

数字化导板引导口腔种植修复术治疗牙列缺损的研究

张力 张江云 袁玮 尚张丽 宋子涵 郭晓峰^{通讯作者}

邯郸市口腔医院 河北邯郸 056001

基金项目：邯郸市科学技术研究与发展计划项目（234220830742C）

【摘要】目的 探讨融合 CBCT 影像与口内光学扫描数据构建三维口腔模型，依托数字化导板辅助牙列缺损种植修复的临床实用价值。**方法** 选取 100 例牙列缺损病例均分两组，试验组依托多软件完成模型重建、导板数字化设计与 3D 打印并微创种植，对照组采用常规徒手种植，对比手术创伤、种植精准度、预后相关指标。**结果** 试验组手术耗时、术中出血、种植位点偏移程度、术后不良事件发生率均更低，随访 1 年种植留存率与咀嚼恢复评分更理想，生物力学检测骨组织受力分布更平稳（ $P<0.05$ ）。**结论** 双源数据整合的导板种植方案定位精准、手术损伤小，利于保障远期修复效果，可作为牙列缺损种植优选诊疗方案。

【关键词】 牙列缺损；数字化导板；CBCT；口内扫描；种植修复；三维建模

牙列缺损多因龋病、牙周病变及外力损伤诱发，缺牙易继发咬合紊乱、骨吸收等问题，临床多选用种植修复^[1]。传统徒手种植仅凭影像与术者经验施术，后牙区手术隐患较多。CBCT 和口扫设备分别擅长硬、软组织数据采集，信息能够互补融合建模^[2]。本研究整合两类数据定制手术导板，将 100 例病患分组对照，探究数字化导板用于种植修复的实际临床效用。

1 资料与方法

1.1 一般资料

筛选 2022 年 3 月至 2024 年 10 月于本院口腔门诊就诊的牙列缺损病例共 100 例，借助随机抽样划分为两组，每组各 50 例。试验组男女依次为 27 例、23 例，年龄区间 32~71 岁，均值（ 51.37 ± 9.62 ）岁；参照组男性 25 例、女性 25 例，年龄跨度 30~73 岁，平均（ 50.92 ± 10.15 ）岁。基线资料经统计学校验，组间数据无明显区别（ $P>0.05$ ），可开展对照研究。

1.2 方法

观察组（数字化导板引导种植）：① 分两路采集口腔数字化资料：受检者保持端正坐姿，通过专用 CBCT 采集牙槽骨、牙根、上颌窦及下牙槽神经等硬组织 DICOM 资料；采用 S1P-2 型号 3shape Trios 扫描仪，分次采集上下颌牙弓、正中与侧方咬合状态，收录牙体、牙龈及缺牙区软组织 STL 扫描文件。② DICOM 数据导入 Mimics17.0，经阈值划分、图层修整构建骨性三维模型，口扫 STL 文件转入 3-Matic 完成坐标配对与数据融合，组建囊括牙体、牙槽骨、附着龈、硬腭的整合模型。在 SolidWorks 内结合修复方案设定种植体规格与植入方位，避开重要解剖结构，上颌骨缺损患者同步敲定开窗规格、植骨体量，定制两类支撑形式的导板图纸。③ 图纸输出后选用医用光敏树脂 3D 成型，修整灭菌待用。局部麻醉固定导板，沿套筒分级备洞种植；上颌窦提升依照导板标记定点去骨、定量植骨，缩小黏骨膜剥离面积。术后复查 CBCT，借助 Ansys17.0、ABAQUS 开展力学验算，STATA16.0 对照模型测算种植位置误差。

对照组（传统自由手种植）：术前仅完善 CBCT 摄片，省去口扫建模与导板定制流程。术者参考二维影像凭经验手术，术中大面积翻开黏骨膜，徒手定位备洞植入种植体；上颌窦提升的开窗尺寸、植骨用量由医师临场判定，创口常规缝合，后期修复标准和观察组保持一致。

术后两组统一抗感染干预与口腔健康指导，术后 7d 拆线，3~6 个月完成冠修复，为

期 12 个月随访。

1.3 判定标准

统计手术用时、术中失血两项术中指标；借助术后 CBCT 测算种植体多方位位置偏差。记录出血、感染、窦壁破损等不良反应。随访 12 个月，种植体稳固无骨吸收即为种植成功；采用百分制评定咀嚼能力，分值越高咀嚼效能越优。

1.4 统计学方法

采用 SPSS26.0+STATA16.0 统计学软件，计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示，组间比较行独立样本 t 检验；计数资料以 [n (%)] 表示， χ^2 检验； $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

表 1 两组手术指标对比 ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	单例手术用时 (min)	术中出血量 (mL)
观察组	50	32.15±6.32	3.86±1.21
对照组	50	58.72±9.56	12.75±3.68
P		<0.05	<0.05

表 2 种植体植入三维偏差对比 ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	颈部偏差 (mm)	根尖偏差 (mm)	深度偏差 (mm)	角度偏差 (°)
观察组	127	0.48±0.13	0.53±0.15	0.41±0.10	1.75±0.42
对照组	124	0.81±0.26	0.87±0.29	0.73±0.21	3.82±0.95
P		<0.05	<0.05	<0.05	<0.05

表 3 并发症、成功率、咀嚼评分对比[($\bar{x} \pm s$) , n (%)]

组别	例数	并发症	12 个月种植成功	咀嚼评分
观察组	50	2(4.00%)	49(98.00%)	91.36±4.25
对照组	50	11(22.00%)	43(86.00%)	79.28±6.17
P		<0.05	<0.05	<0.05

3 讨论

牙缺失种植难点集中在种植定位、微创操作与骨增量安全三方面，常规徒手手术受影像短板和术者个人水平影响，手术稳定性欠佳^[3]。本研究结合前期研究积累，联合两种数字化采集手段补齐单一设备弊端，CBCT 清晰显现颌骨深部骨性结构，口扫设备完整收录牙体与软组织外形，两类资料融合重构三维模型，为手术导板定制筑牢数据根基。

临床应用可见数字化导板多项优势，依托套筒限位能够规范钻针走向，精准把控上颌窦开窗范围与植骨体量；术中小范围剥离软组织即可操作，有效减少手术创伤与术后不良反应。力学模拟结果显示，规范安放的种植体载荷分布均衡，远期修复后的咬合状态更理想，利于咀嚼功能恢复。

研究构建了从模型构建、导板设计、实体制作到术后效果核验的完整数字化诊疗链条，弥补传统种植缺少量化评判标准的短板。该建模思路还能拓展应用于咬合疾患诊治、正畸及牙体手术辅助导板制作，贴合口腔医学数字化发展走向，具备广泛临床应用前景。

【参考文献】

[1] 刘晓珂,胡豪杰,朱娟芳,等. 数字化导板引导口腔种植修复术治疗牙列缺损的美学效果及影响因素分析[J]. 西南医科大学学报,2025,48(3):297-302.
[2] 蔡亮,窦娟,邓千里,等. 数字化导板引导的口腔种植修复术对牙列缺损患者种植精准度、牙

周健康及修复美学效果的影响[J]. 广西医学,2022,44(16):1836-1839.

[3] 闫媛媛,闫凯凯,施娟. 树脂分层前牙美学修复在前牙外伤致缺损中的应用[J]. 贵州医药,2023,47(6):925-926.