

[DOI] 10.12016/j.issn.2096-1456.2021.07.011

· 综述 ·

微骨穿刺术辅助正畸治疗的研究进展

李梦¹, 陈晓涛², 阿依古丽·吐尔地²

1. 新疆医科大学口腔医学院, 新疆维吾尔自治区 乌鲁木齐(832000); 2. 新疆维吾尔自治区人民医院口腔科, 新疆维吾尔自治区 乌鲁木齐(830000)

【摘要】 微骨穿刺术(micro-osteoperforations, MOPs)作为一种微创术式,以最小的手术干预达到预期治疗效果,操作相对简单,辅助正畸治疗效果显著。然而,因缺乏长期随访研究,该术式的长期稳定性尚未达成统一共识。本文就MOPs的发展,生物学与生物力学机制,临床应用及局限性等方面的研究现状进行综述。MOPs通过正畸力发挥局部加速现象(regional acceleratory phenomenon, RAP),能够缩短正畸矫治时间,加速牙齿移动;同时该术式不会破坏牙周组织的健康,术后出血及术后反应较小;另外,患者的疼痛及不适感相对较轻,接受程度高。但其也有局限性,主要包括RAP效应时间有限,MOPs所发挥的时间也受到限制;另外,该术式虽然为微创外科手术,但仍存在治疗区域骨缺损的风险。目前仍需要在增加样本量及延长随访时间的基础上,评估MOPs的长期稳定性。

【关键词】 微骨穿刺术; 正畸牙齿移动; 生物力学机制; 牙槽骨改建; 局部加速现象; 牙根吸收; 牙槽骨厚度; 牙周健康; 主观感受

【中图分类号】 R78 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 2096-1456(2021)07-0496-04

开放科学(资源服务)标识码(OSID)

【引用著录格式】 李梦, 陈晓涛, 阿依古丽·吐尔地. 微骨穿刺术辅助正畸治疗的研究进展[J]. 口腔疾病防治, 2021, 29(7): 496-499. doi:10.12016/j.issn.2096-1456.2021.07.011.

Research progress on micro-osteoperforation-assisted orthodontic treatment LI Meng¹, CHEN Xiaotao², TUE-DI Ayguli². 1. School of Stomatology, Xinjiang Medical University, Urumqi 832000, China; 2. Department of Stomatology, People's Hospital of Xinjiang Uygur Autonomous Region, Urumqi 830000, China

Corresponding author: CHEN Xiaotao, Email: xiaotaochen@163.com, Tel: 86-15999112966

【Abstract】 As a minimally invasive procedure, micro-osteoperforations (MOPs) achieve desired therapeutic effect with minimal surgical intervention. The operation is relatively simple, and the effect of assisted orthodontic treatment is obvious. However, due to the lack of long-term follow-up studies, there is no unified consensus on the long-term stability of the procedure. This article reviews the research status of MOPs, biological and biomechanical mechanisms, clinical applications and limitations. MOPs can shorten orthodontic treatment time and accelerate tooth movement by exerting regional acceleratory phenomena (RAP). At the same time, this procedure will not damage the health of the periodontal tissue, and the postoperative bleeding and postoperative reaction are minor. In addition, the pain and discomfort of patients were relatively mild and acceptable. However, it also has limitations, mainly including the limited time of the RAP effect of MOPs. Although this procedure is a minimally invasive surgery, there is still a risk of treating regional bone defects. At present, it is still necessary to increase the sample size and extend the follow-up time to evaluate the long-term stability of MOPs.

【Key words】 micro-osteoperforations; orthodontic tooth movement; biomechanical mechanism; alveolar bone reconstruction; regional acceleratory phenomenon; root resorption; alveolar bone thickness; periodontal health; subjective perception

【收稿日期】 2020-05-08; **【修回日期】** 2021-03-24

【基金项目】 国家自然科学基金项目(81660185)

【作者简介】 李梦, 硕士研究生, Email: 1470581090@qq.com

【通信作者】 陈晓涛, 主任医师, 博士, Email: xiaotaochen@163.com, Tel: 86-15999112966

J Prev Treat Stomatol Dis, 2021, 29(3): 496-499.

【Competing interests】 The authors declare no competing interests.

This study was supported by the grants from National Natural Science Foundation of China (No. 81660185).

在传统正畸治疗中,固定正畸矫治完成所需时间约为两年^[1],治疗周期较长。如何快速且有效地缩短矫治时间,加速牙齿移动一直为国内外学者研究的重点。近年来,微骨穿刺术(micro-osteoperforations, MOPs)作为一种微创术式,不需要抬高黏膜骨膜瓣,在减少对软硬组织破坏的同时加速牙齿快速移动^[2]。应用MOP对移动牙齿牙根长度,牙周健康状况及牙槽骨骨量变化等方面也有一定的影响。本文就MOPs的发展、生物学与生物力学机制、临床应用及局限性等方面的研究现状作一综述。

1 MOPs的发展

MOPs是由微创骨皮质切开术演变而来。在1959年,Kole^[3]首次提出骨皮质切开术辅助正畸治疗(corticotomy-assisted orthodontics treatment, CAOT)的概念,他认为使牙齿移动的阻力主要来自牙槽骨的牙骨质,但该术式因涉及“截骨”创伤较大,尚未得到广泛应用。2001年,Wm等^[4]提出“加速成骨正畸”(accelerated osteogenics orthodontics, AOO)的概念,近年来被称为“牙周加速成骨正畸”(periodontally accelerated osteogenics orthodontics, PAOO),其是指将局部牙槽骨皮质切开,覆盖植骨材料,最后缝合的一种手术方法。随着研究的进一步加深,研究学者发现,PAOO有术后肿胀与疼痛、牙龈退缩等风险。由于以上术式在临床应用存在各种困难,因此,Alikhani等^[5]首次提出无需翻瓣,仅行骨皮质打孔的MOPs,他将20名安氏Ⅱ类Ⅰ分类错殆患者随机分为试验组和对照组;在试验组的第一前磨牙拔牙窝的颊面、牙槽嵴顶下方5 mm处进行MOPs后,发现试验组的尖牙牙齿移动速度较未行MOPs的对照组显著加快,表明MOPs是一种有效、舒适和安全的手术方法,可加速牙齿运动并显著减少正畸治疗的持续时间。

2 MOPs的生物力学机制及局部加速现象(regional acceleratory phenomenon, RAP)

2.1 生物力学机制

牙齿运动通常是由牙槽骨改建即破骨细胞和

成骨细胞的交替活动进行的。在牙齿上施加的正畸力会在周围牙周膜和牙槽骨中产生张力和压力,即在压力侧破骨细胞活动增强造成骨吸收,在张力侧成骨细胞活跃而形成新骨,使牙齿产生移动^[6]。有研究表明,在施加正畸力后第7天,牙周组织中核因子 κ -B配体受体致活剂(receptor activator of nuclear factor kappa-B ligand, RANKL)表达出现高峰并伴随着破骨细胞的表达增强,进而出现牙槽骨改建活跃,加速牙齿移动^[7]。适宜的正畸力施加后,可通过刺激破骨细胞生成来调节牙齿移动,并通过RANKL/骨保护素(osteoprotegerin, OPG)信号传导维持骨稳态,外在机械刺激可使正畸牙齿产生移动。Verna等^[8]使用有限元分析(finite element analysis, FEA)骨皮质切开术后牙周韧带的变化,发现术后牙周韧带的压缩应力减小,拉伸应力增加。在行骨皮质切开术后的第3天和第7天,压力侧破骨细胞数目及牙周组织中的RANKL表达显著增高。MOPs主要是通过手术创伤引起了机体的炎症反应,进而激活成骨细胞和破骨细胞之间进行骨转化。赵云鹤等^[9]发现行MOPs术后大鼠牙周组织白细胞介素-6(interleukin-6, IL-6)表达增加。IL-6作为一种促炎因子,能刺激成骨细胞产生下游信号分子,如IL-1、前列腺素E2(prostaglandin E2, PGE2)等,抑制OPG的表达,促进RANKL的表达,进而间接促进破骨细胞形成,并加强破骨活动。

2.2 RAP效应

1983年,Frost在手术周围区域发现了一种激活-分化-重组现象,这种现象被称为RAP。他指出,RAP现象出现在牙齿软硬组织受损区域,局部创伤可导致骨组织发生改建,从而为骨皮质切开术的研究提供了理论基础。RAP主要出现在正畸牙齿移动以及物理或感染性刺激,例如骨折、拔牙、牙周炎中;其特点是:①细胞分化活跃,骨密度降低;②出现在创伤区域;③RAP持续时间短,1~2个月达到顶峰,4~6个月之后消失^[10]。MOPs作为一种微创术式,其引发的RAP效应较为有限,因此医师在临床上进行MOPs时,应根据需要适当增加MOPs的次数,且应在术后即刻或1~2周后即开

始加力,以便充分发挥RAP效应。

3 MOPs辅助正畸治疗

3.1 缩短治疗时间,加速牙齿移动

Bansal等^[11]通过随机对照临床试验证实了进行MOPs后下颌前牙区牙齿排齐时间较常规治疗加快了43.9%。Shahabee等^[12]以MOPs作为干预指标进行系统评价与meta分析,证实了上颌与下颌实施MOPs均能够使牙齿移动的速度增加,MOPs在加速牙齿移动的同时,对牙周状况、牙根吸收没有不良影响。在正畸治疗关闭拔牙间隙阶段,应用MOPs可加速尖牙的内收速率^[13]。最近一项研究表明,可在应用隐形矫治器治疗错颌畸形的相对复杂阶段,如关闭拔牙间隙阶段,采用MOPs或其他微创术与隐形矫治器相结合的方式,将传统的隐形矫治器更换时间由15 d改为5 d,可以缩短矫治疗程^[14]。多数学者认为MOPs能加速牙齿移动,但Aboalnaga等^[15]通过对18例拔除第一前磨牙或第二前磨牙的患者进行MOPs,发现尖牙移动的总距离虽然较常规治疗组大,但矫治时间并无差异。Agrawal等^[16]提出MOPs不能增加牙齿移动的速度,其将最终纳入的32例患者上颌左右侧随机分为MOPs组与对照组,通过分析从基线到第1、2、3月后叠加区域的三维数字模型,测量尖牙的移动速率,发现在所有时间点,对照组与MOPs组之间的牙齿移动速率并没有显著差异。目前大多数临床研究多集中在正畸关闭拔牙间隙或关闭缺失牙间隙阶段,对进行MOPs后整体治疗效果的研究较少,MOPs是否会缩短整个正畸治疗过程的时间仍需进一步探讨。

3.2 安全性研究

研究表明,在关闭下颌第一磨牙间隙时应用MOPs并未造成第二磨牙的牙根吸收和牙槽骨丧失。研究者通过锥形束CT(cone beam, CBCT)检测尖牙牙根长度,也未发现MOPs后存在尖牙牙根吸收的风险,在传统骨皮质切开术与无翻瓣MOPs的颊侧骨厚度的比较中发现,进行MOPs后患者颊侧冠部区域骨厚度显著增加^[16]。然而,Haugland等^[17]通过比较生物学因素(氟化物、甲状腺素和类固醇)和辅助疗法(低强度脉冲超声和MOPs)对炎症性牙根吸收程度的影响,发现MOPs会增加牙根吸收的风险。另外同时有研究表明行MOPs后,前磨牙的牙根吸收量增加了42%^[18]。以上研究提示MOPs是否会增加正畸牙根吸收风险仍待探讨。

研究表明,进行MOPs后,牙周指数,牙菌斑指数均无显著变化,也并未发现牙周并发症^[19]。有研究对骨性Ⅲ类错颌畸形患者行MOPs,术后患者的角化龈宽度开始增加,术后1周达到顶峰,随后逐渐降低,至术后8周恢复之前正常水平。这提示MOPs并不会破坏牙周组织的健康,但是由于缺乏大样本临床研究,其安全性需要进一步探索。

3.3 患者的主观感受

患者不适多集中在术后2 d,主要表现为面部肿胀,疼痛,可在短期内恢复。Attri等^[20]采用视觉模拟量表评价了MOPs后患者的疼痛及不适感,MOPs作为一种微创术式,相比于传统骨皮质切开术,患者的疼痛及不适感、术后出血及术后反应较小,患者的接受程度高。

3.4 MOPs的局限性

首先,大多数研究者支持MOPs能缩短矫治时间,加速牙齿移动,但术后长期稳定性并没有达成统一共识。再者,由于缺乏长期随访,进行MOPs后牙根有无吸收,对牙周健康及牙髓活力有无影响尚存在不确定性。另外,RAP效应加速时间有限,所以该术式的疗效稳定性也会受到影响。最后,尽管MOPs相对于其他外科手术创伤较小,但手术为侵入性手术,仍有骨丧失的风险。

4 总结与展望

MOPs用于辅助正畸治疗,可以缩短治疗时间,保证了正畸治疗的效率,加快牙齿移动速度,患者满意度高;但在后续研究中仍需增加样本量及延长随访时间以评估MOPs的长期稳定性。另外,目前关于MOPs的组织学及生物分子学的相关研究较少,今后需要更多分子机制的研究进一步为MOPs的临床应用提供依据。

【Author contributions】 Li M wrote the article. Chen XT and Tuedi A reviewed the article. All authors read and approved the final manuscript as submitted.

参考文献

- [1] Tsihlaki A, Chin SY, Pandis N, et al. How long does treatment with fixed orthodontic appliances last? A systematic review[J]. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2016, 149(3): 308-318. doi: 10.1016/j.jado.2015.09.020.
- [2] Chan E, Dalci O, Petocz P. Physical properties of root cementum: part 26. Effects of micro-osteoperforations on orthodontic root resorption: a microcomputed tomography study[J]. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2018, 15(3): 204 - 213. doi: 10.1016/j.jado.2017.05.036.

- [3] Kole H. Surgical operations on the alveolar ridge to correct occlusal abnormalities[J]. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 1959, 12(3): 277-88 contd. doi: 10.1016/0030-4220(59)90177-x.
- [4] Wm W, Wilcko T, Bouquot JE, et al. Rapid orthodontics with alveolar reshaping: two case reports of decrowding[J]. *Int J Periodontics Restorative Dent*, 2001, 21(1): 9-19.
- [5] Alikhani M, Raptis M, Zoldan B, et al. Effect of micro-osteoperforations on the rate of tooth movement[J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2013, 144(5): 639-648. doi:10.1016/j.ajodo.2013.06.017.
- [6] Alansari S, Sangsuwon C, Vongthongleur T, et al. Biological principles behind accelerated tooth movement[J]. *Semin Orthod*, 2015, 21(3): 151-161. doi: 10.1053/j.sodo.2015.06.001.
- [7] Chen L, Mo S, Hua Y. Compressive force-induced autophagy in periodontal ligament cells downregulates osteoclastogenesis during tooth movement[J]. *J Periodontol*, 2019, 90(10): 1170-1181. doi: 10.1002/JPER.19-0049.
- [8] Verna C, Cattaneo PM, Dalstra M. Corticotomy affects both the modulus and magnitude of orthodontic tooth movement[J]. *Eur J Orthod*, 2018, 40(1): 107-112. doi: 10.1093/ejo/cjx041.
- [9] 赵云鹤, 李娇, 雷浪, 等. 牙槽骨微穿孔术促进大鼠正畸牙移动的机制研究[J]. *口腔医学研究*, 2018, 34(9): 960-963. doi: 10.13701/j.cnki.kqxyj.2018.09.010.
- Zhao YH, Li J, Lei L, et al. Mechanism of alveolar bone microperforation to promote orthodontic tooth movement in rats[J]. *J Oral Sci Res*, 2018, 34(9): 960-963. doi:10.13701/j.cnki.kqxyj.2018.09.010.
- [10] Verna C. Regional acceleratory phenomenon[J]. *Front Oral Biol*, 2016, 18(3): 28-35. doi: 10.1159/000351897.
- [11] Bansal M, Sharma R, Kumar D, et al. Effects of mini-implant facilitated micro-osteoperforations in alleviating mandibular anterior crowding: a randomized controlled clinical trial[J]. *J Orthod Sci*, 2019, 8(8): 19. doi: 10.4103/jos.JOS_112_18.
- [12] Shahabee M, Shafae H, Abtahi M, et al. Effect of micro-osteoperforation on the rate of orthodontic tooth movement-a systematic review and a meta-analysis[J]. *Eur J Orthod*, 2020, 42(2): 211-221. doi: 10.1093/ejo/cjz049.
- [13] Sivarajan S, Doss JG, Papageorgiou SN, et al. Mini-implant supported canine retraction with micro-osteoperforation: a split-mouth randomized clinical trial[J]. *Angle Orthod*, 2019, 89(2): 183-189. doi: 10.2319/011518-47.1.
- [14] Caruso S, Darvizeh A, Zema S, et al. Management of a facilitated aesthetic orthodontic treatment with clear aligners and minimally invasive corticotomy[J]. *Dent J (Basel)*, 2020, 8(1): 19. doi: 10.3390/dj8010019.
- [15] Aboalnaga AA, Salah Fayed MM, El-Ashmawi NA, et al. Effect of micro-osteoperforation on the rate of canine retraction: a split-mouth randomized controlled trial[J]. *Prog Orthod*, 2019, 20(1): 21. doi: 10.1186/s40510-019-0274-0.
- [16] Agrawal AA, Kolte AP, Kolte RA, et al. Comparative CBCT analysis of the changes in buccal bone morphology after corticotomy and micro-osteoperforations assisted orthodontic treatment - case series with a split mouth design[J]. *Saudi Dent J*, 2019, 31(1): 58-65. doi: 10.1016/j.sdentj.2018.10.003.
- [17] Haugland L, Kristensen KD, Sa L, et al. The effect of biologic factors and adjunctive therapies on orthodontically induced inflammatory root resorption: a systematic review and meta-analysis[J]. *Eur J Orthod*, 2018, 40(3): 326-336. doi: 10.1093/ejo/cjy003.
- [18] Chan E, Dalci O, Petocz P, et al. Physical properties of root cementum: part 26. Effects of micro-osteoperforations on orthodontic root resorption: a microcomputed tomography study[J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2018, 153(2): 204-213. doi: 10.1016/j.ajodo.2017.05.036.
- [19] Alqadasi B, Aldhorae K, Halboub E, et al. The effectiveness of micro-osteoperforations during canine retraction: a three-dimensional randomized clinical trial[J]. *J Int Soc Prev Community Dent*, 2019, 9(6): 637-645. doi: 10.4103/jispcd.JISPCD_233_19.
- [20] Attri S, Mittal R. Comparison of rate of tooth movement and pain perception during accelerated tooth movement associated with conventional fixed appliances with micro-osteoperforations-a randomized controlled trial[J]. *J Orthod*, 2018, 45(4): 1-9. doi: 10.1080/14653125.2018.1528746.

(编辑 周春华)



官网



公众号