

DOI: 10.3969/j.issn.1004-4949.2026.01.007

数字化美学导向技术在前牙缺失种植修复患者中的应用

刘加涛, 刘延美, 陈飞, 苏斌
(镇江市口腔医院, 江苏 镇江 212000)

[摘要]目的 探讨数字化美学导向技术在前牙缺失种植修复患者中的应用。方法 选取2020年1月-2023年1月于镇江市口腔医院收治的60例前牙缺失种植修复患者作为研究对象, 采用随机数字表法将其分为对照组和研究组, 各30例。对照组采用传统种植修复技术, 研究组在此基础上应用数字化美学导向技术, 比较两组美学效果、种植体植入精度、种植体植入成功率、咬合功能恢复情况、患者满意度。结果 研究组术后PES、WES评分均高于对照组 ($P<0.05$); 研究组术后顶端偏差、尖端偏差及角度偏差指标均低于对照组 ($P<0.05$); 两组种植体植入成功率比较, 差异无统计学意义 ($P>0.05$); 研究组术后咬合接触面积、咀嚼效率及咬合均衡性均优于对照组 ($P<0.05$); 研究组患者满意度评分高于对照组 ($P<0.05$)。结论 基于数字化美学导向技术可提升前牙缺失种植修复的植入精度与种植体存活率, 同时优化美学效果及咬合功能, 从而有效提高患者整体满意度。

[关键词] 数字化美学导向技术; 种植体植入精度; 前牙缺失种植修复; 咬合功能

[中图分类号] R783

[文献标识码] A

[文章编号] 1004-4949 (2026) 01-0025-04

Application of Digital Aesthetic-guided Technology in Patients Undergoing Implant Restoration for Anterior Tooth Loss

LIU Jiatao, LIU Yanmei, CHEN Fei, SU Bin

(Zhenjiang Stomatological Hospital, Zhenjiang 212000, Jiangsu, China)

[Abstract]**Objective** To explore the application of digital aesthetic-guided technology in patients undergoing implant restoration for anterior tooth loss. **Methods** A total of 60 patients who received implant restoration for anterior tooth loss in Zhenjiang Stomatological Hospital from January 2020 to January 2023 were selected as the research subjects. According to the random number table method, they were divided into the control group and the study group, with 30 patients in each group. The control group was treated with conventional implant restoration technology, and the study group was treated with conventional technology combined with digital aesthetic-guided technology. The aesthetic effect, implant placement accuracy, implant success rate, occlusal function recovery and patient satisfaction were compared between the two groups. **Results** After operation, the scores of PES and WES in the study group were higher than those in the control group ($P<0.05$). After operation, the apical deviation, tip deviation and angular deviation of the study group were lower than those of the control group ($P<0.05$). There was no statistically significant difference in implant success rate between the two groups ($P>0.05$). After operation, the occlusal contact area, masticatory efficiency and occlusal balance of the study group were better than those of the control group ($P<0.05$). The patient satisfaction score of the study group was higher than that of the control group ($P<0.05$). **Conclusion** Digital aesthetic-guided technology can improve the implant placement accuracy and implant survival rate in anterior tooth loss implant restoration. Meanwhile, it optimizes aesthetic effect and occlusal function, thereby effectively enhancing the overall patient satisfaction.

[Key words] Digital aesthetic-guided technology; Implant placement accuracy; Implant restoration for anterior tooth loss; Occlusal function

第一作者: 刘加涛 (1991.6-), 男, 山东临沂人, 硕士, 中级, 主要从事牙周种植修复方向研究

通讯作者: 刘延美 (1990.9-), 女, 山东临沂人, 硕士, 中级, 主要从事口腔临床以及口腔专业教学工作

前牙缺失 (anterior tooth loss) 不仅影响患者的咀嚼功能, 还对容貌外观、发音清晰度及心理健康造成多方面的影响^[1, 2]。传统种植修复在实现种植体三维精准定位、修复体与软组织协调设计以及咬合关系精细调控等方面仍存在一定局限^[3, 4]。近年来, 数字化技术在口腔医学领域的快速发展, 已全面融入种植治疗的各个环节, 涵盖诊断设计、手术实施与修复制作等全过程。数字化美学导向技术的应用, 使得医生能够基于患者面部特征、牙列状态及软硬组织条件进行系统而精准地分析, 并据此制定高度个性化的种植修复方案, 从而实现美学与功能的和谐统一^[5, 6]。基于此, 本研究旨在探讨数字化美学导向技术在前牙缺失种植修复患者中的应用, 现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2020年1月-2023年1月于镇江市口腔医院收治的60例前牙缺失种植修复患者作为研究对象, 采用随机数字表法将其分为对照组和研究组, 各30例。对照组男16例, 女14例; 年龄22~58岁, 平均年龄 (38.47 ± 7.95) 岁; 缺失牙位: 上颌中切牙17例、侧切牙9例、尖牙4例。研究组男15例, 女15例; 年龄23~60岁, 平均年龄 (39.12 ± 8.21) 岁; 缺失牙位: 上颌中切牙18例、侧切牙8例、尖牙4例。两组性别、年龄及缺失牙位比较, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$), 具有可比性。本研究患者均同意参与研究并签署知情同意书。

1.2 纳入与排除标准 纳入标准: 前牙单牙缺失需种植修复者^[7]; 牙周组织健康且稳定者; 牙槽骨量满足初期稳定者。排除标准: 存在急性口腔感染者; 重度牙周病未控制者; 牙槽骨缺损需大量重建患者; 严重咬合紊乱或磨牙症患者; 有重要系统病影响愈合患者。

1.3 方法

1.3.1 对照组 实施传统种植修复技术: 术前完成常规口腔检查及锥形束CT扫描, 评估缺牙区牙槽骨的高度、宽度及邻近重要解剖结构。同时, 对患者进行洁治、龋病充填、牙周基础治疗及口腔卫生指导。综合临床与影像学资料, 确定种植体的三维植入位置与方向。术中常规消毒铺巾并行局部浸润麻醉后, 根据软硬组织条件选择翻瓣或微创切口暴露牙槽骨。依据种植系统操作规程逐级备洞, 术中视骨质情况适当调整钻孔方向与深

度。术后予以常规抗感染与止痛处理, 嘱患者使用氯己定漱口水, 避免创区过早负重, 并定期复诊以观察软硬组织愈合情况。

1.3.2 研究组 在此基础上应用数字化美学导向技术: ①数字化面部与口内信息采集: 术前对患者进行数字化面部扫描, 获取微笑特征与面部比例数据, 并行口内扫描记录牙弓形态及咬合关系; 将口扫数据与CBCT影像通过专业软件进行三维融合, 构建三维数字化模型; ②微笑美学分析与修复体设计: 基于面部扫描数据, 分析微笑曲线、牙唇关系等美学参数; 借助数字化设计软件构建修复体三维形态, 并以预设修复体位置为导向, 采用逆向设计方式规划种植体在骨内的植入深度、角度及颊舌向位置; ③数字化种植导板制作: 根据三维设计方案生成种植导板模型, 采用3D打印技术制作导板, 使其紧密贴合牙弓或软组织, 并通过定位柱限制钻孔方向与深度; ④导板辅助下的种植体植入: 局部麻醉后, 将导板稳定置于口内, 沿导向序列逐级备孔并植入种植体; 植入完成后根据软组织状况选择愈合基台或覆盖螺丝, 并对术区进行常规处理; ⑤美学软组织管理与临时修复: 借助临时冠对龈缘形态及龈乳头高度进行引导, 通过数字化技术与制作临时修复体, 促进软组织愈合与塑形; ⑥最终修复制作与安装: 待骨结合完成后进行数字化印模获取, 根据既定美学方案制作全瓷修复体。经试戴及咬合调整后完成最终安装, 恢复前牙区美观与功能。

两组患者均采用延期负重模式。植入后, 上颌前牙区的常规骨结合期设定为3~4个月, 随后进入软组织塑形阶段, 该阶段持续4~6周。最终修复体在种植体植入后4~6个月内完成安装。

1.4 观察指标

1.4.1 评估两组美学效果 软组织美学评估采用PES进行评估, 总分范围为0~14分, 得分越高代表软组织美学效果越佳。修复体及硬组织美学评估则采用WES, 总分范围为0~10分, 分值越高表明修复体美学效果与天然牙的匹配度越高。

1.4.2 测量两组种植体植入精度 术后通过CBCT影像与术前数字化设计方案进行比对, 测量种植体三维偏差, 包括顶端偏差、尖端偏差及角度偏差, 用于评价植入的准确性。

1.4.3 评估两组种植体植入成功率 术后随访6个月, 根据临床标准评估种植体是否成功。评

估指标主要包括：无持续性疼痛、种植体无松动、无明显边缘骨吸收等。

1.4.4 评估两组咬合功能恢复情况 咬合接触面积：反映修复后牙列接触范围及受力分布情况，接触面积越大证明咬合接触越充分；咀嚼效率：通过系统分析咬合接触时间与接触强度变化，综合评估修复体在咀嚼过程中的功能表现，数值越高证明咀嚼功能恢复越好；咬合均衡性：反映左右侧咬合力分布的对称程度，数值越接近100%表示咬合受力越均衡。

1.4.5 调查两组患者满意度 采用问卷调查进行患者主观评价，问卷采用10分制，由患者自行评分，评分越高代表满意度越高。

1.5 统计学方法 采用SPSS 23.0统计学软件进行数据分析，计数资料采用 $[n(\%)]$ 表示，行 χ^2 检验；计量资料采用 $(\bar{x} \pm s)$ 表示，行 t 检验。以 $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组美学效果比较 研究组术后PES、WES评分均高于对照组 ($P < 0.05$)，见表1。

2.2 两组种植体植入精度比较 研究组术后顶端

偏差、尖端偏差及角度偏差指标均低于对照组 ($P < 0.05$)，见表2。

2.3 两组种植体植入成功率 对照组种植体植入成功28例，研究组种植体植入成功29例。对照组种植体植入成功率为93.33% (28/30)，研究组种植体植入成功率为96.67% (29/30)。两组种植体植入成功率比较，差异无统计学意义 ($\chi^2 = 0.356$, $P = 0.551$)。

2.4 两组咬合功能恢复情况比较 研究组术后咬合接触面积、咀嚼效率及咬合均衡性均优于对照组 ($P < 0.05$)，见表3。

2.5 两组患者满意度比较 研究组患者满意度评分为 (9.16 ± 0.38) 分，高于对照组的 (8.12 ± 0.14) 分 ($t = 4.725$, $P = 0.023$)。

表1 两组美学效果比较 ($\bar{x} \pm s$, 分)

组别	n	PES	WES
对照组	30	9.84 ± 1.62	8.21 ± 1.12
研究组	30	12.31 ± 1.58	9.36 ± 0.64
t		5.830	6.034
P		0.001	0.001

表2 两组种植体植入精度比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	n	顶端偏差 (mm)	尖端偏差 (mm)	角度偏差 (°)
对照组	30	1.52 ± 0.48	1.87 ± 0.52	6.14 ± 1.72
研究组	30	0.96 ± 0.41	1.21 ± 0.47	4.02 ± 1.35
t		4.460	5.146	5.258
P		0.001	0.001	0.001

表3 两组咬合功能恢复情况比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	n	咬合接触面积 (mm ²)	咀嚼效率 (%)	咬合均衡性 (%)
对照组	30	18.42 ± 3.15	72.16 ± 6.87	68.74 ± 7.02
研究组	30	23.67 ± 3.42	81.53 ± 7.11	77.92 ± 6.54
t		6.167	5.234	4.738
P		0.001	0.001	0.001

3 讨论

传统前牙种植修复虽能恢复基本咀嚼功能，但在种植体植入的精确性、软组织美学塑形及修复体与天然牙的形态色彩协调性等方面仍面临挑战。随着数字化技术的迅速发展和广泛应用，基

于数字化美学导向的种植修复理念已逐渐成为前牙区功能与美学重建的重要发展方向。该理念整合面部扫描、微笑美学分析、CBCT影像、三维修复体设计等数字化技术，实现从诊断设计到手术实施、最终修复的全流程精准规划，提升了种植

治疗过程的可预测性与修复效果的可控性,从而更好地保障前牙区修复在功能与美学上的长期稳定性。

本研究结果显示,研究组术后顶端偏差、尖端偏差及角度偏差指标均低于对照组($P<0.05$);两组种植体植入成功率比较,差异无统计学意义($P>0.05$),这一结果主要得益于数字化导板可精确控制钻孔路径,使种植体能够依照设计方案植入理想位置,从而有效减少了因医生经验差异及术中操作引起的误差^[8]。同时,三维融合模型可清晰呈现骨量、软组织厚度及临床冠比例等关键参数,进一步提升了植入规划的合理性。尽管两组种植成功率相近,但研究组在种植体位置与生物力学及美学要求的匹配度上表现更优,从而为后期软组织塑形及修复体自然过渡创造了更有利的条件^[9]。研究组术后PES评分高于对照组($P<0.05$),主要原因在于术前通过数字化手段能够预测牙龈形态与龈乳头高度,并利用预先设计的修复体及临时冠对软组织愈合进行引导,从而使种植修复效果更趋自然协调,有效改善了龈乳头充盈度与龈缘轮廓^[10]。研究组术后WES评分高于对照组($P<0.05$),则得益于三维修复体设计的精细化,能够依据患者面部比例与微笑特征,精准确定牙冠的长宽比、切端位置及唇面形态,使得最终全瓷修复体在颜色、透明度与整体形态上均更接近天然牙。研究组术后咬合接触面积、咀嚼效率及咬合均衡性均优于对照组($P<0.05$),该结果主要归因于数字化美学导向技术能够将咬合关系纳入整体治疗方案,通过模拟咬合接触点及动态运动轨迹,优化修复体的咬合形态,从而有效减少高点干扰和偏侧咬合问题^[11, 12]。此外,精准植入使种植体方向更符合生理性咀嚼力传递方向,有助于改善应力分布,进一步提升咀嚼效率^[13, 14]。研究组患者满意度评分高于对照组($P<0.05$),这一差异与数字化美学导向技术在视觉呈现、治疗预见性沟通、治疗过程舒适度及最终修复效果等方面的优势密切相关。治疗前,患者可直观预览修复预期效果,从而增强其对治疗的信心;术后,患者不仅在美学表现上获得更自然协调的修复效果,同时咬合功能也得到良好恢复,综合提升了患者的整体满意度^[15]。

综上所述,基于数字化美学导向技术可提升前牙缺失种植修复的植入精度与种植体存活率,

同时优化美学效果及咬合功能,从而有效提高患者整体满意度。

[参考文献]

- [1]廖骏,李韬,龙慧,等.3D打印个性化钛网联合引导骨再生修复前牙美学区严重骨缺损1例[J].中国口腔种植学杂志,2025,30(5):488-494.
- [2]李彦.牙列缺损微创固定咬合重建中天然牙与种植体同期修复的数字化整合策略[J].中华口腔医学杂志,2022,57(10):1003-1008.
- [3]潘羽磊,金佳杨,涂业颖,等.数字化技术辅助全口种植固定修复一例[J].口腔颌面修复学杂志,2022,23(6):445-449.
- [4]姜微微,李文超,王颖琦,等.数字化动态导航在上颌前牙区种植中的应用[J].内蒙古医科大学学报,2025,47(1):34-37.
- [5]杨金花.基于数字化导航技术的3D打印导板在女性前牙美学种植修复中的应用[J].妇儿健康导刊,2024,3(13):109-112.
- [6]李穗,马雯洁,王时敏,等.上前牙种植单冠修复体切导的数字化设计正确度[J].北京大学学报(医学版),2024,56(1):81-87.
- [7]王燕,陈超.基于数字化手术导板引导下前牙美学区种植修复效果分析[J].中国美容医学,2023,32(11):139-142.
- [8]项娟,吴俊.数字化技术应用于前牙美学区种植修复的效果探讨[J].现代医学与健康研究(电子版),2023,7(17):20-22.
- [9]李辉.数字化技术在口腔上前牙区种植修复中的临床效果及对种植体根部偏移量的影响[J].外科研究与新技术,2023,12(3):213-215.
- [10]程明月,苗雷英,孟佳丽,等.数字化导板结合髓腔内漂白技术微创治疗变色前牙钙化根管1例[J].口腔医学研究,2025,41(8):715-718.
- [11]王红,张亚军,薛陆峰,等.3D数字化种植导板在上前牙种植修复中的应用及效果评价[J].中国美容医学,2022,31(12):149-152.
- [12]石欣怡,陈小冬,栾秀玲.数字化引导前牙瓷贴面修复的临床效果研究[J].实用口腔医学杂志,2025,41(2):162-167.
- [13]王太平,宋琪琪,于书娟.术前模拟颌骨缺损合并牙列缺损数字化植入物制作的初步研究[J].临床口腔医学杂志,2025,41(2):91-95.
- [14]张维丹,汪婷,刘玉洁,等.3种数字化技术在前牙美学区种植中的精度分析[J].实用口腔医学杂志,2024,40(5):691-697.
- [15]何冰洋,武哲,姚丽慧,等.高精度3D整合数字化种植导板对错颌畸形牙列缺损患者口腔种植修复效果、咬合关系及咀嚼功能的影响[J].海南医学,2025,36(7):986-991.

收稿日期: 2025-12-9 编辑: 张蕊