

· 论著 ·

3D打印技术对口腔种植牙精度、种植成功率及患者满意度的影响研究*

李兵* 李继东 石若梅

商丘市第一人民医院 (河南 商丘 476000)

【摘要】目的 探讨并分析3D打印技术对口腔种植牙精度、种植成功率及患者满意度的影响。**方法** 选取我院2022年8月至2023年7月期间接收的种植牙患者32例(共140颗牙)进行研究,采用随机数字表法将患者分为参照组(14例,60颗)与实验组(18例,80颗),参照组采用常规治疗,实验组采用3D打印技术。观察两组术后口腔种植牙精度、种植成功率、满意度以及治疗时间、恢复周期、舒适度。**结果** 参照组颈部偏离距离以及根尖部偏离距离均在1mm以上,而实验组颈部偏离距离以及根尖部偏离距离均在1mm以下,且参照组偏离角度在4°以上,而实验组偏离角度低于3°,组间数据差异显著($P<0.05$)。实验组治疗时间、恢复周期更短,舒适度更高,组间数据差异显著($P<0.05$)。实验组口腔种植成功率97.50%,高于参照组口腔种植成功率83.33%,组间差异显著($P<0.05$)。实验组满意度100.00%,高于参照组满意度64.29%,组间差异显著($P<0.05$)。**结论** 在种植牙中采用3D打印技术减少了误差,使患者手术时间减少,创伤更小,也利于患者的恢复,提高满意度和舒适度,推动了种植牙项目更好的发展。

【关键词】 3D打印技术; 种植牙精度; 治疗周期; 种植成功率; 满意度

【中图分类号】 R783

【文献标识码】 A

【基金项目】 河南省医学科技攻关计划(联合共建)项目(LHGJ20191310)

DOI:10.3969/j.issn.1009-3257.2024.4.014

The Effect of 3D Printing Technology on Dental Implant Accuracy, Implant Success Rate and Patient Satisfaction*

Li Bing*, Li Ji-dong, Shi Ruo-mei.

Shangqiu First People's Hospital, Shangqiu 476000, Henan Province, China

Abstract: Objective To explore and analyze the effects of 3D printing technology on the accuracy of dental implants, implantation success rate and patient satisfaction. **Methods** A total of 32 patients (140 teeth) with dental implants received in our hospital from August 2022 to July 2023 were selected for the study, and the patients were divided into the reference group (14 cases, 60 teeth) and the experimental group (18 cases, 80 teeth) by random number table method. The reference group received conventional treatment, and the experimental group received 3D printing technology. The accuracy, success rate, satisfaction, treatment time, recovery cycle and comfort level of dental implants were observed. **Results** The deviation distance of the neck and the root tip in the reference group was more than 1mm, while the deviation distance of the neck and the root tip in the experimental group was less than 1mm, and the deviation Angle of the reference group was more than 4°, while the deviation Angle of the experimental group was less than 3°, the data difference between groups was significant ($P<0.05$). The treatment time and recovery cycle of the experimental group were shorter, and the comfort level was higher, with significant difference between the groups ($P<0.05$). The success rate of oral implantation in the experimental group was 97.50%, which was higher than that in the reference group (83.33%), and the difference between groups was significant ($P<0.05$). The satisfaction of the experimental group was 100.00%, which was higher than that of the reference group (64.29%), and the difference between groups was significant ($P<0.05$). **Conclusion** The use of 3D printing technology in dental implants can reduce the error, reduce the operation time of patients, and reduce the trauma, which is also conducive to the recovery of patients, improve satisfaction and comfort, and promote the better development of dental implants.

Keywords: 3D Printing Technology; Implant Accuracy; Treatment Cycle; Planting success Rate; Satisfaction

随着科技的不断进步,3D打印技术在医疗领域的应用日益广泛,特别是在口腔种植牙领域,它的应用提供了许多前所未有的优势和可能性^[1]。口腔种植牙作为一种重要的口腔修复治疗手段,一直以来都受到患者和口腔专业人士的关注。传统的种植牙治疗中,存在着许多难以克服的问题,如手术精度、种植体的稳定性以及患者对治疗方案的满意度^[2-3]。而随着3D打印技术的应用,口腔种植牙领域迎来了新的突破和可能性。本文将着重探讨3D打印技术在口腔种植牙中的优势,以期能为口腔种植牙领域的医疗实践和研究提供有益的参考和信息。

1 资料与方法

1.1 临床资料 对我院2022年8月-2023年7月所收治的32例种植牙患者进行研究。随机分为参照组(14例,60颗)与实验组(18例,80颗)。参照组男性9例,女性5例,平均年龄为(40.12±2.14)岁;实验组男性11例,女性7例,平均年龄为(40.65±2.63)岁。两组一般资料无明显差异($P>0.05$)。

纳入标准:需要进行口腔种植牙治疗。具有完整的口腔健

康状况评估^[4]。口腔卫生良好,不存在严重的口腔疾病,如牙周病。具有合适的全身健康状况,能够接受口腔手术治疗。愿意接受并参与本次研究。排除标准:患有严重的全身疾病,如心脏病、免疫系统疾病等。患有牙周炎或其他严重的口腔疾病^[5]。孕妇或哺乳期女性。年龄过小或过大,不适合进行口腔种植牙手术。口腔骨质量不足以支持种植体的稳定性

1.2 方法 参照组传统种植修复导板制作:对患者进行口腔检查,包括口腔状况评估、拍摄口腔X射线片、拍摄口腔CT扫描等,以确定种植修复的适合度和种植区域骨量情况。根据口腔CT扫描数据,使用3D打印机制作口腔模型。这一步骤通常需要先计算机软件中对CT数据进行处理和分割,然后将分割结果导入3D打印机进行打印。由口腔医生根据口腔模型和种植区域骨量情况进行导板设计。导板需要符合种植体的位置和角度,以提高手术精度和可靠性。根据导板设计的数据,将其转化为CAD文件,并使用相应的数控加工设备进行导板加工。加工完成后,进行必要的清洗和消毒。在手术期间,口腔医生使用传统种植修复导板固定在患者口腔内,引导植入种植体。

【第一作者】 李兵,女,主治医师,主要研究方向:口腔及颌面部疾病。E-mail: li79863258@126.com

【通讯作者】 李兵

实验组3D打印种植牙导板制作：对患者进行口腔检查，拍摄口腔X射线片和口腔CT扫描，获取口腔模型的数据。将口腔CT扫描的图像数据导入计算机软件，重建三维口腔模型，并进行数据处理和分割。将重建的口腔模型导入种植设计软件，如3D设计软件或CAD软件。根据口腔模型和患者的口腔状况，确定种植体的位置、角度、长度等种植参数，并在设计软件中进行调整和优化。根据拟植入种植体等相关数据信息，在种植设计软件中设计手术引导模板。模板应该符合患者口腔解剖结构，提供准确的引导和定位^[6]。将设计好的手术引导模板数据导入3D打印机，使用合适材料进行打印制作。打印完成后进行清洗和消毒处理。在手术期间，口腔医生使用3D打印的种植牙导板固定在患者口腔内，引导植入种植体。导板确保种植体的位置和角度准确无误。

种植体植入：进行器械消毒和手术区域消毒，准备手术所需的器械和材料。给患者施行局部麻醉，确保手术期间患者无痛感。根据手术计划和导板引导，开展口腔切口，揭露种植区域的骨组织。使用手术钻头进行预钻孔，然后根据种植体的尺寸选择合适的扩骨器进行扩骨，以确保种植体的稳定性和牙龈的美观性^[7]。将预先准备好的种植体嵌入到扩骨孔中，确保其稳定性和适当的位置和角度。使用可吸收缝线或缝针将口腔切口缝合，促进伤口愈合。手术完成后，根据患者康复情况进行定期随访和检查，确保种植修复的成功和稳定。为患者提供术后护理指导，包括饮食注意事项、口腔卫生指导和药物使用等。

1.3 观察指标 (1)口腔种植牙精度^[8]：①颈部偏离距离：使用口腔内窥镜或口腔数字扫描仪对种植体颈部位置进行扫描或观察。利用计算机软件测量种植体颈部与理想位置的垂直距离，以评估种植牙在颈部位置的偏离程度。②根尖部偏离距离：通过口腔X射线片或口腔CT扫描等影像学检查，获取种植体根尖位置的数据。使用计算机软件测量实际种植体根尖位置与预期位置的距离，以评估种植牙在根尖部位的偏离程度。③偏离角度：利用口腔数字扫描仪获取种植体的三维数据模型。在计算机软件中，测量种植

体实际方位与理想方位之间的夹角，以评估种植牙在空间方向上的偏离程度。(2)记录患者的治疗时间、恢复周期以及采取问卷调查方式统计患者的舒适度情况。(3)口腔种植成功^[9]：种植体在术后期间经过适当的愈合时间，应该能够稳定地与颌骨结合，不出现明显的松动或移位现象。牙龈周围没有明显的红肿、疼痛或渗液。牙龈边缘与种植体之间形成健康的黏附结构，牙龈形态自然美观。种植牙替代缺失的牙齿，具备足够的稳定性和耐受力，患者能够正常地咀嚼食物。患者无明显的不适感、疼痛、肿胀等症状。(4)满意度：采用自制问卷进行调查，调查结果分为十分满意、满意和满意三个等级，总满意度=(十分满意+满意)例数/总例数×100%。

1.4 统计学分析 使用SPSS 24.0统计软件对数据进行处理，计量和计数资料分别采用“均数±标准差”($\bar{x} \pm s$)和“例数、百分比”[例(%)]表示，组间对比分别使用 χ^2 /t校检；以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组术后口腔种植牙精度对比 参照组颈部偏离距离以及根尖部偏离距离均在1mm以上，而实验组颈部偏离距离以及根尖部偏离距离均在1mm以下，且参照组偏离角度在4°以上，而实验组偏离角度低于3°，组间数据差异显著($P < 0.05$)，详见表1。

2.2 两组种植牙治疗时间、恢复周期以及舒适度对比 实验组治疗时间、恢复周期更短，舒适度更高，组间差异显著($P < 0.05$)，详见表2。

2.3 两组口腔种植成功率对比 实验组口腔种植成功率97.50%，高于参照组口腔种植成功率83.33%，组间差异显著($P < 0.05$)，详见表3。

2.4 两组满意度对比 实验组满意度100.00%，明显高于参照组满意度64.29%，组间差异显著($P < 0.05$)，详见表4。

表1 两组术后口腔种植牙精度对比

组别	颗数	颈部偏离距离(mm)			根尖部偏离距离(mm)			偏离角度(°)	
		颊舌向	近远中向	垂直向	颊舌向	近远中向	垂直向	颊舌向	近远中向
参照组	60	1.08±0.27	1.06±0.13	1.27±0.21	1.21±0.23	1.24±0.24	1.03±0.26	4.52±1.21	4.64±1.06
实验组	80	0.39±0.12	0.27±0.11	0.45±0.11	0.31±0.12	0.27±0.12	0.54±0.15	2.45±1.04	2.54±0.55
t值		13.210	26.242	19.566	19.625	20.449	9.234	7.459	9.947
P值		0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001

表2 两组种植牙治疗时间、恢复周期以及舒适度对比

组别	例数	治疗时间(天)	恢复周期(月)	舒适度(%)
参照组	14	53.58±21.33	8.59±2.19	57.14(8/14)
实验组	18	8.41±3.22	3.21±1.54	94.44(17/18)
t/ χ^2 值		8.896	8.161	6.411
P值		0.001	0.001	0.011

表3 两组口腔种植成功对比[n(%)]

组别	颗数	种植成功	成功率
参照组	60	50	83.33
实验组	80	78	97.50
χ^2 值			8.780
P值			0.003

表4 两组满意度对比[n(%)]

组别	例数	十分满意	满意	不满意	满意度
参照组	14	3(21.43)	6(42.86)	5(35.71)	9(64.29)
实验组	18	11(61.11)	7(38.89)	0(0.00)	18(100.0)
χ^2 值					4.069
P值					0.032

3 讨论

口腔种植牙是一种通过外科手术将人工种植体植入上、下颌骨中,以取代缺失的牙根,再在种植体上加装人工牙冠的牙齿修复技术,其目的是为了在口腔牙列中取代缺失的牙齿,并恢复口腔功能和美观,适用于单颗或多颗牙的缺失,也可以通过种植桩和各种种植体设计来适用于不同类型的牙列缺失情况^[10]。口腔种植牙一直以来都是口腔医学领域备受关注的热点之一,然而,传统的种植牙治疗方式存在一定的局限性,如传统种植牙手术依赖于医生的手工操作,存在一定的人为误差,难以实现个性化的种植体设计和制造,导致种植体的贴合度和精度有限,或传统种植牙治疗方案缺乏可视化设计和治疗计划,患者难以清晰了解治疗过程和效果,容易造成沟通不畅和信息不对称^[11]。随着3D打印技术的兴起和应用,口腔种植牙领域的治疗模式和技术手段也得到了革新和提升,3D打印技术能够实现个体化的种植体设计和制造,提供可视化的治疗计划,并通过精准的导板技术降低手术风险,从而为口腔种植牙治疗带来了更多的可能性和优势。

要实现成功的种植牙,种植体的位置、角度和偏离距离应该在接受牙槽骨和口腔组织的可接受范围之内^[12]。种植牙的颈部偏离距离指种植体颈部与理想位置的垂直距离,若颈部偏离距离超出一定限度,可能会导致患者出现口腔卫生难以维持、牙龈炎症、牙周炎等问题,高水平的颈部偏离距离可能对患者的口腔健康和美观产生不良影响。根尖部偏离距离是指种植体根尖位置与理想位置的偏离距离,如果根尖部偏离距离过大,可能会影响种植体与周围骨组织的结合,导致种植体在功能上不稳定,甚至可能加速骨吸收和种植体失败。偏离角度指种植体实际方位与理想方位之间的角度差,若偏离角度过大,可能导致种植牙在口腔中不符合咬合和咀嚼功能的需要,影响患者的口腔功能和舒适度,同时,也会对周围牙齿和牙槽骨的健康产生影响^[13]。本研究中,参照组颈部偏离距离以及根尖部偏离距离均在1mm以上,而实验组颈部偏离距离以及根尖部偏离距离均在1mm以下,且参照组偏离角度在4°以上,而实验组偏离角度低于3°,组间数据差异显著($P<0.05$)。提示3D打印技术更利于控制种植体的位置、角度和偏离距离。其原因在于3D打印技术可以通过数字化扫描和计算机辅助设计软件生成高精度的种植体设计。与传统手工制作相比,3D打印可以减少设计和制造过程中的人为误差,提供更加精确的种植体形状和精度,可以根据患者的口腔情况和种植需求,定制化地设计和制造种植体,这种个体化的设计能够最大限度地符合患者的口腔解剖结构,减少颈部偏离距离、根尖部偏离距离和偏离角度。通过3D打印技术,口腔医生可以通过模型和导板等可视化工具,事先规划种植手术过程,并预测种植体在口腔中的位置和偏离情况,非常有助于医生精确地确定种植体的最佳位置、角度和深度,从而减少偏离距离和角度的发生^[14]。其次,通过使用3D打印技术制作的导板,可以在手术过程中提供准确的引导,使种植体的定位更准确,减少操作失误的风险,也减少了反复确认、调整的过程,不仅大大缩短了治疗时间,也一定程度减少了对患者的创伤,后期患者恢复也比较快。本研究中实验患者的治疗时间和恢复周期明显更短,舒适度更高,组间差异显著($P<0.05$)。此外,导板可以帮助医生按照预定的位置和角度安全地植入种植体,实现更高的精确度和成功率。本研究中,实验组口腔种植成功率97.50%,高于参照组口腔种植成功率83.33%,组间差异显著($P<0.05$)。提示3D打印技术提高种植成功率。

患者对于种植牙的满意度主要分为几个方面:(1)美观度:种植牙能够恢复缺失牙齿的外观,使得患者在笑容和面部轮廓方面更加自信,美观度是患者满意度的重要因素之一。(2)功能性:

种植牙能够恢复患者的咀嚼功能,使得患者在进食和言语方面更加便利和舒适。(3)舒适度:种植牙术后的舒适度也是患者关注的重点,包括是否有牙龈疼痛、咬合不适等问题。(4)持久性:患者希望种植牙具有较长的使用寿命,减少二次手术的需求,从而减轻患者的负担。(5)成本效益:患者也会考虑种植牙治疗的费用和性价比,希望获得经济上的合理投入和满意的治疗效果。(6)术后康复:患者对种植牙手术后的术后护理与康复期的情况也持关注态度。术后的不适感、康复效果会直接影响患者对治疗结果的满意度。本研究中,实验组满意度100.00%,高于参照组满意度64.29%,组间差异显著($P<0.05$)。提示3D打印技术可以提高患者满意度。

综上所述,在种植牙中采用3D打印技术,可以对整个口腔进行扫描建模,包括复杂的口腔情况,设计非常贴合口腔实际,减少了误差,精度的提升也减少了反复设计和试验的过程,患者的手术时间减少,创伤更小,也利于患者的恢复,提高满意度和舒适度,推动了种植牙项目更好的发展。

参考文献

- [1] 马艳,潘昊,陈立江. 3D打印技术在固体片剂制备领域中的研究进展[J]. 中国现代应用药学, 2023, 40(19): 2754-2760.
- [2] 王瑞奇,杨玉,杨竹君,等. 3D打印技术在牙周病学领域的研究进展[J]. 实用口腔医学杂志, 2023, 39(5): 590-595.
- [3] 李二红,薛彬,秦育苗. 3D打印导板技术在牙列缺损患者中种植术及术后的精确性分析[J]. 中国口腔种植学杂志, 2020, 25(4): 155-157, 175.
- [4] 王志强,朱俐颖,刘志强. 3D打印技术在放射治疗中的研究进展[J]. 现代仪器与医疗, 2023, 29(4): 59-62, 74.
- [5] 何俊俊. 3D打印导板技术对上颌前牙义齿种植术后患牙改良菌斑指数及探诊深度的影响[J]. 山东医学高等专科学校学报, 2021, 43(6): 415-416.
- [6] 石菲菲,葛文慧,许来俊. 数字化3D打印技术在口腔医学中的临床应用进展[J]. 山东医药, 2023, 63(11): 104-108.
- [7] 温展前,王云香,叶龙,等. 3D打印技术在种植牙患者中的应用效果观察[J]. 中外医药研究, 2022(1): 63-65.
- [8] 张世锋. 3D打印技术辅助下口腔种植修复对前牙缺失患者种植体存活率的影响[J]. 临床医学, 2023, 43(3): 34-36.
- [9] 张海英,郭国楠,黎祺. 3D打印技术在X线头影测量分析教学的应用研究[J]. 中国高等医学教育, 2023, (3): 80-82.
- [10] 刘晓艳,张先琴,刘决,等. 数字化印模结合3D打印技术在根管治疗后前牙修复中的应用效果[J]. 中国民康医学, 2023, 35(5): 81-83.
- [11] 郭洪. 口腔颌面部间隙感染病原菌分布特点、耐药性情况及感染的相关危险因素分析[J]. 罕少疾病杂志, 2023, 30(1): 32-33.
- [12] 张秀琴,刘振华,周俊宏. 3D打印技术在种植牙患者中的应用价值探究[J]. 中国美容医学, 2020, 29(7): 145-147.
- [13] 刘学军,杨大为,樊攀,等. 3D打印技术对口腔种植牙精度及患者满意度影响的研究[J]. 临床口腔医学杂志, 2021, 37(10): 622-625.
- [14] 林继明. 种植牙技术修复牙列游离端缺失患者的效果观察[J]. 罕少疾病杂志, 2023, 30(2): 28-29.

(收稿日期: 2024-01-25)

(校对编辑: 姚丽娜)