

DOI: 10.3969/j.issn.1004-4949.2026.08.010

基于数字化技术的口腔种植修复对牙列缺损患者种植精度的影响

国建斌

(固阳县中蒙医院口腔科, 内蒙古 包头 014200)

[摘要]目的 分析基于数字化技术的口腔种植修复对牙列缺损患者种植精度的影响。方法 选取2022年1月-2023年5月我院收治的60例牙列缺损患者作为研究对象, 采用随机数字表法分为对照组和观察组, 每组30例。对照组采用传统种植修复技术, 观察组采用基于数字化技术(CBCT扫描+口内扫描+CAD/CAM修复体制作)的口腔种植修复进行治疗, 比较两组修复体适配度、种植精度、种植体预后情况、并发症发生情况及满意度。结果 观察组修复体适配度优良率(95.24%)高于对照组(75.00%)($P<0.05$); 观察组种植体植入点三维误差、角度误差均小于对照组($P<0.05$); 观察组种植体存活率均高于对照组, 边缘骨吸收量少于对照组($P<0.05$); 观察组并发症发生率(3.33%)低于对照组(20.00%)($P<0.05$); 观察组满意度评分高于对照组($P<0.05$)。结论 基于数字化技术的口腔种植修复可有效提高牙列缺损患者的种植精度及修复体适配度, 改善种植体预后情况, 提升患者满意度, 降低并发症发生率, 值得临床应用。

[关键词] 数字化技术; 口腔种植修复; 牙列缺损; 种植精度; 修复体适配度

[中图分类号] R783.4

[文献标识码] A

[文章编号] 1004-4949(2026)08-0037-04

Effect of Digital Technology-based Oral Implant Restoration on Implant Accuracy in Patients with Dentition Defect

GUO Jianbin

(Department of Stomatology, Guyang County Hospital of Traditional Chinese and Mongolian Medicine, Baotou 014200, Inner Mongolia, China)

[Abstract]Objective To analyze the effect of digital technology-based oral implant restoration on implant accuracy in patients with dentition defect. Methods A total of 60 patients with dentition defect admitted to our hospital from January 2022 to May 2023 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 30 patients in each group. The control group was treated with traditional implant restoration, and the observation group was treated with digital technology-based oral implant restoration (CBCT scanning+intraoral scanning+CAD/CAM restoration fabrication). The restoration fitness, implant accuracy, implant prognosis, complications and satisfaction were compared between the two groups. Results The excellent and good rate of restoration fitness in the observation group (95.24%) was higher than that in the control group (75.00%) ($P<0.05$). The three-dimensional error and angular deviation of implant placement in the observation group were smaller than those in the control group ($P<0.05$). The implant survival rate in the observation group was higher than that in the control group, and the marginal bone resorption was less than that in the control group ($P<0.05$). The incidence of postoperative complications in the observation group (3.33%) was lower than that in the control group (20.00%) ($P<0.05$). The satisfaction score in the observation group was higher than that in the control group ($P<0.05$). Conclusion Digital technology-based oral implant restoration can effectively improve implant accuracy and restoration fitness of patients with dentition defect, improve implant prognosis, enhance patient satisfaction, and reduce the incidence of complications, which is worthy of clinical application.

[Key words] Digital technology; Oral implant restoration; Dentition defect; Implant accuracy; Restoration fitness

牙列缺损 (dentition defect) 是口腔临床较为常见的疾病, 其多由龋齿、牙周病、外伤等因素引起, 不仅会对患者的咀嚼功能和面部美观造成影响, 还可能引发邻牙移位、牙槽骨吸收等继发问题, 严重降低患者的生活质量^[1]。在治疗牙列缺损方面, 口腔种植修复是目前的首选方案, 其关键在于精准植入种植体并完美适配修复体。传统的种植修复依靠医师的临床经验进行手动操作, 易受到主观因素的影响, 存在种植精度不够、修复体适配性差等问题, 进而对治疗效果和种植体的长期存活率产生影响^[2, 3]。随着数字化技术的迅速发展, CBCT三维成像、口内扫描、CAD/CAM技术等逐渐在口腔种植领域得到应用, CBCT即锥形束CT, 可实现颌骨三维成像, 清晰显示牙槽骨高度、厚度及神经、鼻窦等重要解剖结构, 为种植位点精准评估提供可靠影像依据。口内扫描能直接获取患者牙列及黏膜数字化印模, 无需传统硅橡胶取模, 舒适度更高且数据精度更稳定。CAD/CAM技术则基于数字化数据设计修复体形态, 通过数控设备切削制作个性化基台与牙冠, 实现修复体高精度制作与良好适配, 三者协同构成数字化种植的核心技术体系^[4]。基于此, 本研究旨在分析基于数字化技术的口腔种植修复对牙列缺损患者种植精度的影响, 以期为临床诊疗提供参考依据, 现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2022年1月-2023年5月固阳县中蒙医院收治的60例牙列缺损患者, 运用随机数字表法分成对照组和观察组, 每组30例。对照组男16例, 女14例; 年龄26~69岁, 平均年龄(47.20 ± 9.80)岁; 缺失牙类型: 单颗牙缺失18例(18颗), 多颗牙缺失12例(26颗); 缺失部位: 前牙区11例, 后牙区19例。观察组男17例, 女13例; 年龄25~68岁, 平均年龄(46.50 ± 10.20)岁; 缺失牙类型: 单颗牙缺失19例(19颗), 多颗牙缺失11例(23颗); 缺失部位: 前牙区12例, 后牙区18例。两组性别、年龄、缺失牙类型、颗数及缺失部位比较, 差异无统计学意义($P > 0.05$)。具有可比性, 患者均签署知情同意书。

1.2 纳入与排除标准 纳入标准: 符合牙列缺损诊断标准; 存在单颗或多颗牙缺失情况, 牙槽骨骨量处于充足状态(骨高度 ≥ 8 mm, 骨宽度 ≥ 6 mm); 无严重牙周病、骨质疏松以及糖尿病、高血压等

全身性疾病; 无种植手术禁忌证。排除标准: 牙槽骨存在严重吸收现象; 无法耐受种植手术者; 患有精神疾病; 存在凝血功能障碍者; 近期接受过口腔正畸或修复治疗者。

1.3 方法

1.3.1 对照组 采用传统种植修复技术: 术前先拍摄曲面断层片, 医师结合临床经验对牙槽骨形态、厚度以及邻牙位置加以判断, 进而手动设计种植方案; 术中实施常规的切开翻瓣操作, 依靠经验来确定种植体的植入位置、深度和角度, 在植入种植体后对创口进行缝合; 术后3~6个月, 待种植体与牙槽骨形成骨结合, 再取传统印模, 完成修复体的制作与佩戴^[5]。本组患者术后给予抗生素以预防感染, 指导患者做好口腔卫生护理工作, 并定期进行复查。

1.3.2 观察组 采用基于数字化技术(CBCT扫描+口内扫描+CAD/CAM修复体制作)的口腔种植修复进行治疗: 在术前准备环节, 借助CBCT机对患者口腔实施扫描, 以此获取牙槽骨的三维影像数据, 进而明确牙槽骨形态、骨量以及其与邻牙、下颌神经管、上颌窦等重要解剖结构的位置关系^[6]; 同时利用口内扫描仪采集口腔软组织及剩余牙列数据, 将这两种数据导入数字化种植设计软件, 完成口腔三维模型的构建^[7]。在种植方案设计方面, 通过在软件中模拟种植体植入过程, 能够精准明确种植体的植入位置、深度、角度及规格, 以优化种植路径, 防止邻牙及重要解剖结构受到损伤, 生成种植导板设计数据后, 通过3D打印制作出个性化种植导板^[8]。术中操作时, 将种植导板固定在患者口腔相应部位, 依照导板引导精准植入种植体, 无需进行广泛切开翻瓣操作, 从而减少组织损伤, 植入后对种植体稳定性进行检查, 完成创口缝合^[9]。在修复体制作与佩戴阶段(术后3~6个月), 再次运用口内扫描仪采集口腔数据, 结合种植体位置数据, 通过CAD/CAM系统设计并制作个性化修复体, 试戴调整至适配状态后, 进行固定佩戴^[10]。术后操作与对照组保持一致。

1.4 观察指标

1.4.1 评估两组修复体适配度 术后1个月, 由2名资深口腔科医师共同评估, 分为优良、合格、不合格3个等级^[11]。优良: 边缘贴合紧密(缝隙 ≤ 0.1 mm), 咬合协调, 固位牢固, 表面光滑, 形态与天然牙一致; 合格: 边缘基本贴合(缝隙 > 0.1 mm且 ≤ 0.2 mm), 咬合基本协调, 固位较牢, 表面基本光滑, 形态

基本协调；不合格：边缘松散（缝隙 >0.2 mm），咬合紊乱，固位不佳，表面粗糙或崩裂，形态差异大。

1.4.2记录两组种植精度 术后1周拍摄CBCT，通过数字化软件测量两组种植体植入点三维误差及角度误差，误差越小表示种植精度越高。

1.4.3记录两组种植体预后情况 随访6个月，记录种植体存活率，测量种植体边缘骨吸收量。种植体存活率：无松动脱落、牙龈无异常、CBCT显示骨结合良好即为存活，存活率=存活种植体例数/总种植体例数 $\times 100\%$ ；边缘骨吸收量：CBCT测量术后即刻与随访6个月种植体颈部至牙槽骨顶的垂直距离，差值即为吸收量。

1.4.4记录两组并发症发生情况 观察并记录术后1个月内出血、感染、种植体松动等并发症发生情况。

1.4.5调查两组满意度 术后3个月，采用自制满意度量表评估。该量表共包含6个条目：咀嚼功能、美观度、舒适度、固位稳定性、语言功能及整体满意度。各条目采用5级评分法（1~5分），分别对应“非常不满意”“不满意”“一般”“满

意”“非常满意”。总分30分，得分越高表示患者满意度越高。

1.5 统计学方法 采用SPSS 27.0统计学软件进行数据分析，计数资料以 $[n(\%)]$ 表示，行 χ^2 检验；计量资料以 $(\bar{x} \pm s)$ 表示，行 t 检验； $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组修复体适配度 观察组修复体适配度优良率高于对照组（ $P < 0.05$ ），见表1。

2.2 两组种植精度比较 观察组种植体植入点三维误差、角度误差均小于对照组（ $P < 0.05$ ），见表2。

2.3 两组种植体预后情况比较 观察组种植体存活率均高于对照组，边缘骨吸收量少于对照组（ $P < 0.05$ ），见表3。

2.4 两组并发症发生情况比较 观察组并发症发生率低于对照组（ $P < 0.05$ ），见表4。

2.5 两组满意度比较 观察组满意度评分为 (27.81 ± 1.52) 分，高于对照组的 (23.52 ± 2.24) 分（ $t=7.983, P=0.000$ ）。

表1 两组修复体适配度比较 $[n(\%)]$

组别	患牙颗数	优良	合格	不合格	优良率
观察组	42	40 (95.24)	2 (4.76)	0	40 (95.24)*
对照组	44	33 (75.00)	8 (18.18)	3 (6.82)	33 (75.00)

注：*与对照组比较， $\chi^2=5.192, P=0.023$ 。

表2 两组种植精度比较 $(\bar{x} \pm s)$

组别	患牙颗数	三维误差 (mm)	角度误差 ($^\circ$)
观察组	42	0.42 ± 0.11	1.25 ± 0.33
对照组	44	0.89 ± 0.18	2.31 ± 0.45
t		8.762	9.215
P		0.001	0.001

表3 两组种植体预后情况比较 $[n(\%), \bar{x} \pm s]$

组别	患牙颗数	种植体存活率	边缘骨吸收量 (mm)
观察组	42	42 (100.00)	0.21 ± 0.08
对照组	44	40 (90.91)	0.45 ± 0.12
统计值		$\chi^2=8.367$	$t=7.562$
P		0.000	0.000

表4 两组并发症发生情况比较 $[n(\%)]$

组别	n	出血	感染	种植体松动	发生率
观察组	30	1 (3.33)	0	0	1 (3.33)*
对照组	30	2 (6.67)	3 (10.00)	1 (3.33)	6 (20.00)

注：*与对照组比较， $\chi^2=5.455, P=0.020$ 。

3 讨论

口腔种植修复牙列缺损的关键在于对口腔正常咀嚼功能及面部美观的恢复，种植修复凭借稳

定性强、美观自然以及不损伤邻牙等突出优势，已然成为临床的首要选择^[12]。然而，种植精度与修复体适配度会对治疗效果和种植体的长期预后



产生直接影响。在传统的种植修复过程中, 医师主要依靠临床经验开展手动操作, 术前评估大多借助二维影像, 此方式难以全面展现牙槽骨的三维结构, 进而易使术中种植体的植入位置和角度出现偏差^[13, 14]。而数字化技术修复, 在术前通过CBCT与口内扫描采集数据、构建模型并设计方案、制作种植导板, 术中依托导板精准植入种植体, 术后通过CAD/CAM系统制作个性化修复体并完成佩戴, 同时给予常规护理。

本研究结果显示, 观察组种植体植入点三维误差、角度误差均小于对照组 ($P < 0.05$), 表明数字化技术可有效提高种植精度。分析原因为, 数字化技术通过CBCT扫描获取牙槽骨三维影像, 结合口内扫描数据构建口腔三维模型, 可清晰呈现牙槽骨形态、骨量及邻牙、重要解剖结构的位置关系, 医师通过数字化软件模拟种植过程, 精准设计种植方案, 再通过3D打印种植导板引导术中操作, 有效避免了传统手动操作的主观误差, 实现种植体的精准植入^[15]。同时, 观察组修复体适配度优良率高于对照组, 并发症发生率低于对照组 ($P < 0.05$), 这得益于数字化技术可实现修复体的个性化制作, 将口内扫描获取的精准数据导入CAD/CAM系统, 可制作出与口腔组织贴合紧密、咬合协调的修复体, 减少修复体与牙体组织的缝隙, 降低感染、松动等并发症发生风险, 同时提升修复效果。观察组满意度评分、种植体存活率均高于对照组, 边缘骨吸收量少于对照组 ($P < 0.05$), 这充分体现出数字化技术能更好地契合患者对咀嚼功能和美观的需求。在数字化种植修复手术过程中, 无需进行广泛翻瓣操作, 具有组织损伤小、术后恢复快的特点, 且修复体适配性良好、美观自然, 能够切实有效地提升患者的舒适度和满意度; 与此同时, 精准的种植体植入方式可以推动种植体与牙槽骨的骨结合进程, 减少边缘骨吸收现象, 进而提高种植体的长期存活率, 为患者提供更为稳定、持久的修复效果。

综上所述, 基于数字化技术的口腔种植修复可有效提高牙列缺损患者的种植精度及修复体适配度, 改善种植体预后情况, 提升患者满意度, 降低并发症发生率。着眼于数字化技术不断发展的未来, 种植流程的进一步优化以及其在复杂病例中应用的拓展值得关注, 这将为牙列缺损患者带来更优质、更精准的修复服务。

[参考文献]

[1]吕婕,高昊辰.基于数字化技术的口腔种植修复牙列缺损效果观察[J].山东医药,2025,65(5):100-104.

[2]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.

[3]何冰洋,武哲,姚丽慧,等.高精度3D整合数字化种植导板对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.

[4]王鑫,徐燕山.数字化技术配合模型制作种植导板种植修复术治疗牙列缺损的临床观察[J].实用中西医结合临床,2025,25(6):68-70,74.

[5]唐乐.口腔种植修复在治疗牙列缺损中的临床应用效果观察[J].新疆医学,2025,55(1):45-48.

[6]余超.牙列缺损治疗中口腔种植修复术联合牙周修复术的作用[J].现代诊断与治疗,2024,35(17):2643-2645.

[7]刘琳,张敏,息雪娜,等.牙列缺损患者口腔种植修复并发口腔感染病原菌特点及相关危险因素分析[J].中国病原生物学杂志,2024,19(4):459-462,467.

[8]谢瑞,白石柱,赵敏民.自主式口腔种植机器人牙列缺损种植修复的临床回顾性研究[J].实用口腔医学杂志,2024,40(1):58-63.

[9]严宇巍,林潇,马蕊,等.数字化技术辅助牙列缺损患者的种植修复与咬合重建——基本修复程序[J].中国口腔种植学杂志,2024,29(1):30-35.

[10]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.

[11]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.

[12]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.

[13]于书娟,刘洪臣.数字化种植修复技术在部分长寿期老年患者牙列缺损中的应用[J].中华老年口腔医学杂志,2022,20(4):219-222,256.

[14]刘江涛.口腔种植修复和常规修复在牙列缺损治疗中的疗效[J].中国卫生标准管理,2015,6(6):94-95.

[15]常忠福,姜丹丹,张志荣,等.口腔种植修复术在牙列缺损患者中的应用效果及对龈沟液中TNF- α 、IL-6水平的影响[J].上海口腔医学,2020,29(2):217-220.

收稿日期: 2026-3-27 编辑: 朱思源