

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2023.04.005
文章编号: 1005-8982 (2023) 04-0022-05

口腔疾病专题·论著

3D打印数字化导板技术在下颌后牙区连续多牙种植中的修复效果及三维精度分析*

庞静¹, 高小波², 刘静²

[1. 赤峰市医院 口腔科, 内蒙古 赤峰 024099; 2. 青岛市中医医院(青岛市海慈医院), 口腔科 山东 青岛 266033]

摘要: 目的 探讨3D打印数字化导板技术对下颌后牙区连续多牙种植的修复效果及三维精度的影响。
方法 选取2019年5月—2021年6月因牙列缺损在赤峰市医院就诊的下颌后牙区连续多牙种植患者86例(共种植190颗), 随机分实验组和对照组, 每组43例。对照组采用传统种植导板, 研究组采用3D打印数字化种植导板。比较两组种植体植入误差、牙周健康、种植体植入成功率、术后并发症及种植体满意情况。**结果** 研究组术后种植体轴向、倾斜向的颈部、根尖、深度、角度误差均小于对照组($P < 0.05$)。研究组种植体植入12个月的牙龈沟出血指数(SBI)、探诊深度(PD)均低于对照组($P < 0.05$), 两组种植体植入12个月的骨吸收量比较, 差异无统计学意义($P > 0.05$)。两组种植体植入3个月、6个月的种植体成功率比较, 差异均无统计学意义($P > 0.05$), 研究组种植体植入12个月的种植体成功率高于对照组($P < 0.05$)。两组术后总并发症发生率、种植体满意情况比较, 差异均无统计学意义($P > 0.05$)。**结论** 3D打印数字化导板技术用于下颌后牙区连续多牙种植修复可提高种植体植入三维位置精确度, 有利于改善种植体牙周健康状况。

关键词: 牙缺失; 多牙种植; 3D打印技术; 数字化种植导板; 效果; 精确度

中图分类号: R783.6

文献标识码: A

The prosthetic effect and dimensional accuracy of multi-teeth implant procedures in the posterior mandibular region assisted by 3D printed digital dental implant guide plate*

Pang Jing¹, Gao Xiao-bo², Liu Jing²

[1. Department of Stomatology, Chifeng Municipal Hospital, Chifeng, Inner Mongolia 024099, China;
2. Department of Stomatology, Qingdao Traditional Chinese Medicine Hospital (Haici Hospital),
Qingdao, Shandong 266033, China]

Abstract: Objective To explore the prosthetic effect and dimensional accuracy of multi-teeth implant procedures in the posterior mandibular region assisted by 3D printed digital dental implant guide plate. **Methods** The 86 patients with dentition defects undergoing multi-teeth implant procedures in the posterior mandibular region (a total of 190 teeth were implanted) in Chifeng Municipal Hospital from May 2019 to June 2021 were selected and divided into the study group and the control group randomly, with 43 cases in each group. The procedures in the control group and the study group were assisted by the traditional dental implant guide plate and the 3D printed digital dental implant guide plate, respectively. The deviation of implant placement, the periodontal condition, the success rate of implant placement, postoperative complications and patient satisfaction were compared between the two

收稿日期: 2022-09-14

* 基金项目: 内蒙古自治区自然科学基金(No. 2019MS08094)

[通信作者] 刘静, E-mail: 348514266@qq.com; Tel: 13176396500

groups. **Results** The implant deviations of dental neck, root apex, depth and angle in the axial and oblique planes in the study group were lower than those in the control group ($P < 0.05$). The Sulcus Bleeding Index (SBI) and probing depth (PD) at 12 months after implant placement in the study group were lower than those in the control group ($P < 0.05$). There was no difference in the bone resorption at 12 months after implant placement between the two groups ($P > 0.05$). The success rates of implant placement were not different between the two groups at 3 and 6 months after the implant placement ($P > 0.05$), while the success rate of implant placement was higher in the study group at 12 months after the implant placement compared with the control group ($P < 0.05$). There was no significant difference in the overall incidence of postoperative complications or patient satisfaction between the two groups ($P > 0.05$).

Conclusions The multi-teeth implant procedures in the posterior mandibular region assisted by 3D printed digital dental implant guide plate could improve the dimensional accuracy and the periodontal conditions of the dental implants.

Keywords: tooth loss; multi-teeth implant; 3D printing technology; digital dental implant guide plate; effect; accuracy

牙列缺失是常见的口腔疾病,长期牙列缺失可导致咀嚼功能、发音功能及颞下颌关节功能损伤,严重影响患者日常生活、学习。种植修复是临床治疗牙缺失的首选方法,不仅有效恢复缺失牙功能,而且兼顾美观,具有稳定牢固、保护邻牙、咀嚼良好等特点^[1]。种植修复是目前国际上公认的高效牙列缺失治疗方案。在下颌后牙区开展种植修复不仅要了解患者下颌神经管解剖结构,还应了解磨牙区种植位点下颌神经管变异(即分叉下颌神经管)情况^[2]。虽然下颌后牙区种植术前行锥形束电子计算机断层扫描(cone beam computer tomography, CBCT)检查可发现分叉神经管,但种植过程中仍无法精确避让^[3]。此外下颌后牙区连续多牙种植难度相对较大,不仅需要确定最佳种植位点,还需要多牙间保持共同就位道。准确植入种植体是保障下颌后牙区连续多牙种植修复效果的关键^[4]。

随着医疗数字化技术的飞速发展,3D打印技术制作的数字化种植导板被广泛用于口腔疾病。国内外研究均指出,使用数字化种植导板不仅可避免损伤种植区重要解剖结构,精确种植体植入位置,而且可科学规划种植体生物力学传导方向^[5-6]。目前已有3D打印数字化导板技术在牙缺失种植中的效果报道^[7-8],但尚缺乏3D打印数字化种植导板与传统种植导板在下颌后牙区连续多牙种植修复效果、三维精度方面的对比研究。本研究针对上述问题进行分析,旨在为连续多牙种植修复的数字化种植导板应用提供参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取2019年5月—2021年6月因牙列缺损在赤

峰市医院就诊的下颌后牙区连续多牙种植患者86例(共种植190颗),随机分研究组、对照组,每组43例(种植95颗)。两组患者性别构成、年龄、种植修复方法、下颌后牙区缺失牙位分布情况比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$),具有可比性(见表1)。本研究经医院医学伦理委员会审批,患者签署知情同意书。

表1 两组患者临床资料比较 ($n=43$)

组别	男/女/例	年龄/(岁, $\bar{x} \pm s$)	种植修复方法/例		
			种植单冠	种植联冠	种植固定桥
对照组	23/20	53.24 ± 7.31	12	20	11
研究组	25/18	52.93 ± 7.18	10	19	14
t/χ^2 值	0.189	0.198		0.567	
P 值	0.664	0.843		0.753	

组别	下颌后牙区缺失牙位分布/例					
	右下5、 6、7	右下 6、7	右下 5、6	左下5、 6、7	左下 6、7	左下 5、6
对照组	3	11	7	6	8	8
研究组	5	9	6	4	10	9
t/χ^2 值	-					
P 值	0.933					

1.2 纳入与排除标准

1.2.1 纳入标准 ①下颌后牙区连续多牙缺失;②开口度良好, > 50 mm;③要求种植治疗并即刻修复;④颞下颌关节无明显紊乱、咬合关系正常;⑤年龄 > 18岁;⑥种植区骨量充足。

1.2.2 排除标准 ①伴有控制不佳的全身系统性疾病、炎症性疾病;②重要脏器功能障碍;③术区软组织红肿破溃;④伴有骨代谢类疾病;⑤伴有精神性疾病、认知功能障碍及服用双磷酸盐药物;⑥伴有头颈部放射治疗史、牙周疾病;⑦伴有

有夜磨牙、紧咬牙等症状及不良口腔卫生习惯；⑧合并种植手术禁忌证；⑨妊娠或哺乳期女性；⑩依从性差、自然失访者。

1.3 方法

1.3.1 研究组使用3D打印数字化种植导板 3D打印数字化种植导板制作：患者术前拍摄CBCT(美国锐珂公司cs9300 select系统)，厚度0.5 mm，重建层间距0.5 mm，扫描域140~170 mm，机架倾斜0°，以DICOM格式保存数据。根据CBCT数据对颌面上下颌牙列及颌骨行三维重建，获取牙、牙槽骨、血管结构等解剖结构图像信息，结合种植设计软件模拟并设计种植体植入位置、尺寸、方向、深度、路径等，以及种植导板开孔位置、高度等信息，将设计完成的数字化种植导板输入3D打印机(上海普利生机电科技有限公司,Prisim 400型)制作3D打印数字化种植导板(带有圆柱孔洞的树脂导板)，置于75%乙醇溶液浸泡备用。

1.3.2 对照组给予传统种植导板 对照组常规拍摄CBCT，评估骨量确定种植体位置、尺寸、种植深度等。采用藻酸盐材料取模，超硬石膏灌模，根据石膏模型缺牙区咬合、牙槽骨、牙槽嵴等解剖信息雕刻蜡型，再翻制石膏模型。将模型用树脂薄膜制作成导板，于缺牙区位置钻直径与导管外径等大的孔，插入导管并固定于导板上，置于75%乙醇溶液浸泡备用。

1.3.3 种植手术 患者取平卧位，行下颌后牙区神经阻滞联合局部浸润麻醉，将传统种植导板或3D打印数字化种植导板固定在患者口腔内，就位良好、无松动。按照术前设计使用先锋钻及引导钻逐级备洞(备洞过程中用4℃生理盐水冷却种植窝)，生理盐水清洗种植窝，植入种植体，旋紧愈合基台，种植体植入扭矩均达30 N，封闭黏膜缺损区。术后常规抗炎治疗，保持口腔卫生。

1.4 观察指标

1.4.1 种植体术前设计与术后实际植入位置三维精度差异 患者种植术后均拍摄CBCT图片，与术前设计方案进行比对，通过自身软件系统测量种植体术前设计与术后实际植入位置偏差，包括种植体颈部误差、根尖误差、植入深度误差和角度误差。

1.4.2 牙周健康 种植体植入12个月测定种植体牙龈沟出血指数(sulcus bleeding index, SBI)、探诊深

度(probing depth, PD)，并拍摄根尖片计算种植体植入12个月后的骨吸收量。SBI:0为完全健康,1为基本健康,2~5数值越大表示病情越严重。PD为探针测定的牙龈缘至袋底部的深度。

1.4.3 种植体成功率 种植体植入3个月、6个月、12个月评价种植体成功率。种植成功评价标准^[9]：①种植体植入后无临床松动度；②无疼痛、感染、感觉异常及下颌神经管损伤等症状；③无反复发作的种植体周围炎；④影像学检查种植体周围无持续骨质疏松；⑤垂直方向种植体骨吸收第1年<2 mm。满足以上条件为成功种植，种植成功率=种植体成功牙数/总种植牙数×100%。

1.4.4 术后并发症 统计术后12个月内感染、胀痛、局部发痒、红肿、种植体移位、松动脱落等并发症发生情况。

1.4.5 种植体满意情况 术后12个月调查患者对种植体的满意情况，包括咀嚼功能、舒适度、异物感、发音等指标，满分100分。≥80分为满意，>80~70分为一般满意，<70分为不满意。

1.5 统计学方法

数据分析采用SPSS 18.0统计软件。计量资料以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示，比较用 t 检验；计数资料以构成比或率(%)表示，比较用 χ^2 检验或Fisher确切概率法。等级资料以等级表示，比较用秩和检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组种植体植入偏差比较

研究组与对照组术后种植体轴向、倾斜向的颈部、根尖、深度、角度误差比较，经 t 检验，差异均有统计学意义($P < 0.05$)，研究组均低于对照组。见表2。

2.2 两组牙周健康情况

研究组与对照组种植体植入12个月的SBI、PD比较，经 t 检验，差异均有统计学意义($P < 0.05$)，研究组均低于对照组。研究组与对照组种植体植入12个月的骨吸收量比较，差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表3。

2.3 两组不同时间种植成功率比较

研究组与对照组种植体植入3个月、6个月的种植体成功率比较，经 χ^2 检验，差异均无统计学意义

表2 两组种植体术前设计与术后实际植入位置误差比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	种植牙数	轴向误差				倾斜向误差			
		颈部/mm	根尖/mm	深度/mm	角度/(°)	颈部/mm	根尖/mm	深度/mm	角度/(°)
对照组	95	1.12 ± 0.19	1.63 ± 0.25	0.95 ± 0.13	5.97 ± 0.88	1.83 ± 0.27	2.17 ± 0.36	0.72 ± 0.14	8.03 ± 1.16
研究组	95	0.99 ± 0.13	1.50 ± 0.21	0.89 ± 0.11	4.72 ± 0.71	1.14 ± 0.15	1.53 ± 0.27	0.56 ± 0.11	7.01 ± 1.02
t值		5.504	3.881	3.434	10.775	21.774	13.862	8.759	6.436
P值		0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

表3 两组种植体植入12个月的牙周健康比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	种植牙数	SBI	PD/mm	骨吸收量/mm
对照组	95	1.32 ± 0.21	2.51 ± 0.42	0.64 ± 0.13
研究组	95	1.04 ± 0.18	2.32 ± 0.36	0.61 ± 0.11
t值		9.867	3.348	1.717
P值		0.000	0.001	0.088

($P > 0.05$); 研究组与对照组种植体植入12个月的种植体成功率比较, 差异有统计学意义($P < 0.05$), 研究组种植体植入12个月的种植体成功率高于对照组。见表4。

表4 两组患者术后不同时间种植成功率比较 例(%)

组别	种植牙数	3个月	6个月	12个月
对照组	95	94(98.95)	93(97.89)	91(95.79)
研究组	95	95(100.00)	95(100.00)	95(100.00)
χ^2 值		1.005	2.021	4.086
P值		0.316	0.155	0.043

2.4 两组并发症比较

研究组与对照组术后总并发症发生率比较, 差异无统计学意义($\chi^2=0.205, P=0.650$)。见表5。

表5 两组术后并发症发生情况 例(%)

组别	种植牙数	感染	胀痛	发痒	合计
对照组	95	1(1.05)	1(1.05)	1(1.05)	3(3.16)
研究组	95	0(0.00)	1(1.05)	1(1.05)	2(2.11)

2.5 两组种植体满意情况

研究组与对照组种植体满意情况比较, 经秩和检验, 差异无统计学意义($Z=1.297, P=0.194$)。见表6。

表6 两组种植体满意情况 [$n=43$, 例(%)]

组别	满意	一般满意	不满意
对照组	31(72.09)	10(23.26)	2(4.65)
研究组	36(83.72)	6(13.95)	1(2.33)

3 讨论

术前设计、术中种植是影响牙列缺失种植体稳定性、使用寿命的重要影响因素。连续多牙种植修复种植位点不精准可损伤邻牙, 造成牙周神经损伤、牙周炎等口腔疾病, 影响种植牙修复及使用^[10-11]。种植导板的使用有助于提高手术精度, 目前种植导板大致可分为2类: 即传统种植导板和计算机辅助制作的种植导板, 传统种植导板不能反映植入区颌骨内组织信息, 在牙种植修复使用上有一定限制^[12-13]; 3D打印数字化导板技术是目前种植导板的主要制造工艺, 便于口腔医师在种植术中更精准地完成复杂手术操作, 不仅可增加种植体植入精度, 还可简化手术方案, 提高种植体咬合及美学功能, 在口腔种植领域被广泛应用^[14-16]。

本研究中研究组术后种植体轴向、倾斜向的颈部、根尖、深度、角度误差均小于对照组, 说明3D打印数字化种植导板可提高种植体植入位置精确度。3D打印数字化种植导板技术使“以修复为导向”的理念变为现实, 通过术前软件进行下颌后牙区连续多牙种植位点三维位置设计, 采用数字化计算机软件制作虚拟模型, 分析种植牙与邻牙及周围重要组织解剖结构的三维位置关系, 制作数字化种植导板, 并利用导板精准约束虚拟手术, 最后采用3D打印技术制作个性化3D打印数字化种植导板, 术中可精准指示种植牙最佳位点, 手术医师可依据定位轨道指示精确种植, 进而提高植体植入位置精确度, 减小种植体轴向、倾斜向的颈部、根尖、深度、角度误差, 达到满意修复效果。汪烈等^[17]观察了3D打印种植导板与传统种植导板在30例多牙缺失种植中的效果, 指出使用3D打印种植导板可显著提高种植体植入精度及种植成功率。

本研究中研究组种植体植入12个月的SBI、PD均低于对照组, 说明3D打印数字化种植导板可改善

种植体牙周健康状况,笔者推测其原因可能是在3D打印数字化种植导板引导下,种植位点深度更接近生物学宽度要求,同时颊舌向保证了颊侧骨板的厚度要求,此外3D打印数字化种植导板引导下最佳种植位点清晰,便于精准备洞,翻开黏膜组织较少,减轻软组织损伤,软组织愈合效果更佳。ADLY等^[18]研究指出,数字化种植导板的植入以修复为导向,修复体的制作更符合天然牙解剖外形,自洁能力相对较强,牙周健康状况可能更佳。本研究结果提示3D打印数字化种植导板可提高种植体植入成功率,可能与研究组种植体植入误差小、牙周健康状况更佳有关。CRISTACHE等^[19]研究指出,使用数字化种植导板可明显提高种植体稳定性及种植成功率。研究组、对照组分别有2例和3例发生并发症,对症治疗后均有效缓解,安全性良好。

综上所述,3D打印数字化导板技术用于下颌后牙区连续多牙种植修复可提高种植体植入位置精确度,有利于改善种植体牙周健康状况及种植成功率,安全可靠。本研究不足之处在于纳入对象有限,为单中心研究,后期将扩大样本量进一步研究。此外目前3D打印数字化导板制作技术参差不齐,如何进一步避免导板制作误差尚需探讨。

参 考 文 献 :

- [1] CORTELLINI P, STALPERS G, MOLLO A, et al. Periodontal regeneration versus extraction and dental implant or prosthetic replacement of teeth severely compromised by attachment loss to the apex: a randomized controlled clinical trial reporting 10-year outcomes, survival analysis and mean cumulative cost of recurrence[J]. *J Clin Periodontol*, 2020, 47(6): 768-776.
- [2] KAGEYAMA I, MAEDA S, TAKEZAWA K. Importance of anatomy in dental implant surgery[J]. *J Oral Biosci*, 2021, 63(2): 142-152.
- [3] ZHENG Z, AO X G, XIE P, et al. The biological width around implant[J]. *J Prosthodont Res*, 2021, 65(1): 11-18.
- [4] OGAWA T, SITALAKSMI R M, MIYASHITA M, et al. Effectiveness of the socket shield technique in dental implant: a systematic review[J]. *J Prosthodont Res*, 2022, 66(1): 12-18.
- [5] LOTZ M, SCHUMACHER C, STADLINGER B, et al. Accuracy of guided biopsy of the jawbone in a clinical setting: a retrospective analysis[J]. *J Craniomaxillofac Surg*, 2021, 49(7): 556-561.
- [6] 张宾, 李军, 张俊花, 等. 3D打印数字化外科导板在上前牙种植中的应用效果评价[J]. *中国组织工程研究*, 2020, 24(22): 3521-3526.
- [7] POLI P P, MUKTADAR A K, SOUZA F Á, et al. Computer-guided implant placement associated with computer-aided bone regeneration in the treatment of atrophied partially edentulous alveolar ridges: a proof-of-concept study[J]. *J Dent Sci*, 2021, 16(1): 333-341.
- [8] 路萌萌, 张建兰, 李明, 等. 3D打印外科导板用于上颌all-on-six种植修复的三维精度分析[J]. *东南大学学报(医学版)*, 2020, 39(6): 709-715.
- [9] WILLIAMS F C, HAMMERDA, WENTLAND T R, et al. Immediate teeth in fibulas: expanded clinical applications and surgical technique[J]. *J Oral Maxillofac Surg*, 2021, 79(9): 1944-1953.
- [10] MOURA G F, SIQUEIRA R, MEIRELLES L, et al. Denture scanning technique for computer-guided implant-supported restoration treatment of edentulous patients[J]. *J Prosthet Dent*, 2021, 125(5): 726-731.
- [11] 李小红, 郝志军, 许应宏, 等. 种植牙早期感染危险因素及其炎症因子水平[J]. *中华医院感染学杂志*, 2022, 32(10): 1552-1555.
- [12] la MONACA G, PRANNO N, ANNIBALI S, et al. Survival and complication rates of tooth-implant versus freestanding implant supporting fixed partial prosthesis: a systematic review and meta-analysis[J]. *J Prosthodont Res*, 2021, 65(1): 1-10.
- [13] 焦铁军, 李博龙, 傅娜. 数字化先锋钻导板和全程导板在全口种植手术中的精度分析[J]. *口腔医学研究*, 2022, 38(2): 120-124.
- [14] SLAGTER K W, RAGHOEBAR G M, HENTENAAR D F M, et al. Immediate placement of single implants with or without immediate provisionalization in the maxillary aesthetic region: a 5-year comparative study[J]. *J Clin Periodontol*, 2021, 48(2): 272-283.
- [15] 王红, 张倩倩, 李旭光, 等. 3D打印根管定位数字化导板治疗Oehlers II型牙内陷1例[J]. *实用口腔医学杂志*, 2021, 37(3): 428-431.
- [16] 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.
- [17] 汪烈, 陈智渊, 刘融, 等. 个体化3D打印种植导板在多牙种植中的临床应用[J]. *上海口腔医学*, 2017, 26(4): 453-457.
- [18] ADLYMS, ADLYAS, ALRESHIDIS F, et al. Can paracetamol lower stress and anxiety by blunting emotions during and after computer guided dental implant surgeries? Findings from a randomized crossover clinical trial[J]. *J Dent Sci*, 2021, 16(1): 137-144.
- [19] CRISTACHE C M, BURLIBASA M, TUDOR I, et al. Accuracy, labor-time and patient-reported outcomes with partially versus fully digital workflow for flapless guided dental implants insertion-a randomized clinical trial with one-year follow-up[J]. *J Clin Med*, 2021, 10(5): 1102.

(童颖丹 编辑)

本文引用格式: 庞静, 高小波, 刘静. 3D打印数字化导板技术在下颌后牙区连续多牙种植中的修复效果及三维精度分析[J]. *中国现代医学杂志*, 2023, 33(4): 22-26.

Cite this article as: PANG J, GAO X B, LIU J. The prosthetic effect and dimensional accuracy of multi-teeth implant procedures in the posterior mandibular region assisted by 3D printed digital dental implant guide plate[J]. *China Journal of Modern Medicine*, 2023, 33(4): 22-26.