

微种植钉辅助微骨穿孔术对下颌第二磨牙近中移动的影响

李娜^{1,2}, 聂向真^{1,2}, 姜杉^{1,2}, 谭敏敏^{1,2}, 张芳^{1,2}, 白明海^{1,2}

1. 长沙市口腔医院, 湖南长沙 410004; 2. 湖南中医药大学口腔医学院, 湖南长沙 410208

[摘要] **目的** 观察微种植钉辅助微骨穿孔术对下颌第二磨牙近中移动的影响。**方法** 将 10 例(13 个缺牙区)下颌第一磨牙缺失患者随机分为微骨穿孔组(7 个缺牙区, 行微骨穿孔术)和对照组(6 个缺牙区, 常规正畸治疗)。比较两组下颌第二磨牙平均移动速度、近中移动距离、轴倾度变化以及牙根吸收量。**结果** 两组下颌第二磨牙平均移动速度比较, 差异无显著性($P>0.05$)。微骨穿孔组下颌第二磨牙近中移动距离大于对照组($P<0.05$), 远中根牙根吸收量小于对照组($P<0.05$)。微骨穿孔组下颌第二磨牙轴倾度变化值、近中根牙根吸收量均大于对照组, 但两组差异无显著性($P>0.05$)。**结论** 微种植钉辅助微骨穿孔术可有效促进下颌第二磨牙近中移动, 减少远中牙根吸收且不引起牙齿近中倾斜。

[关键词] 微种植钉; 微骨穿孔; 第一磨牙缺失; 近中移动; 下颌第二磨牙

[中图分类号] R78

[文献标识码] A

Effects of microscrew-assisted micro-osteoperforation on the mesial movement of mandibular second molar

LI Na^{1,2}, NIE Xiangzhen^{1,2}, JIANG Shan^{1,2}, TAN Minmin^{1,2}, ZHANG Fang^{1,2}, BAI Minghai^{1,2}

1. Changsha Stomatological Hospital, Changsha 410004, Hunan, China; 2. School of Stomatology, Hunan University of Chinese Medicine, Changsha 410208, Hunan, China

[ABSTRACT] **Aim** To observe the effects of microscrew-assisted micro-osteoperforation on the mesial movement of mandibular second molar. **Methods** A total of 10 patients (13 edentulous spaces) with missing mandibular first molars were randomly divided into a micro-osteoperforation group (7 edentulous spaces, receiving micro-osteoperforation) and a control group (6 edentulous spaces, receiving conventional orthodontic treatment). The average movement speed, mesial movement distance, axial inclination changes, and root resorption of the mandibular second molars were compared between the two groups. **Results** There was no significant difference in the average movement speed of the mandibular second molars between the two groups ($P>0.05$). The mesial movement distance of the mandibular second molars in the micro-osteoperforation group was larger than that in the control group ($P<0.05$), and the amount of root resorption in the distal roots was less than that in the control group ($P<0.05$). Although the changes in axial inclination and the amount of mesial root resorption in the micro-osteoperforation group were greater than those in the control group, the differences were not statistically significant ($P>0.05$). **Conclusion** Microscrew-assisted micro-osteoperforation can effectively promote the mesial movement of mandibular second molars, reduce distal root resorption, and does not induce mesial inclination of the teeth.

[KEY WORDS] microscrew; micro-osteoperforation; missing first molar; mesial movement; mandibular second molars

第一恒磨牙因龋坏率高常早期缺失, 从而导致咀嚼功能下降、咬合关系紊乱及邻牙倾斜等问题^[1-2]。通过正畸治疗近中移动第二、三磨牙以关闭缺牙间隙, 可有效恢复咬合功能、避免修复治疗, 并有助于第三磨牙萌出^[3]。然而, 下颌磨牙区骨质致密、骨皮质较厚, 牙齿移动阻力大, 传统矫治方法

在近中移动磨牙过程中易出现支抗丧失、牙冠倾斜、疗程延长等局限^[4-5]。微骨穿孔术作为一种微创骨皮质刺激技术, 通过在局部制造微小的骨创伤, 激活区域性加速现象, 从而促进牙周组织改建与牙齿移动。本研究针对下颌第一磨牙缺失病例, 在正畸治疗中采用微种植钉辅助微骨穿孔术, 以刺

[收稿日期] 2025-04-26

[修回日期] 2025-08-17

[基金项目] 湖南省临床医疗技术创新引导项目(S2020SFYLJS0367)

[作者简介] 李娜, 硕士, 住院医师, 研究方向为口腔正畸学, E-mail 为 1845405764@qq.com。通信作者白明海, 主任医师, 硕士研究生导师, 研究方向为口腔正畸学, E-mail 为 Bmh77@163.com。

激第二磨牙近中移动;同时借助数字化印模与 OrthoCAD 软件进行三维间隙分析,以颞孔作为稳定参考标记,精确测量第二磨牙近中移动距离,客观评估微骨穿孔术对牙齿移动的加速作用,进一步探讨微种植钉辅助微骨穿孔术在加速磨牙近中移动、关闭缺牙间隙方面的效果与临床适用价值。

1 资料和方法

1.1 研究对象

选取 2019 年—2023 年本院收治的 10 例下颌第一磨牙缺失正畸患者(共 13 个缺牙区)为研究对象。其中男 2 例,女 8 例,年龄(20.9 ± 8.20)岁;3 例双侧缺失,7 例单侧缺失,其中 6 个缺牙区为 36 缺失,7 个为 46 缺失。将所选患者随机分为微骨穿孔组(7 个缺牙区)和对照组(6 个缺牙区)。所有患者下颌第二磨牙均为牙根形态正常的双根牙。本研究经医院伦理委员会批准,所有患者均签署知情同意书。

纳入标准:①年龄 18~45 岁;②下颌第一磨牙缺失或无法保留;③患侧第三磨牙或牙胚存在且形态正常;④口腔卫生良好,无中重度牙周炎症,探诊深度 ≤ 4 mm。排除标准:①依从性差;②嗜烟酒;③缺牙区牙槽嵴严重狭窄或吸收;④患有心脑血管疾病、凝血功能障碍或其他全身系统性疾病;⑤存在骨代谢疾病;⑥牙齿移动区域有骨岛、骨瘤或根尖囊肿等。

1.2 治疗方法

所有患者采用自锁托槽矫治器进行全口固定矫治,治疗期间严格维持口腔卫生。牙列排齐整平后换用 0.018 英寸 \times 0.025 英寸不锈钢方丝,开始近中移动下颌第二磨牙(即正式进入试验阶段)。微骨穿孔组行微骨穿孔术(图 1):局部麻醉下不翻瓣,于下颌第二磨牙近中牙龈乳头冠方 5 mm 处起,采用微种植钉(直径 1.4 mm,长度 8 mm)垂直穿刺皮质骨,每间隔 4 mm 穿刺 1 次,共 3 次,深度 $> 3 \sim 4$ mm(不含穿龈部分)^[6-7]。每 4 周重复 1 次微骨穿孔术,共 3 次(其中行第 1 次微骨穿孔术时为 T₀,第 2 次为 T₁,第 3 次为 T₂,第 1 次微骨穿孔术后 12 周为 T₃)。对照组仅同时期行常规正畸治疗。两组均使用链状橡皮圈(美国 3M 公司)施加 200 g 近中牵引力,每 4 周复诊加力 1 次。

1.3 下颌第二磨牙平均移动速度测定

于 T₀、T₁ 及 T₃ 时,使用 iTero Element 口内扫描仪获取数字化牙颌模型。将扫描数据导入

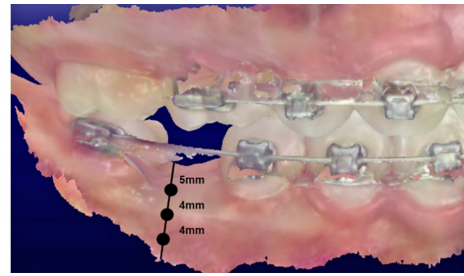


图 1 下颌第二磨牙近中区行微骨穿孔术

OrthoCAD 软件,以缺牙区近远中邻牙的中央窝作为测量标志点,分别测量 3 个时间点两牙中央窝中点间的距离(图 2)。计算下颌第二磨牙在 T₁ 和 T₃ 时的平均移动速度。平均移动速度(mm/月)=(T₀-T₁)或(T₀-T₃)距离差/时间。所有数据均测量 2 次并取平均值。



图 2 两牙中央窝中点间距离即 A、B 点的距离

1.4 下颌第二磨牙近中移动距离测量

将 T₀ 及 T₃ 时的锥形束计算机断层扫描(cone-beam computed tomography, CBCT)数据导入 Dolphin 11.9 软件。经头位校正后,于矢状面定位下颌第二磨牙近中面最凸点,连接该点与同侧颞孔中心,测量其水平距离(图 3)。对照组同期同法测量。下颌第二磨牙近中移动距离为 T₀ 与 T₃ 时的距离差值。



图 3 下颌第二磨牙至颞孔中心距离(红色箭头部分)

1.5 下颌第二磨牙轴倾度变化测量

采用 CBCT 数据三维重建后,导出下颌第一磨牙缺牙区对应侧位片。以下颌第二磨牙面中央点

与根分叉点的连线定义其牙长轴,并以颏下点与下颌角下缘切线作为下颌平面。分别测量两组下颌第二磨牙的倾斜角度(图4),即牙长轴近中侧延长线与下颌平面相交角^[8]。倾斜角度变化值为 T3 时倾斜角度减去 T0 时倾斜角度。

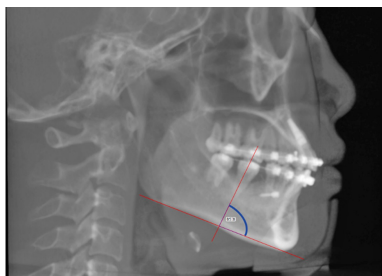


图4 下颌第二磨牙轴倾度测量

1.6 下颌第二磨牙近远中牙根吸收量测量

于间隙旁下颌第二磨牙近、远中根尖点处分别作平行于牙长轴的截面,在各截面内测量从根尖至釉牙骨质界的垂直距离,即为近中根与远中根长度(图5)。下颌第二磨牙近中、远中牙根的吸收量为 T0 时牙根长度减去 T3 时牙根长度。

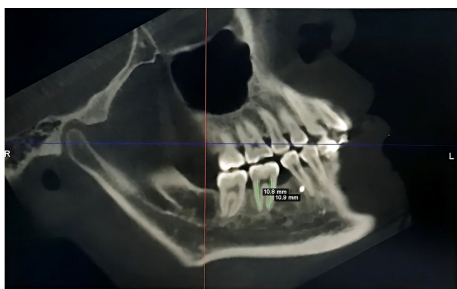


图5 下颌第二磨牙近远中牙根长度
(绿色线条即牙根长度)

1.7 统计学分析

采用 SPSS26.0 统计软件分析数据。所有指标均经正态性检验与方差齐性检验。符合正态分布的组间比较采用独立样本 *t* 检验,非正态分布数据则采用秩和检验。 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 两组下颌第二磨牙在 T1、T3 时的平均移动速度比较

两组 T1、T3 时下颌第二磨牙牙齿移动速度比较,差异无统计学意义($P > 0.05$;表1)。

表1 两组下颌第二磨牙在 T1、T3 时的牙齿

分组	n	平均移动速度比较	
		mm/月	
		T1	T3
对照组	6	0.30(0.10,0.90)	0.10(0.03,0.80)
微骨穿孔组	7	0.30(0.00,0.40)	0.30(0.05,0.75)

2.2 两组下颌第二磨牙近中移动距离与轴倾度变化值比较

下颌第二磨牙近中移动距离,微骨穿孔组 $[(1.16 \pm 0.44) \text{mm}]$ 大于对照组 $[(0.47 \pm 0.59) \text{mm}]$ ($t = 2.42, P < 0.05$)。轴倾度变化值,微骨穿孔组 $[(3.44 \pm 5.94)^\circ]$ 大于对照组 $[(0.68 \pm 4.91)^\circ]$,但两组差异无显著性($t = 0.903, P > 0.05$)。

2.3 两组下颌第二磨牙近远中牙根吸收量比较

下颌第二磨牙远中根牙根吸收量,微骨穿孔组 $[(0.33 \pm 0.26) \text{mm}]$ 小于对照组 $[(0.77 \pm 0.41) \text{mm}, P < 0.05]$ 。下颌第二磨牙近中根牙根吸收量,微骨穿孔组 $[0.40(-0.025, 0.95) \text{mm}]$ 大于对照组 $[0.20(0.20, 0.50) \text{mm}]$,但两组差异无显著性($Z = 0.29, P > 0.05$)。

3 讨论

本研究通过三维 CBCT 与数字化印模技术,评估了微种植钉辅助微骨穿孔术对下颌第二磨牙近中移动的影响。结果显示,微骨穿孔组在下颌第二磨牙近中移动距离大于对照组,远中根吸收量小于对照组,而在牙齿移动速度及轴倾度变化方面,两组差异无显著性。这表明,微骨穿孔技术在正畸治疗中具有促进牙齿移动并减少牙根吸收的潜力。

研究表明,拔除第一恒磨牙后多数患者的第三磨牙可自然萌出,说明下颌第二磨牙近中移动是可行的间隙策略^[9]。然而,磨牙间隙的关闭受多种因素影响,包括年龄、缺牙时间、第三磨牙发育状态及牙槽嵴形态等^[10]。

在牙齿移动距离方面,本研究发现微骨穿孔组近中移动距离大于对照组,与 Babanouri 等^[11]报道的微骨穿孔术在 3 个月内加速尖牙移动的结果一致。然而,在 T1 和 T3 时,两组牙齿移动速度差异无显著性,提示微骨穿孔术的加速效应可能并非在短期显现,而与干预频率、力值大小及观察时长有关。付腾飞等^[7]在微骨穿孔术后 24 周时发现移动速度增加,进一步支持微骨穿孔术可能存在累积效应,需更长时间的观察。

关于轴倾度变化,两组间差异无显著性,说明

微骨穿孔术并未引起牙齿倾斜移动,有助于实现整体移动,减少因倾斜移动导致的牙周组织损伤和牙根暴露风险。这一结果与轻力整体移动的理念相符,临床上建议每隔一个月重复微骨穿孔术操作,并配合轻力矫治系统,以维持生物学响应和细胞活性因子水平^[12]。

在牙根吸收方面,微骨穿孔组远中根吸收量小于对照组,近中根长度虽无统计学差异,但也呈现较多保留趋势,与陈雪婷等^[13]报告结论一致。其机制可能与微骨穿孔术激发的区域性加速现象有关,通过促进局部骨改建、降低牙周组织阻力,从而在相同移动距离下减轻牙根吸收^[14]。李云等^[15]指出,牙齿移动距离与牙根吸收量呈正相关,建议采用轻力整体移动以降低吸收风险。因此微骨穿孔术在提升移动效率的同时减少根吸收,显示其独特优势。

综上,微种植钉辅助微骨穿孔术技术可有效促进下颌第二磨牙近中移动,减少远中牙根吸收,且不引起牙齿近中倾斜,表明该技术具有较高的临床应用价值。本研究仍存在一定局限性,如样本量有限、观察周期较短,未来仍需开展大样本、长周期、多中心的随机对照试验,进一步验证其长期疗效与安全性,并深入探讨微骨穿孔术影响骨改建与牙根吸收的分子机制。

[参考文献]

- [1] 化珍, 郑伟龙, 原工杰, 等. 水平阻生智齿及第二磨牙顺序近中替代重度牙槽骨吸收第一磨牙1例[J]. 实用口腔医学杂志, 2022, 38(4): 541-543.
- [2] 张晓筱. 单侧第一磨牙缺失对咬合及下颌骨对称性的影响及两者相关性的研究[D]. 合肥: 安徽医科大学, 2016.
- [3] BAIK U B, JUNG J Y, JUNG H J, et al. Alveolar bone changes after molar protraction in young adults with missing mandibular second

- premolars or first molars[J]. Angle Orthod, 2022, 92(1): 64-72.
- [4] 韩俊, 陈莉莉, 胡莉. 第一磨牙缺失后以第二磨牙前移替代的正畸治疗[J]. 临床口腔医学杂志, 2014, 30(7): 424-425.
- [5] 韩爽, 笄海芹. 超声微创骨皮质切开术辅助正畸关闭下颌第一磨牙缺失间隙的临床研究[J]. 中国中西医结合耳鼻喉科杂志, 2019, 27(2): 142-146.
- [6] 吴斯媛, 宗丽. 微小骨穿孔术加速磨牙近中移动的研究[J]. 广东医学, 2021, 42(7): 829-831.
- [7] 付腾飞, 张瑞, 杨璇璇, 等. 微骨穿孔加速下颌磨牙近中移关闭久缺失牙间隙的研究[J]. 中华口腔正畸学杂志, 2019, 26(2): 61-65.
- [8] 赵转浓, 张文忠, 王春林, 等. Nolla 分期对青少年拔牙正畸患者下颌第三磨牙倾斜角的影响[J]. 实用口腔医学杂志, 2022, 38(6): 796-800.
- [9] 张锦花. 利用正畸前移第二、三恒磨牙替代修复治疗第一恒磨牙严重龋坏或缺失的临床疗效[J]. 全科口腔医学电子杂志, 2018, 5(29): 68-69.
- [10] GRIBEL B F, GRIBEL M N, FRAZÃO D C, et al. Accuracy and reliability of craniometric measurements on lateral cephalometry and 3D measurements on CBCT scans[J]. Angle Orthod, 2011, 81(1): 26-35.
- [11] BABANOURI N, AJAMI S, SALEHI P. Effect of mini-screw-facilitated micro-osteoperforation on the rate of orthodontic tooth movement: a single-center, split-mouth, randomized, controlled trial[J]. Prog Orthod, 2020, 21(1): 7.
- [12] 付腾飞. 微骨穿孔在加速正畸牙齿移动中作用的研究[D]. 西安: 中国人民解放军空军军医大学, 2018.
- [13] 陈雪婷. PAOO 辅助关闭下颌第一磨牙间隙的临床研究[J]. 中国美容医学, 2022, 31(12): 98-103.
- [14] ALQADASI B, XIA H Y, ALHAMMADI M S, et al. Three-dimensional assessment of accelerating orthodontic tooth movement-micro-osteoperforations vs piezocision: a randomized, parallel-group and split-mouth controlled clinical trial [J]. Orthod Craniofac Res, 2021, 24(3): 335-343.
- [15] 李云, 陈群, 覃玲, 等. 关闭下颌第一磨牙失牙间隙对下颌第二磨牙牙根及牙槽骨的影响[J]. 全科口腔医学电子杂志, 2019, 6(7): 11-13.

(此文编辑 蒋湘莲)