

微型种植体在正畸治疗中的应用进展

吴 宁^{1,2,3}, 任媛姝^{2,3,4*}

¹邻水县人民医院口腔科, 四川 广安

²重庆医科大学附属口腔医院正畸科, 重庆

³重庆市高校市级口腔生物医学工程重点实验室, 重庆

⁴口腔疾病与生物医学重庆市重点实验室, 重庆

收稿日期: 2024年7月21日; 录用日期: 2024年8月13日; 发布日期: 2024年8月22日

摘 要

微型种植体作为正畸治疗过程中的绝对支抗, 目前在临床上取得了良好的疗效, 其弥补了口外弓、J钩、唇挡等传统支抗方式的诸多劣势, 如疗效需要依赖患者依从性、美观问题等, 如今广泛应用于口腔正畸的临床治疗中, 并且逐渐成为口腔正畸支抗领域的研究热点之一。本文就微型种植体的临床应用进行简单综述。

关键词

微型种植体, 正畸治疗, 支抗

Research Progress of Micro-Implant in Orthodontic Treatment

Ning Wu^{1,2,3}, Aishu Ren^{2,3,4*}

¹Department of Stomatology, People's Hospital of Linshui County, Guang'an Sichuan

²Department of Orthodontics, Stomatological Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing

³Chongqing Municipal Key Laboratory of Oral Biomedical Engineering of Higher Education, Chongqing

⁴Chongqing Key Laboratory of Oral Diseases and Biomedical Sciences, Chongqing

Received: Jul. 21st, 2024; accepted: Aug. 13th, 2024; published: Aug. 22nd, 2024

Abstract

Micro-implant is the absolute anchorage during orthodontic treatment. At the same time, it makes

*通讯作者。

文章引用: 吴宁, 任媛姝. 微型种植体在正畸治疗中的应用进展[J]. 临床医学进展, 2024, 14(8): 950-956.

DOI: 10.12677/acm.2024.1482306

up for the disadvantages of the traditional methods such as external arch, J hook, lip block, etc., such as the efficacy depending on patient compliance and aesthetic issues. Nowadays, it is widely used in the clinical treatment of orthodontics, and gradually becomes one of the hot spots in the orthodontic anchorage field. This article mainly reviews the clinical application of micro-implants.

Keywords

Micro-Implant, Orthodontic Treatment, Anchorage

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

微型种植体是一种直接以骨骼作为支抗部位,通过皮筋、拉簧、弓丝等正畸加载装置[1]来实现三维向移动的临时支抗装置。正畸过程中施加的力量所产生的反作用力负荷于颌骨上,提供的支抗较为稳定,减少了不必要的牙齿移动的副作用,从而在保护支抗的同时实现了目标牙齿的定向移动。其无需达到骨整合,可直接依靠牙槽骨或者颌骨和微种植体间的机械性嵌合便可立即负载。微型种植体的应用在某种程度上改变了传统的正畸治疗,为正畸提供了新的方法和新的可能,有效地弥补了矫治效果需依赖患者的依从性这一缺陷,并且在某些对正畸支抗要求较高边缘性正畸正颌联合治疗病例的非手术治疗病例中也取得了良好的矫治效果,受到越来越多的正畸医师的青睐。

微种植体在临床上应用广泛,深受正畸医师喜爱,在矢状向、垂直向、水平向三维方向上均有明显优势。植入部位包括上下颌骨及牙槽外区域等,如根间牙槽骨、颧牙槽嵴、外斜线、颊棚区、腭部、下颌升支等。

2. 远中移动磨牙或全牙列

牙齿生理情况下有向近中倾斜生长的趋势,后退磨牙或者牙弓整体向远中移动就不易实现。微种植体的使用使这种移动更为简便有效。轻中度拥挤病例可采取微型种植体远中移动磨牙或整体移动全牙列,以实现非拔牙正畸矫治而纠正磨牙关系和轻中度牙性前突。Shaikh 等[2]通过在上颌第一、二磨牙间膜龈联合上方 2 mm 植入头部直径 2 mm,长度 14 mm 的微型钛种植体轻力即刻负载发现上颌弓远移量可以达到 4.6 mm。这足以证明 IZ 微种植体可作为 II 类骨骼异常的绝对支抗,其作用线穿过整个上颌弓的阻抗中心,可以有效实现上牙列全牙弓远移。Rosa 等[3]利用颧牙槽嵴区微螺钉纠正 II 类错颌畸形,平均矫治时间为 7.7 ± 2.5 个月,远中移位 4 mm,第一磨牙压低 1.2 mm,远中倾斜 11.2° ,上颌切牙内收 4.7 mm,舌侧倾斜 13.4° ,覆盖和覆颌分别减少了 3.6 mm 和 2.4 mm,颌平面顺旋 2.8° ,上唇内收 1 mm,鼻唇角增加 5.1° ,上述结果证明采用颧牙槽嵴区微螺钉进行上颌全牙列远中移动是矫治 II 类错颌的有效方法。

3. 近中移动磨牙

Giancotti [4]等选择拔除第一磨牙,需要前移第二、三磨牙关闭间隙的病例,在第二前磨牙远中皮质骨植入微型钛螺钉即刻加载,采用滑动力学方法实现间隙关闭,下前牙的位置保持不变,保护了前牙支抗,避免了前牙舌倾。也有学者[5]报道了一例上颌侧切牙缺失的患者,利用微种植体实现了磨牙的整体近中移动,提供了稳定的支抗,避免了支抗丧失,如中线偏斜或前牙舌向倾斜。

4. 拔牙矫治病例

传统方式内收前牙时,磨牙会相应地前移,消耗后牙支抗,微型螺钉已广泛应用于上颌前突患者增加上颌支抗。Zhang 等[6]使用上颌前牙内收前后的 CBCT 图像进行三维叠加来探索三种常见的微型螺钉支抗系统中的上颌牙齿运动,指出微种植体支抗结合高位牵引钩可以很好地控制上颌切牙的转矩,而微种植体支抗结合低位牵引钩可使上颌第一磨牙向颊侧及远中倾斜,并进行一定的压低。安氏Ⅱ类错骀进行减数拔牙矫治时在上颌磨牙颊侧植入微种植体对垂直向可以有效地控制,下颌平面逆时针旋转,颞部形态更佳,改善侧貌或者防止面型恶化[7],相较于传统支抗,更应该优先考虑微种植体支抗[8]。一些临床研究[9]表明颧牙槽嵴区和上颌磨牙根间微种植体作为“绝对支抗”,有效地保护后牙支抗,可以有效实现前牙大范围内收,同时抵抗钟摆效应引起的骀加深,甚至可以产生一定程度的压低。

5. 纠正开骀

开骀患者多为垂直生长型,面下 1/3 偏高,矫治方式为压低磨牙或者伸长前牙或者两者结合,压低磨牙对于常规正畸支抗来说较难实现。传统矫治方式,如高位头帽口外弓牵引、片段弓等[10],往往需要患者良好的配合与适应,且影响美观。

Choi 等[11]发现于上颌磨牙区颊舌侧植入微种植体可以有效进行磨牙压低,促进下颌骨的逆时针方向旋转,矫正前牙开骀,有助于降低前面部高度,改善嘴唇无力,颞部前移,唇部肌肉张力降低,侧貌轮廓更加柔和。Yun L 等[12]报道了一例 23 岁骨性Ⅱ类错骀畸形的严重开骀患者,利用微种植体压低下颌前牙和下颌后牙进行掩饰性正畸治疗,有效地逆时针旋转下颌骨,降低面部高度,改善前牙覆骀,实现了良好的矢状向和垂直向控制,收获了良好的面部外观,治疗效果稳定。

6. 前牙深覆骀及露龈笑

上下颌牙弓垂直向关系不调多表现为前牙深覆骀及露龈笑。深覆骀是错骀畸形最常见的特征,患病率达 16.67% [13],这也是多数患者就诊的主要诉求,这类患者多需要进行前牙的压低。传统压低前牙的方式有平导、口外弓、压低辅弓、摇椅弓丝等。但是佩戴时长、前牙转矩控制不佳、下颌顺时针旋转等副作用也不容忽略,且实现前牙的绝对压低也比较困难。

Geramy 等[14]研究隐形矫治技术联合微种植体治疗通过对全牙列压低有效地改善了露龈微笑。有临床研究[2]在前牙区膜龈联合上方 2 mm 植入头部直径 1.4 mm,长度 6 mm 的微型钛种植体经术前术后侧位片测量对比发现前牙压入量至少 3.8 mm,牙龈微笑线改善平均约 3.4 mm,覆骀平均改善 4 mm。Atalla 等[15]进行系统评价后表明与传统支抗治疗相比,微种植体支抗对上前牙压入量更大,但在支抗丧失方面无临床上的区别。而 Alshammery 等[16]经过系统评价指出微种植体对于减少深覆骀和改善露龈笑来说是一种有效且实用的选择,但是需要在长期随访、精心设计的临床试验。也有少量学者[17]认为微种植体压低上前牙与压低辅弓、连续片段弓相比无统计学差异。

露龈笑的治疗不应该仅仅要对牙齿进行矫治,还应该将牙龈、唇部美学、肌功能、颌骨等各方面的协调性纳入考虑范围。因此重度露龈笑应考虑多学科联合治疗。

7. 上颌骨性扩弓器

上颌横向发育不足(Maxillary transverse deficiency, MTD)是在各年龄阶段常见的错骀畸形之一,主要表现为上下牙弓宽度不协调、单侧或双侧后牙反骀、牙列拥挤、上后牙代偿性颊倾、腭尖下垂、切牙唇倾、颊间隙变宽、腭盖高拱等,进而致下颌骨后下旋转,下颌功能性移位,甚至是鼻腔狭窄,通气功能障碍,严重影响患者的生活质量。

扩弓是 MTD 常用的矫治方法。传统扩弓治疗如螺旋扩弓器可进行上颌快速扩弓, 扩弓效果显著, 但支抗牙颊倾效果也比较明显而骨效应反而较小。作为一种特殊类型的种植体辅助上颌快速扩弓(miniscrew assisted rapid palatal expansion, MARPE), 上颌骨性扩弓器(maxillary skeletal expander, MSE)将利用螺旋扩弓器结合 4 枚微种植钉植入上腭后部的双层骨皮质, 通过微种植体直接施力于腭中缝两旁, 而非牙齿或者牙周组织, 可显著减少牙效应, 增加骨效应, 较好的实现骨性扩弓, 矫治 MTD 青春后期及成年患者[18]效果显著。相较于活动扩弓器或者单纯固定扩弓器等传统扩弓方式而言其具有平行扩展腭中缝而产生更多的骨效应、扩弓后复发率低且稳定性较好、操作简单、创伤小、对软组织刺激小、降低牙根吸收、骨开窗、骨开裂、后牙颊倾、腭尖下垂等并发症发生率等优势[19]。Garcez 等[20]曾报道一运动员腭部骨缝水平向打开 5.91 mm, 鼻咽气道体积打开 31%, 对呼吸功能及运动表现力都有显著的正向影响。另有研究表明[21], 面部软组织也相应的侧方移动和向前移动, 这对上颌骨发育不足的患者无疑是有利的。目前 MSE 已成为现代正畸治疗的一种新选择。

8. 与无托槽隐形矫治器结合

随着无托槽隐形矫治技术材料和治疗设计的日臻成熟, 目前在正畸矫治中占据大比例份额。郑钰婷等[22]通过研究发现隐形矫治器内收前牙并关闭拔牙间隙时, 上前牙为倾斜移动且有伸长的趋势; 应注意进行前牙转矩及垂直向的控制。施则安等[23]通过对微种植体辅助无托槽隐形矫治器压低上颌前牙的三维有限元分析指出全部上切牙均出现内收及压低, 同时有不同程度的转矩变化, 也降低了“过山车”效应。Ma XQ 等人[24]也指出在隐形矫治中使用微型螺钉在长距离间隙关闭过程中能够有效地防止和消除过山车效应。

Lin G 等[25]通过临床研究发现无微种植体者下颌第一、二磨牙远移率为 68.66%, 而微种植体加强支抗为 71.02%, 明显高于前者, 前者在远移过程中牙冠远中倾斜且偏向颊侧, 而后者在远中倾斜的同时甚至产生压低效应, 提高磨牙远中移动效率。另外, 其减少了下切牙的唇倾效应和伸长量, 可以更好地保护下前牙支抗。Liu X 等[26]也指出微型种植体联合隐形矫治器可以提高远中磨牙的实现率, 但其仍会消耗一定的后牙支抗, 设计时应纳入“过矫治”理念。有研究指出, 隐形矫治器使用微型螺钉支抗, 特别是直接上腭微型螺钉支抗, 可以提高上颌磨牙远移的治疗效果, 使得上颌磨牙远移增加, 前磨牙近中移动减少, 前牙唇侧倾斜减少, 腭侧微种植体支抗结合隐形矫治器远移上牙列效果更佳[27]。Cheng XY 等[28]纳入 26 名临床患者进行正畸治疗得出微型螺钉辅助隐形矫治器对磨牙远移有明显促进作用的结论。

Pinho 等[29]指出微种植体结合隐形矫治器可以作为一种较好的正畸治疗方式, 用来控制骀平面和改善骨骼问题, 成功实现下颌骨旋转逆时针方向, 纠正开骀, 提高牙齿和面部美学, 并改善颞下颌功能障碍。同样地, 其也证实了利用微种植体结合隐形矫治器可以有效地改善单侧后牙锁骀[30], 有效地避免了正畸正颌联合治疗, 大大缩短了矫治时间, 使美学和功能得以保证。研究证明[31], 无托槽隐形矫治器也成功应用于正畸正颌联合治疗的复杂病例治疗并取得了成功。

微种植体辅助无托槽隐形矫治器在正畸治疗中逐渐普遍, 极大地拓宽了无托槽隐形矫治的应用范围, 尤其在拔牙病例中保护后牙支抗和远移上下牙列过程中保护前牙支抗效果显著。

9. 纠正锁骀

锁骀往往会严重影响咀嚼功能, 部分也会导致颜面部的不对称。Baik 等[32]通过改良舌弓与微种植体联合直立下颌后牙纠正锁骀, 结果显示磨牙未发生伸长且进行了一定程度的压低。李俊慧等[33]对正畸微种植体支抗导板的数字化设计与应用发现 3D 打印金属导板可实现双侧磨牙锁合的治疗, 其解除锁骀治疗时间明显短于传统植入方式, 具有良好的安全稳定临床疗效。

10. 牵引阻生牙

牙齿阻生是指牙齿无法萌出正常功能位置的病理情况。第三磨牙最常见, 上颌尖牙次之[34], 目前在错𪙇形中发生率逐渐上升。下颌第二磨牙阻生较为少见, 通常发生在下颌左侧或者右侧。临床上尖牙阻生及第二磨牙阻生多需要进行正畸治疗才能得以改正。前牙阻生对于美观及间隙都尤为重要, 传统牵引往往采用邻近牙齿和对颌牙齿作为支抗进行牵引或者使用活动矫治器作为支抗进行牵拉, 但这也不可避免地造成了不必要的牙齿移动, 甚至加大矫治难度。

Baruah 等[35]报道了一名双侧上颌尖牙唇侧水平阻生患者, 通过精心设计生物力学, 进行保守的手术显露, 利用微种植体、改良的 Nance 牵引钩、链状橡皮链和片段弓等成功将阻生尖牙牵引向远中及腭侧并排齐, 术后附着龈完整, 且咬合功能和微笑美学均明显改善。

早在 2004 年, Giancotti 等[36]在第二磨牙远中区植入微种植钉, 成功地将第二磨牙竖直并纳入牙列进行排齐整平, 指出钛微型螺钉支抗是治疗下颌第二磨牙深度埋伏阻生的有效方法。磨牙后区植入微种植体牵引近中倾斜的第二磨牙, 在远中倾斜移动的同时可产生一定的压低力量, 磨牙未见明显伸长而形成支点造成前牙开合或者第二磨牙的𪙇创伤。

微型种植体支抗还可用于修复前正畸治疗、纠正𪙇平面倾斜、舌侧正畸、辅助正畸正颌手术、牙周炎的正畸治疗等。

11. 结语及展望

微型种植体支抗具有体积小, 创伤小, 植入及取出简单, 价格不高, 口腔内植入部位更为灵活, 可立即加载负荷, 患者适应性更强等独有的优势, 在正畸矫治中提供了稳定且可靠的支抗。同时随着其在微型化, 操作简单化, 稳定性等方面日渐完善, 其临床应用也更加广泛。当然微种植体支抗的并发症也不容忽视, 正畸医师应熟练地掌握相关理论知识及整个操作过程, 充分考虑患者个体情况, 如糖尿病、高血压、骨质疏松等, 做好植入前准备, 与此同时术前良好的医患沟通亦十分重要。另外其在临床应用的普及、有创、患者认可度等方面还有一部分问题需要解决。

参考文献

- [1] 田青鹭, 赵志河. 微型种植体在口腔正畸中稳定性的研究进展[J]. 国际口腔医学杂志, 2020, 47(2): 212-218.
- [2] Patil, S., Shaikh, A., Galgali, S.A., Jamdar, A.F. and Patel, I. (2022) Efficacy of Infrazygomatic Crest Implants for Full-Arch Distalization of Maxilla and Reduction of Gummy Smile in Class II Malocclusion. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, 22, 1135-1143. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-3179>
- [3] Rosa, W.G.N., de Almeida-Pedrin, R.R., Oltramari, P.V.P., de Castro Conti, A.C.F., Poleti, T.M.F.F., Shroff, B., et al. (2022) Total Arch Maxillary Distalization Using Infrazygomatic Crest Miniscrews in the Treatment of Class II Malocclusion: A Prospective Study. *The Angle Orthodontist*, 93, 41-48. <https://doi.org/10.2319/050122-326.1>
- [4] Giancotti, A., Greco, M., Mampieri, G., et al. (2004) The Use of Titanium Miniscrews for Molar Protraction in Extraction Treatment. *Progress in Orthodontics*, 5, 236-247.
- [5] Wilhelmy, L., Willmann, J.H., Tarraf, N.E., Wilmes, B. and Drescher, D. (2022) Maxillary Space Closure Using a Digital Manufactured Mesialslider in a Single Appointment Workflow. *Korean Journal of Orthodontics*, 52, 236-245. <https://doi.org/10.4041/kjod21.203>
- [6] Zhang, L., Guo, R., Xu, B., Wang, Y. and Li, W. (2022) Three-Dimensional Evaluation of Maxillary Tooth Movement in Extraction Patients with Three Different Miniscrew Anchorage Systems: A Randomized Controlled Trial. *Progress in Orthodontics*, 23, Article No. 46. <https://doi.org/10.1186/s40510-022-00441-4>
- [7] 梁炜, 汤瑶, 黄文斌, 等. 上磨牙颊侧微种植体支抗在安氏Ⅱ类正畸减数拔牙患者垂直向控制中的作用[J]. 北京大学学报(医学版), 2022, 54(2): 340-345.
- [8] Peng, J., Lei, Y., Liu, Y., Zhang, B. and Chen, J. (2023) Effectiveness of Micro-Implant in Vertical Control during Orthodontic Extraction Treatment in Class II Adults and Adolescents After Pubertal Growth Peak: A Systematic Review

- and Meta-Analysis. *Clinical Oral Investigations*, 27, 2149-2162. <https://doi.org/10.1007/s00784-023-04881-y>
- [9] Malhotra, A., Mangla, R., Dua, V., Kannan, S., Arora, N. and Singh, A. (2021) A Clinical Comparative Study Using Anchorage from Mini-Implants and Conventional Anchorage Methods to Retract Anterior Teeth. *Journal of Family Medicine and Primary Care*, 10, 468-474. https://doi.org/10.4103/jfmpc.jfmpc_841_20
 - [10] Egolf, R.J., BeGole, E.A. and Upshaw, H.S. (1990) Factors Associated with Orthodontic Patient Compliance with Intraoral Elastic and Headgear Wear. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 97, 336-348. [https://doi.org/10.1016/0889-5406\(90\)70106-m](https://doi.org/10.1016/0889-5406(90)70106-m)
 - [11] Choi, Y.J., Suh, H., Park, J.J. and Park, J.H. (2024) Anterior Open Bite Correction via Molar Intrusion: Diagnosis, Advantages, and Complications. *Journal of the World Federation of Orthodontists*, 13, 2-9. <https://doi.org/10.1016/j.ejwf.2023.12.006>
 - [12] Lu, Y., Zhang, W., Zhao, B. and Liu, Y. (2022) Vertical Control of a Severe Hyperdivergent Skeletal Class II Malocclusion with Steep Posterior Occlusal Plane in a Camouflage Case. *Medicina*, 58, Article 1217. <https://doi.org/10.3390/medicina58091217>
 - [13] Lin, M., Xie, C., Yang, H., Wu, C. and Ren, A. (2019) Prevalence of Malocclusion in Chinese Schoolchildren from 1991 to 2018: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International Journal of Paediatric Dentistry*, 30, 144-155. <https://doi.org/10.1111/ipd.12591>
 - [14] Geramy, A. and Ebrahimi, S. (2023) Evaluation of Different Models of Intrusive Force Application and Temporary Anchorage Device (TAD) Placement in Total Arch Intrusion Using Clear Aligners; A Finite Element Analysis. *BMC Oral Health*, 23, Article No. 740. <https://doi.org/10.1186/s12903-023-03465-2>
 - [15] Atalla, A., AboulFotouh, M., Fahim, F. and Foda, M. (2019) Effectiveness of Orthodontic Mini-Screw Implants in Adult Deep Bite Patients during Incisor Intrusion: A Systematic Review. *Contemporary Clinical Dentistry*, 10, 372-381. https://doi.org/10.4103/ccd.ccd_618_18
 - [16] Alshammery, D., Alqhtani, N., Alajmi, A., Dagriri, L., Alrukban, N., Alshahrani, R., et al. (2021) Non-Surgical Correction of Gummy Smile Using Temporary Skeletal Mini-Screw Anchorage Devices: A Systematic Review. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 13, e717-e723. <https://doi.org/10.4317/jced.58242>
 - [17] Kumar, J., Haider, K., Shakti, P., Ani, G.S. and Peter, E. (2021) Maxillary Incisor Intrusion Using Two Conventional Intrusion Arches and Mini Implants: A Prospective Study. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, 22, 907-913. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-3136>
 - [18] Wang, C.L., Xiang, X.S., Mao, Q. and Liu, C.H. (2023) CAD/CAM Design and 3D Printing of a Personalised Rapid Palatal Expander for Maxillary Transverse Deficiency. *Journal of the Pakistan Medical Association*, 74, 153-157. <https://doi.org/10.47391/jpma.8363>
 - [19] Zhong, X. and Wang, H. (2024) Dentoperiodontal and Skeletal Changes Induced by Miniscrew-Assisted Rapid Maxillary Expansion (c-Expander) Treatment in Adults: A Retrospective Clinical Trial. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 165, 303-313. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2023.09.013>
 - [20] Garcez, A.S., Suzuki, S.S., Storto, C.J., Cusmanich, K.G., Elkenawy, I. and Moon, W. (2019) Effects of Maxillary Skeletal Expansion on Respiratory Function and Sport Performance in a Para-Athlete—A Case Report. *Physical Therapy in Sport*, 36, 70-77. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2019.01.005>
 - [21] Nguyen, H., Shin, J.W., Giap, H., Kim, K.B., Chae, H.S., Kim, Y.H., et al. (2021) Midfacial Soft Tissue Changes after Maxillary Expansion Using Micro-Implant-Supported Maxillary Skeletal Expanders in Young Adults: A Retrospective Study. *Korean Journal of Orthodontics*, 51, 145-156. <https://doi.org/10.4041/kjod.2021.51.3.145>
 - [22] 郑钰婷, 陈琳, 吴嘉桦, 等. 无托槽隐形矫治器整体内收上颌前牙的三维有限元分析[J]. 实用口腔医学杂志, 2017, 33(5): 621-624.
 - [23] 施则安, 夏恺, 罗良语, 等. 无托槽隐形矫治器联合微种植体内收并压低上前牙的三维有限元分析[J]. 华西口腔医学杂志, 2022, 40(5): 589-596.
 - [24] Ma, X.Q., Xiang, F., Fan, M.Y., et al. (2022) Clinical Efficacy of the Combination of Miniscrew with Clear Aligner in Controlling the Roller Coaster Effect. *Shanghai Journal of Stomatology*, 31, 193-197.
 - [25] Lin, G., Chen, M., Guo, N. and Shi, X. (2023) Three-Dimensional Measurement and Analysis of Mandibular Molar Distalization Assisted by Micro-Implant Anchorage Combined with Clear Aligner. *Pakistan Journal of Medical Sciences*, 40, 455-460. <https://doi.org/10.12669/pjms.40.3.7759>
 - [26] Liu, X., Wu, J., Cheng, Y., Gao, J., Wen, Y., Zhang, Y., et al. (2023) Effective Contribution Ratio of the Molar during Sequential Distalization Using Clear Aligners and Micro-Implant Anchorage: A Finite Element Study. *Progress in Orthodontics*, 24, Article No. 35. <https://doi.org/10.1186/s40510-023-00485-0>
 - [27] Guo, R., Lam, X.Y., Zhang, L., Li, W. and Lin, Y. (2023) Biomechanical Analysis of Miniscrew-Assisted Molar Dis-

- talization with Clear Aligners: A Three-Dimensional Finite Element Study. *European Journal of Orthodontics*, **46**, cjad077. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjad077>
- [28] Cheng, Y.X., Sang, T. and Wu, J. (2022) Cone-Beam CT Evaluation of the Effect of Indirect Anchorage of Mini-Screw Assisted Clear Aligner on Molar Distalization. *Chinese Journal of Stomatology*, **57**, 724-732.
- [29] Pinho, T. and Santos, M. (2021) Skeletal Open Bite Treated with Clear Aligners and Miniscrews. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, **159**, 224-233. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2019.07.020>
- [30] Pinho, T., Gonçalves, S., Rocha, D. and Martins, M.L. (2023) Scissor Bite in Growing Patients: Case Report Treated with Clear Aligners. *Children*, **10**, Article 624. <https://doi.org/10.3390/children10040624>
- [31] Zhang, W. and Yang, H. (2021) Orthognathic Surgery in Invisalign Patients. *Journal of Craniofacial Surgery*, **33**, e112-e113. <https://doi.org/10.1097/scs.00000000000007968>
- [32] Baik, U., Kim, Y., Sugawara, J., Hong, C. and Park, J.H. (2019) Correcting Severe Scissor Bite in an Adult. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, **156**, 113-124. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2017.11.047>
- [33] 李俊慧, 黄银莉, 王红, 等. 数字化导板在解除磨牙锁牙合中的设计与应用[J]. 宁夏医学杂志, 2022, 44(2): 126-129+92.
- [34] 赵志河, 周彦恒, 白玉兴. 口腔正畸学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2020: 234.
- [35] Baruah, D.J., Marikenchannanavar, A. and Durgekar, S.G. (2021) Mini-Implant and Modified Nance Button Assisted Alignment of a Horizontally Impacted Maxillary Canine—A Case Report. *Turkish Journal of Orthodontics*, **34**, 68-75. <https://doi.org/10.5152/turkjorthod.2021.20051>
- [36] Giancotti, A., Arcuri, C. and Barlattani, A. (2004) Treatment of Ectopic Mandibular Second Molar with Titanium Miniscrews. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, **126**, 113-117. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2003.08.025>