

锥形束 CT 在口腔正畸微种植体支抗定位及稳定性评估中的应用价值

郑鹭艳, 梁长龙

厦门市第五医院 (福建厦门 361000)

〔摘要〕目的 探讨锥形束 CT (CBCT) 在口腔正畸微种植体支抗 (MIA) 定位及稳定性评估中的应用价值。**方法** 回顾性分析 2020 年 5 月至 2024 年 10 月于医院接受 MIA 治疗的 86 例患者资料, 根据检查方式不同分为对照组和试验组, 各 43 例。对照组采用数字化全景片联合头颅侧位片检查, 试验组采用 CBCT 检查。比较两组植入成功率、术后并发症发生率及稳定性指标 [种植体稳定性商值 (ISQ)、微动度]。**结果** 术后 3 个月, 试验组植入成功率高于对照组, 微动度小于对照组 ($P<0.05$); 试验组在术后 1 个月和术后 3 个月的 MIA ISQ 水平高于对照组 ($P<0.05$); 试验组并发症发生率低于对照组 ($P<0.05$)。**结论** CBCT 用于接受口腔正畸 MIA 治疗患者中, 能增强 MIA 的植入成功率和稳定性, 降低微动度及并发症发生率。

〔关键词〕 锥形束 CT; 口腔正畸; 微种植体支抗; 稳定性; 微动度

〔中图分类号〕 R783.5 **〔文献标识码〕** B **〔文章编号〕** 1002-2376 (2025) 15-0060-03

〔DOI〕 10.3969/j.issn.1002-2376.2025.15.017

随着口腔正畸治疗需求的增长, 患者对疗效与舒适度的要求日益提高^[1]。支抗系统作为正畸治疗的核心, 其稳定性直接影响矫治效果。传统支抗体系 (如口内和口外支抗装置) 在实际应用中普遍存在支抗丧失率高 (15%~30%)、对患者依从性要求高及可能引发软组织刺激等问题^[2]。随着医学技术的发展, 微种植体支抗 (micro-implant anchorage, MIA) 通过骨结合机制实现绝对支抗, 具有手术创伤小、即刻负载及三维自由度调节等特性, 已广泛应用于高难度正畸病例^[3]。但 MIA 的支抗效能依赖于种植体与骨组织形成骨整合界面的稳定性^[4]。研究表明, 颌骨局部骨量是 MIA 稳定性的关键因素, 植入区域需具备足够的骨组织条件^[5]。传统二维影像因存在影像重叠、放大失真等问题, 难以精确评估植入区的三维结构^[6]。随着医疗设备技术的迭代升级, 锥形束 CT (cone beam computed tomography, CBCT) 凭借其高分辨率三维成像、低辐射剂量及精准定位能力, 成为 MIA 植入规划与稳定性评估的核心技术^[7]。基于此, 本研究旨在进一步分析 CBCT 在口腔正畸 MIA 定位及稳定性评估中的应用价值, 报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾性分析 2020 年 5 月至 2024 年 10 月于本

院接受 MIA 治疗的 86 例患者资料, 根据检查方式不同分为两组, 各 43 例。两组一般资料比较, 差异无统计学意义 ($P>0.05$), 具有可比性, 见表 1。本研究经医院医学伦理委员会审批通过 (伦理审批号: XMWY-KY-2025-025)。患者均自愿参与研究并签署知情同意书。

表 1 两组一般资料比较

组别	例数	年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	性别 (例)		体质量指数 (kg/m^2 , $\bar{x} \pm s$)
			男	女	
对照组	43	24.30 $\pm$ 5.82	18	25	21.48 $\pm$ 3.18
试验组	43	25.11 $\pm$ 6.20	20	23	21.33 $\pm$ 2.53
t/χ^2		0.614		0.189	0.242
P		0.541		0.664	0.809

组别	例数	种植体植入部位分布 (例)		
		上颌腭侧	上颌颊侧	下颌颊侧
对照组	43	4	26	13
试验组	43	3	28	12
t/χ^2			0.257	
P			0.879	

纳入标准: 符合《正畸微种植体支抗临床应用指南》^[8] 治疗指征; 牙槽嵴顶距离上颌窦底 $>8\text{ mm}$; 年龄 18~45 岁, 全部恒牙已完全萌出, 无乳牙或混合牙列情况; 随访资料齐全; 菌斑指数 ≤ 1 , 牙周探诊深度 $\leq 3\text{ mm}$ 。排除标准: 急慢性感染性疾病活动期; 后牙区拥挤度 $>3\text{ mm}$ 需减数治疗; 严重骨代谢性疾病; 根尖周病变 (X 线显示阴影直径 $>5\text{ mm}$); 颌骨囊肿, 肿瘤等占位性病变; 妊娠期或哺乳期女性。

收稿日期: 2025-04-28

1.2 方法

所有检查均由同一名具有 5 年以上微种植体植入经验的临床医师进行操作。术中所有患者均选择 Ormco 种植钉，尺寸为 1.4 mm × 8.0 mm。

对照组采用数字化全景片（Planmeca ProMax）联合头颅侧位片（曝光参数：电压 84 kV，电流 16 mA）进行检查。根据术前设计方案，使用探针定位植入位点，随后依据操作者经验进行微种植体植入，植入过程严格遵守无菌操作流程，术后拍摄曲面断层片观察微种植体植入位置。

试验组使用 CBCT 扫描仪（KaVo 3DeXami）获取颌骨三维影像数据。扫描参数设置为电压 120 kV，电流 10 mAs，层厚 0.3 mm。使用口内扫描仪（CEREC CAD/CAM 系统，AC D3492）收集患者口内软组织数据。将 CBCT 数据及口内扫描数据导入 CEREC 自带软件中进行对齐重合，重建上下颌骨的三维模型，构建个性化三维种植导板形态，在软件中模拟植入路径，设定最佳植入角度和深度，确保植入位点距离牙槽嵴顶 5~7 mm，植入角度在冠状面上与牙长轴呈 60°~90°，在水平面与两邻牙牙根断面长轴角平分线重叠，以保证微种植体与两侧邻牙牙根距离尽量相等。操作者根据导板引导部确定的位点及方向进行植入，植入过程中严格遵守无菌操作流程，术后拍摄曲面断层片观察微种植体植入位置。

两组术后均使用漱口水 2 周，并要求患者每隔 4 周复诊 1 次，连续观察 3 个月。

1.3 观察指标

（1）植入成功率：术后 3 个月内种植体无松动（Miller 动度分级 I 度）、脱落或不可逆感染为植入成功^[9]。（2）稳定性评估：于植入后即刻、术后 1 个月、术后 3 个月采用共振频率分析仪（Osstell Mentor）测量种植体稳定性商值（implant stability quotient, ISQ），ISQ ≥ 70 为稳定，<60 为稳定性不足，需干预^[10]；术后 3 个月测量两组种植体微动度，微动度 >0.2 mm 代表种植体松动^[11]。（3）并发症发生情况：记录两组随访 3 个月期间发生的不良事件，包括种植体松动、软组织感染、神经损伤。

1.4 统计学处理

采用 SPSS 23.0 统计软件进行数据分析。符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示，组间比较采用 t 检验，组内不同时间点比较采用重复测量方差分析；不符合正态分布的计量资料以 $M(Q_1, Q_3)$ 表示，采用 Mann-Whitney U 秩和检验。计数资料以率表示，采用 χ^2 检验或 Fisher 确切概率法。 $P < 0.05$ 为差异

有统计学意义。

2 结果

2.1 两组植入成功率比较

对照组共植入 86 枚种植体，术后 3 个月内出现种植体松动 5 枚、不可逆感染 2 枚，植入成功 79 枚，植入成功率为 91.86%；试验组共植入 86 枚种植体，术后 3 个月内出现松动 1 枚，植入成功 85 枚，植入成功率为 98.84%。试验组植入成功率高于对照组，差异有统计学意义（ $\chi^2 = 4.720$ ， $P = 0.030$ ）。

2.2 两组治疗后稳定性比较

术后 3 个月，试验组微动度小于对照组，试验组在术后 1 个月和术后 3 个月的 MIA 稳定性均优于对照组，差异有统计学意义（ $P < 0.05$ ）。

表 2 两组治疗后稳定性比较

组别	例数	微动度 [mm, $M(Q_1, Q_3)$]	ISQ ($\bar{x} \pm s$)	
			植入后即刻	
对照组	43	0.18 (0.12, 0.25)	71.72 ± 2.43	
试验组	43	0.09 (0.07, 0.12)	72.16 ± 2.37	
Z/t		7.223	0.850	
P		<0.001	0.398	

组别	例数	ISQ ($\bar{x} \pm s$)			
		术后 1 个月	术后 3 个月	$F_{\text{时间}}$	P
对照组	43	74.03 ± 2.65	71.16 ± 3.15	42.716	<0.001
试验组	43	76.85 ± 2.44	74.89 ± 2.84	58.329	<0.001
Z/t		7.843	8.216		
P		<0.001	<0.001		

注：ISQ 为种植体稳定性商值。

2.3 两组并发症发生率比较

试验组并发症发生率低于对照组，差异有统计学意义（ $P < 0.05$ ）。

表 3 两组并发症发生率比较 [例 (%)]

组别	枚数	种植体松动	软组织感染	神经损伤	总发生率
试验组	86	1 (1.16)	0 (0.00)	0 (0.00)	1 (1.16) ^a
对照组	86	5 (5.81)	2 (2.33)	0 (0.00)	7 (8.14)

注：与对照组比较， $\chi^2 = 4.720$ ，^a $P = 0.030$ 。

3 讨论

在口腔正畸治疗中，传统支抗方法（如口内与口外支抗）存在明显不足。MIA 凭借操作简单、创伤小、稳定性好等优势在临床中广泛应用，可避免损伤重要解剖结构，如牙周膜、牙根，且能即刻加载支抗功能，提高植入成功率^[9-10]。MIA 的成功不仅取决于植入位置与角度，更与植入后稳定性紧密相关。研究指出，临床医师选用 MIA 时需兼顾定位性与稳定性，定位性要求植入时精准避开牙根及根周组织；稳定性尤其是初期稳定性，对防止支抗丢失至关重要，其依赖于微种植钉与周围骨组织的机械锁合^[11]。若稳定性不足，将影响骨整合，导致种植失败。

传统影像技术评估 MIA 定位及稳定性存在一定局限性,主要在于其二维成像特性,传统二维成像清晰度欠佳,既影响定位准确性,也不利于患者后期维持稳定性。全景片虽能显示牙根的大致走向,但无法准确测量牙根间距的三维空间关系,尤其在牙根重叠区域(如上颌后牙区),易导致术者对骨量评估不足。本研究结果显示,试验组植入成功率高于对照组,微动度小于对照组($P<0.05$),表明 CBCT 比传统影像技术能更准确地评估颌骨三维结构,为 MIA 定位提供高精度指导。CBCT 的高分辨力可清晰显示牙槽骨皮质厚度、松质骨密度及上颌窦、下牙槽神经等重要解剖结构。例如,在上颌腭侧植入时,CBCT 可准确测量腭中缝至两侧牙根的间距,避免损伤腭大动脉或鼻腭神经;在下颌颊侧外斜线区域,能识别骨皮质厚度不足 3 mm 的薄弱区域,降低术中并发症风险。此外,CBCT 的三维数据与口内扫描数据融合生成个性化手术导板,进一步降低操作者的经验依赖^[12]。相关研究表明,三维影像引导下的种植体与术前规划路径的三维坐标偏差可控制在 1 mm 以内,而传统二维影像由于缺乏导板引导,其引导下的种植体植入角度偏差较大^[13-14]。

本研究结果显示,试验组术后 1 个月和术后 3 个月的 MIA 稳定性均高于对照组($P<0.05$),表明 CBCT 的应用能改善口腔正畸 MIA 稳定性。从机制上分析,CBCT 可以通过观察微种植体与周围骨组织的结合情况来评估其稳定性,还可以通过 CBCT 影像观察微种植体周围骨质的密度和形态变化,有助于医师在植入微种植体时避开牙根、牙周膜等关键结构,减少手术创伤,同时确保微种植体植入在骨量充足、骨质良好的区域^[15-16]。本研究还发现,植入 3 个月后,试验组并发症发生率低于对照组($P<0.05$)。分析原因为,CBCT 可清晰显示附着龈与游离龈的边界,指导术者选择在附着龈区植入(距离龈缘 5~7 mm),避免游离龈区植入导致的黏膜退缩和感染风险,进一步保障了 MIA 的稳定性和治疗效果。

综上所述,CBCT 应用能提高口腔正畸 MIA 的成功率和稳定性,降低微动度及并发症发生率。但本研究仍存在一定局限性,如观察指标数据内容过少,也未进行长期的动态分析,日后需要进一步研究分析。

[参考文献]

[1] 林毅轩,刘亦涵,陈建钢,等.微种植支抗钉在推磨

牙向后矫治技术中的临床应用[J].临床口腔医学杂志,2024,40(3):167-170.

- [2] 唐云,罗思阳,郑之峻,等.不同高度种植钉辅助隐形矫治器内收前牙的三维有限元分析[J].贵州医科大学学报,2024,49(4):569-574,581.
- [3] 韩磊,鲁桐,朱培香,等.2种快速扩弓方式联合前方牵引治疗青少年骨性Ⅲ类错(合)效果的三维有限元分析[J].上海交通大学学报(医学版),2024,44(11):1422-1432.
- [4] 谢琦,陈宇,史克佳.微种植体支抗不同植入部位推上颌磨牙远移的稳定性及对软组织侧貌美学的影响[J].中国美容医学,2023,32(2):127-130.
- [5] 张婷婷.骨性支抗辅助上颌前方牵引治疗前后的临床疗效分析[D].大连:大连医科大学,2023.
- [6] 陈红,马萱怡,刘承灵,等.上颌第一磨牙与第二前磨牙牙根间微种植体支抗用于上颌磨牙远移的 CBCT 研究[J].实用口腔医学杂志,2021,37(5):666-670.
- [7] 杨雨青,赵青.正畸治疗磨牙移动的解剖限制及临床应对[J].口腔疾病防治,2023,31(9):667-672.
- [8] 林治幸.正畸微种植体支抗临床应用指南[M].刘建林,戴娟,译.北京:世界图书出版公司,2007.
- [9] 孙珍,于海洋.牙种植体动度的研究进展[J].国际口腔医学杂志,2006(4):314-316.
- [10] 苏勤,田立华,金松,等.微创拔牙即刻种植技术在前牙修复中的应用效果观察[J].中国美容医学,2023,32(3):147-150.
- [11] BRUNSKI J B. Avoid pitfalls of overloading and micromotion of intraosseous implants[J]. Dent Implantol Update, 1993, 4(10): 77-81.
- [12] 黄芳.微型种植体支抗在口腔正畸治疗中的应用价值[J].医疗装备,2020,33(18):86-88.
- [13] 王文栋,王云龙,姚瑶,等.不同位置微种植支抗压入整个上牙列的三维有限元分析[J].中华口腔正畸学杂志,2023,30(2):86-91.
- [14] 王宇,谢飘,沈涛,等.成年双颌前突患者减数矫治后前牙区牙槽骨变化的锥形束 CT 分析[J].中华口腔医学杂志,2023,58(2):143-150.
- [15] 高宇峰,马宇,陈志飞,等.一种新型助攻型微种植体支抗 3D 导板的研制和应用[J].中国医师杂志,2023,25(9):1325-1328.
- [16] 冯哲,田炳欣,马涛,等.对比微种植体支抗和改良横腭杆配合 PASS 矫治器在儿童安氏 I~II 类错(牙合)高角拔牙矫治中的应用[J].生物医学工程与临床,2022,26(4):459-464.