. Effectiveness of occlusal splint therapy in the management of temporomandibular disorders: Network meta-analysis of randomized controlled trials[J]. Int J Oral Maxillofac Surg, 2020, 49(8): 1042-1056.

（收稿日期:2025-12-10）
（本文编辑:曹　丹）