

DOI: 10.3969/j.issn.1004-4949.2025.11.039

数字化导板引导下的无牙颌种植后即刻负重种植术对 无牙颌修复患者种植准确度的影响

郝鹏程, 李 澄, 许 旺, 刘玉泉, 刘佳文
(湘潭市口腔医院口腔种植科, 湖南 湘潭 411100)

[摘要]目的 探究在无牙颌修复患者中应用数字化导板引导下的无牙颌种植后即刻负重种植术对其种植准确度的影响。方法 选取2023年1月-2024年8月于湘潭市口腔医院行无牙颌修复的64例患者为研究对象,以随机数字表法分为对照组和观察组,每组32例。对照组予以传统无牙颌种植术,观察组予以数字化导板引导下的无牙颌种植后即刻负重种植术,比较两组种植准确度、修复效果及并发症发生情况。结果 观察组颈部、根部、深度及角度偏差均小于对照组 ($P<0.05$); 观察组修复总有效率 (96.88%) 高于对照组 (84.38%), 但差异无统计学意义 ($P>0.05$); 观察组并发症发生率 (6.25%) 低于对照组 (28.13%) ($P<0.05$)。结论 与传统无牙颌种植术相比,数字化导板引导下无牙颌种植后即刻负重种植术种植准确度更高,修复后并发症发生率更低,值得临床应用。

[关键词] 数字化导板; 无牙颌种植后即刻负重种植术; 牙颌种植固定修复; 种植准确度

[中图分类号] R783

[文献标识码] A

[文章编号] 1004-4949 (2025) 11-0154-04

Effect of Immediate Loading Implantation After Edentulous Implantation Guided by Digital Guide on Implant Accuracy in Edentulous Restoration Patients

HAO Pengcheng, LI Cheng, XU Wang, LIU Yuquan, LIU Jiawen

(Department of Oral Implantology, Xiangtan Stomatological Hospital, Xiangtan 411100, Hunan, China)

[Abstract]**Objective** To investigate the effect of immediate loading implantation after edentulous implantation guided by digital guide on implant accuracy in edentulous restoration patients. **Methods** A total of 64 patients who underwent edentulous restoration in Xiangtan Stomatological Hospital from January 2023 to August 2024 were selected as the research subjects. According to the random number table method, they were divided into the control group and the observation group, with 32 patients in each group. The control group was given traditional edentulous implantation, and the observation group was given immediate loading implantation after edentulous implantation guided by digital guide. The implant accuracy, repair effect and complications were compared between the two groups. **Results** The deviations of neck, root, depth and angle in the observation group were smaller than those in the control group ($P<0.05$). The total effective rate of restoration in the observation group (96.88%) was higher than that in the control group (84.38%), but the difference was not statistically significant ($P>0.05$). The incidence of complications in the observation group (6.25%) was lower than that in the control group (28.13%) ($P<0.05$). **Conclusion** Compared with traditional edentulous implantation, immediate loading implantation after edentulous implantation guided by digital guide has higher implant accuracy and lower incidence of complications after restoration, which is worthy of clinical application.

[Key words] Digital guide; Immediate loading implantation after edentulous implantation; Dental implant fixed restoration; Implant accuracy

牙颌种植固定修复 (dental implant fixed restoration) 是在牙槽骨植入种植体, 待其与骨组

织骨结合后, 以种植体为支持, 用牙冠、桥体等固定修复体恢复缺失牙形态和功能的口腔修复技

基金项目: 2024 年度湘潭市医学科研项目计划 (编号: 2024-xyx-91)

第一作者: 郝鹏程 (1980.5-), 男, 湖北广水人, 本科, 副主任医师, 主要从事种植修复、口腔软硬组织增量方面研究

术。该技术能提升无牙颌患者的口腔功能及生活质量,但操作中对种植体植入定位的精确度要求极高,仅依靠医生经验操作的难度较高。此外,无牙颌患者的颌骨条件通常不佳,手术耗时较长且创伤较大^[1]。因此,术前进行周密科学的种植设计,并在术中精确执行,对于保证修复成功率至关重要^[2]。无牙颌种植技术是针对全口牙齿缺失患者的修复技术,通过外科手术将种植体植入颌骨内,待其与骨组织形成稳定结合后,连接固定或可摘式义齿,以恢复咀嚼、发音功能及牙齿美观^[3, 4]。随着即刻拔除、即刻种植、即刻修复技术的推广,“即日手术,即日戴牙”理念为广大患者所接受^[5]。种植导板是术前设计与手术操作间的技术衔接载体,能确保种植设计精准转化为实际操作,实现种植体精确植入,而导板辅助无牙颌种植手术的关键目标在于实现即刻修复^[6]。本研究旨在探究数字化导板引导下的无牙颌种植后即刻负重种植术对无牙颌修复患者种植准确度的影响,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2023年1月-2024年8月于湘潭市口腔医院行无牙颌修复的64例患者为研究对象,以随机数字表法分为对照组和观察组,每组32例。对照组男17例,女15例;年龄51~79岁,平均年龄(65.45 ± 2.24)岁;病程3 d~6个月,平均病程(3.65 ± 0.63)个月。观察组男16例,女16例;年龄50~80岁,平均年龄(65.42 ± 2.39)岁;病程2 d~5个月,平均病程(3.53 ± 0.50)个月。两组性别、年龄及病程比较,差异无统计学意义($P > 0.05$),研究可比。本研究所有患者及家属知情同意并签署知情同意书。

1.2 纳入与排除标准 纳入标准:符合《牙颌面畸形诊断与治疗指南》^[7]中对无牙颌或拔牙后无牙颌的诊断标准,经影像检查确诊;符合即刻负重口腔种植手术指征;植入4颗及以上种植体;意识清晰,精神正常。排除标准:依从性不佳;合并感染疾病;具有夜磨牙或紧咬牙习惯;合并肿瘤或肝肾功能障碍;存在种植禁忌证。

1.3 方法

1.3.1 对照组 予以传统无牙颌种植术:患者术前均接受口腔锥形束CT检查。术中取平卧位,口腔内部得到妥善固定后,行常规消毒、铺巾。采用术区局部浸润麻醉,麻醉生效后将无法保留的牙

齿或残根拔除。一期手术种植体植入:切开牙龈暴露骨面(弧形或直线切口),切口长度约10~15 mm,翻瓣暴露牙槽骨。使用骨钻逐级扩孔(直径2.8~4.2 mm),深度8~14 mm,形成螺纹状骨通道,全程生理盐水冲洗降温;将种植体旋入预备孔,确保初期稳定性(扭矩 $\geq 35 \text{ N} \cdot \text{cm}$),安装覆盖螺丝后严密缝合切口,注意种植的位置、深度、角度,避开关键解剖结构的安全距离。术后1周通过聚醚材料制取口腔印模,灌注模型,确定颌骨关系,进行牙齿试排并制作临时修复体。二期手术基台安装与修复:局麻下切开牙龈,去除覆盖螺丝,安装愈合基台或直接连接永久基台;通过硅橡胶印模或口内扫描获取种植体位置数据,定制个性化全瓷冠或金属支架修复体;试戴修复体时调整咬合接触点,确保侧向力 $\leq 15 \text{ N}$,最终以螺丝固位(扭矩25~35 $\text{N} \cdot \text{cm}$)或粘接剂固定。通过X线全景片确认种植体和基台的位置准确无误。术后常规使用抗生素1~3 d,建议其食用流质食物,使用冲牙器、间隙刷清洁种植体周围,缝合后7~10 d拆线,患者需佩戴过渡义齿,避免种植区咀嚼硬物,每日使用抗菌漱口水;术后3~6个月为骨结合期,告知其需定期复诊。

1.3.2 观察组 予以数字化导板引导下的无牙颌种植后即刻负重种植术:①全口腔检查与影像学评估:通过口腔扫描仪获取数字化印模,记录牙龈形态及剩余牙槽嵴轮廓,结合CBCT分析颌骨三维结构及解剖风险;评估患者全身健康状况及口腔卫生状况,排除急性感染或重度牙周炎活动期;②数据整合与三维建模:将口扫数据与CBCT影像叠加,通过专业软件重建颌骨-牙龈复合体数字化模型,明确种植体植入的安全区;虚拟种植方案规划:在三维模型中模拟种植体植入位置、角度及深度,单颌通常设计4~8颗种植体,避开骨缺损区;③设计临时修复体形态,确保咬合平衡与美学效果;导板生产与验证:将种植路径数据导入3D打印机,使用医用树脂或钛合金制作个性化导板,精度误差 $< 0.3 \text{ mm}$,术前通过石膏模型试戴导板,验证固位稳定性与种植通道匹配度;④术中导板导航与植入:术前局部浸润麻醉联合氯己定漱口水消毒,术中采用3~4 mm环形切口或无需翻瓣的“环切术”暴露牙槽骨;在导板引导下精确钻孔,确保备孔直径与种植体匹配度达99%,同步使用生理盐水降温,避免骨灼伤;将钛种植

体沿导板通道旋入预定位置, 确保初期稳定性 (扭矩 $\geq 35 \text{ N} \cdot \text{cm}$), 对骨量不足区域 (如上颌后牙区) 采用倾斜植入技术, 避开上颌窦; ⑤临时义齿即刻负重: 术中通过口扫或硅橡胶取模获取种植体位置数据, 制作螺丝固位临时义齿, 术后24 h内完成戴牙, 恢复咬合功能, 调整咬合接触点 (侧向力 $\leq 15 \text{ N}$), 避免早期过度负荷; 术后2周内流质饮食, 使用氯己定含漱液控制菌斑, 每周复查软组织愈合情况; 3个月后更换永久修复体, 每年监测种植体稳定性及骨吸收速率。

1.4 观察指标

1.4.1 检测两组种植准确度 将术前与术后患者的牙颌CT数据以DICOM格式导入至专业软件中, 用以重建三维模型, 并保存为STL格式。通过配准测量技术, 对比术前虚拟设计的种植体与术后实际植入的种植体在颈部、根部位置、深度及角度上的差异, 这些差异反映了种植手术的精确度偏差。所有位点测量由同2名医师完成, 每个位置连续测量3次, 取平均值。

1.4.2 评估两组修复效果 显效: 治疗后X片显示

正常, 且咀嚼功能正常, 种植体无松动, 且可为上部修复体提供良好的支持作用, 未磨损口腔黏膜; 有效: 治疗后X片结果良好, 且咀嚼功能较好, 种植体无松动, 可为上部修复体提供较好的支持作用, 部分磨损口腔黏膜; 无效: 治疗后X片结果和咀嚼功能不佳, 种植体发生松动, 无法固位, 磨损口腔黏膜。总有效率=显效率+有效率。

1.4.3 记录两组并发症发生情况 并发症包括即刻义齿与最终修复体断裂、种植体周围黏膜炎、种植体松动或脱落等。

1.5 统计学方法 采用SPSS 22.0统计学软件进行数据分析, 计量资料以 $(\bar{x} \pm s)$ 表示, 行 t 检验; 计数资料以 $[n (\%)]$ 表示, 行 χ^2 检验; $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组种植准确度比较 观察组颈部、根部、深度及角度偏差均小于对照组 ($P < 0.05$), 见表1。

表1 两组种植准确度比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	<i>n</i>	颈部偏差 (mm)	根部偏差 (mm)	深度偏差 (mm)	角度偏差 ($^{\circ}$)
观察组	32	1.23 ± 0.37	1.20 ± 0.47	0.65 ± 0.22	4.59 ± 0.72
对照组	32	2.21 ± 0.18	3.00 ± 0.57	0.81 ± 0.23	8.36 ± 2.79
<i>t</i>		13.473	13.783	2.844	7.401
<i>P</i>		0.000	0.000	0.006	0.000

2.2 两组修复效果比较 对照组显效13例, 有效14例, 无效5例; 观察组显效15例, 有效16例, 无效1例。观察组修复总有效率为96.88% (31/32), 高于对照组的84.38% (27/32), 但差异无统计学意义 ($\chi^2 = 1.655$, $P = 0.198$)。

2.3 两组并发症发生情况比较 对照组发生即刻义齿与最终修复体断裂2例, 种植体周围黏膜炎4例, 种植体松动或脱落3例; 观察组发生种植体周围黏膜炎1例, 种植体松动或脱落1例。观察组并发症发生率为6.25% (2/32), 低于对照组的28.13% (9/32) ($\chi^2 = 5.379$, $P = 0.020$)。

3 讨论

对于无牙颌患者, 临床主要采用传统修复

(全口活动义齿) 与种植修复两种方式^[8]。传统即刻修复方法涉及术后印模制取和咬合记录, 随后由技师制作临时义齿, 整个过程约需6~8 h^[9]。无牙颌种植技术是针对全口牙齿缺失患者设计的治疗方案, 通过植入人工牙根恢复牙齿功能与美观。然而, 当前临床常用的黏膜支持式无牙颌手术导板存在稳定性和就位问题, 影响了种植的精确度^[10]。为减轻复杂手术带来的创伤、降低成本并缩短愈合时间, 1998年, 葡萄牙的Malo教授创新性地引入了“All-on-Four”种植即刻负重技术, 用于治疗下颌牙列缺失患者^[11]。即刻负重技术指在无牙颌种植入后, 24 h内完成临时义齿修复, 患者可立即恢复咬合功能^[12, 13]。数字化导板是一种基于三维数字技术的外科手术导航工

具,专用于口腔种植领域,通过计算机辅助设计与计算机制造,实现种植体植入的精准定位^[14]。其核心定义主要包括三维数据的整合、种植方案模拟、物理导板制作以及影像技术支持,再通过专业软件的独特算法,完成骨量分析与种植体参数优化,实现了从经验依赖到精准导航的技术跨越,成为现代种植牙领域的核心技术工具^[15]。

本研究结果显示,观察组颈部、根部、深度及角度偏差均小于对照组,并发症发生率低于对照组($P<0.05$);观察组修复总有效率高于对照组,但差异无统计学意义($P>0.05$)。分析原因:①传统修复方式常面临义齿固位力不足的挑战,而自由手种植可能导致种植体位置及深度出现较大偏差,增加了种植体松动或脱落等并发症的风险,同时美观和功能效果,难以达到患者的预计期望;相比之下,数字化种植修复流程通过三维建模精准避开神经管、上颌窦等结构,手术安全性得到提升,导板同步指导临时义齿制作,实现种植体植入与修复体戴入同期完成,有利于提高疗效;②数字化导板能精确引导种植体植入预定位置,通过详尽的术前规划,包括骨质评估、牙龈厚度测量等,确保种植体选择合理,方案针对性强,从而有效避免损伤邻近重要结构,有利于减少术后并发症,实现理想的种植角度、位点和深度,因此种植准确度更好;这不仅有助于种植体在颌骨内的长期稳定,还保证了上部修复体具备良好的解剖学、美学效果,促进了牙体、牙列形态及功能的恢复,维护了牙周健康;③对于传统无牙颌患者,特别是因长期缺牙或佩戴活动义齿导致颌骨严重萎缩、骨量不足需植骨者,以及牙周病导致的牙槽骨萎缩者,传统种植术面临较大挑战,常需附加植骨手术;而即刻负重种植技术通过采用更长的种植体增加骨结合面积,确保初期稳定性,同时减少或避免上颌窦底提升或骨增量手术;④倾斜种植体的应用还能增加种植体间距,减少悬臂梁修复体的使用,避免应力过度集中。尽管利用计算机技术和数字化导板设计安装的临时义齿虽能实现与种植体的完美贴合,但也可能引发一定的种植体位置偏差的问题。因此针对数字化导板引导下的无牙颌种植固定修复,建议采取选择适合的种植系统,并优先使用原厂修复配件;综合评估患者的口颌肌力与咀嚼习惯,尽量减少或避免悬臂设计;并以修复为导向,合理确定种植体的数量、分布及尺寸,

以达到最佳的修复效果。

综上所述,与传统无牙颌种植术相比,数字化导板引导下无牙颌种植后即刻负重种植术种植准确度更高,修复后并发症发生率更低,值得临床应用。

[参考文献]

- [1]陈宋洁,倪凌晨,赵翠.数字化导板引导无牙颌种植手术的效果观察[J].浙江医学,2020,42(22):2433-2434,2438,2488.
- [2]汤春波.无牙颌种植固定修复术后并发症的反思与总结[J].口腔医学,2019,39(5):385-389.
- [3]陈祺,陈佳楠,李笑梅.数字化种植手术导板精度的影响因素[J].口腔颌面修复学杂志,2023,24(2):144-153.
- [4]卢嘉仪,余嘉怡,解晨阳,等.数字化堆积导板中截骨导板引导后截骨量的即刻精度研究[J].华西口腔医学杂志,2021,39(6):732-738.
- [5]王文洁,王学玲,栗智,等.保留末端基牙在无牙颌精确种植中的应用[J].中国美容医学,2019,28(12):110-113.
- [6]梁献丽,王雅楠,孟中伟,等.数字化导板引导的口腔种植修复术在牙列缺损患者中的应用效果[J].河南医学研究,2024,33(2):327-330.
- [7]胡静,沈国芳,刘彦普,等.牙颌面畸形诊断与治疗指南[J].中国口腔颌面外科杂志,2011,9(5):415-419.
- [8]吴沂蓁,李明,汪乔那,等.“All-on-four”无牙颌种植即刻负重技术的临床效果观察[J].南京医科大学学报(自然科学版),2017,37(10):1339-1343.
- [9]姜美鹏,袁翔,曹燕,等.口内数字化印模技术在口腔种植修复中的应用研究[J].中国医药科学,2025,15(2):126-129.
- [10]刘薇丽,莫舒蕾,谢静,等.黏膜定位导板结合立体摄影测量技术在无牙颌种植即刻修复中的应用[J].郑州大学学报(医学版),2024,59(4):541-544.
- [11]汤春波,褚壮壮,吴瑾.无牙颌患者“All-on-Four”种植即刻负重技术的发展与变迁[J].口腔医学,2021,41(2):119-127.
- [12]张宇航,曾宇宁,曾尽娣,等.改良数字化导板对第二磨牙游离缺失辅助种植的精确度[J].中国组织工程研究,2025,29(4):738-744.
- [13]张兆高,俞明,陈劼,等.数字化技术配合模型制作种植导板在老年牙列缺损患者口腔种植中的应用[J].检验医学与临床,2024,21(1):65-69,74.
- [14]丁成芳,卡地亚·吐尔逊江,艾力麦尔旦·艾尼瓦尔,等.数字化导板在即刻自体牙移植术中的初步应用研究[J].口腔医学,2024,44(5):381-385.
- [15]艾克丽亚·艾尼瓦尔,娜菲莎·吾普尔,白布加甫·叶力思,等.上颌窦内提升不植骨与植骨即刻负重的动态应力分析[J].中国组织工程研究,2025,29(30):6416-6425.

收稿日期:2025-4-10 编辑:扶田