

DOI: 10.3969/j.issn.1004-4949.2026.01.013

口内扫描结合3D打印技术对即刻种植美学修复患者 种植体软组织美学效果的影响

段芳芳

(丰县人民医院口腔科, 江苏 徐州 221700)

[摘要]目的 探究口内扫描结合3D打印技术对即刻种植美学修复患者种植体软组织美学效果的影响。方法 选取2024年3月-2025年3月丰县人民医院收治的60例即刻种植美学修复患者作为研究对象,采用随机数字表法将其分为参照组和研究组,各30例。参照组实施硅橡胶取模灌注石膏模型修复,研究组实施口内扫描结合3D打印技术修复,比较两组种植体存活率、取模及试戴修复体时间、种植体软组织美学效果、咀嚼效率、牙周健康指标。结果 研究组种植体存活率为96.67%,高于参照组的76.67% ($P<0.05$);研究组取模及试戴修复体时间均短于参照组 ($P<0.05$);研究组术后6个月PES评分高于参照组 ($P<0.05$);研究组术后6个月咀嚼效率高于参照组 ($P<0.05$);研究组术后6个月GI、PLI均高于参照组 ($P<0.05$)。结论 口内扫描联合3D打印技术通过提升手术精度与修复体适配性,有助于提高即刻种植美学修复患者的种植体存活率,同步改善美学外观、咀嚼功能与牙周健康,同时大幅缩短取模及修复体试戴时间。

[关键词] 口内扫描; 3D打印技术; 即刻种植美学修复; 种植体存活率

[中图分类号] R783

[文献标识码] A

[文章编号] 1004-4949 (2026) 01-0051-04

Effect of Intraoral Scanning Combined with 3D Printing Technology on Implant Soft Tissue Aesthetic Effect in Patients Undergoing Immediate Implant Aesthetic Restoration

DUAN Fangfang

(Department of Stomatology, Fengxian People's Hospital, Xuzhou 221700, Jiangsu, China)

[Abstract]**Objective** To explore the effect of intraoral scanning combined with 3D printing technology on implant soft tissue aesthetic effect in patients undergoing immediate implant aesthetic restoration. **Methods** A total of 60 patients who received immediate implant aesthetic restoration in Fengxian People's Hospital from March 2024 to March 2025 were selected as the research subjects. According to the random number table method, they were divided into the reference group and the study group, with 30 patients in each group. The reference group was treated with silicone rubber impression and gypsum model pouring restoration, and the study group was treated with intraoral scanning combined with 3D printing technology. The implant survival rate, impression time and restoration try-in time, implant soft tissue aesthetic effect, masticatory efficiency and periodontal health indexes were compared between the two groups. **Results** The implant survival rate of the study group was 96.67%, which was higher than 76.67% of the reference group ($P<0.05$). The impression time and restoration try-in time of the study group were shorter than those of the reference group ($P<0.05$). At 6 months after surgery, the score of PES in the study group was higher than that in the reference group ($P<0.05$). At 6 months after surgery, the masticatory efficiency of the study group was higher than that of the reference group ($P<0.05$). At 6 months after surgery, the GI and PLI of the study group were higher than those of the reference group ($P<0.05$). **Conclusion** Intraoral scanning combined with 3D printing technology can improve the implant survival rate in patients undergoing immediate implant aesthetic restoration by enhancing surgical accuracy and restoration adaptability. Meanwhile, it synchronously improves aesthetic appearance, masticatory function and periodontal health, and significantly shortens the impression time and the restoration try-in time.

[Key words] Intraoral scanning; 3D printing technology; Immediate implant aesthetic restoration; Implant survival rate

即刻种植 (immediate implant) 作为一种能有效维持牙槽骨解剖形态、缩短治疗周期的修复方式, 已成为牙列缺损功能与美学修复的重要手段, 尤其在前牙美学区具有优势^[1]。在该类修复中, 治疗目标不仅包括恢复咀嚼功能, 还需在牙齿形态、色泽等方面实现良好的美学效果^[2]。传统硅橡胶取模结合石膏模型技术主要通过手工制取印模并灌注模型以辅助种植修复, 但取模过程易受唾液等因素干扰, 可能影响印模精度。近年来, 随着数字化技术在口腔医学中的广泛应用, 口内扫描作为数字化印模的重要方式, 以其无创、便捷的特点, 能够直接获取牙列、牙槽骨及软组织的三维数据^[3]。同时, 基于口内扫描数据, 3D打印技术可快速制作个性化手术导板, 有助于实现种植体的精准植入^[4]。然而, 目前关于口内扫描联合3D打印技术在即刻种植美学修复中应用效果的研究仍较为有限。基于此, 本研究旨在探讨口内扫描结合3D打印技术对即刻种植美学修复患者种植体软组织美学效果的影响, 现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2024年3月-2025年3月丰县人民医院收治的60例即刻种植美学修复患者作为研究对象, 采用随机数字表法将其分为参照组和研究组, 各30例。参照组男15例, 女15例; 年龄19~59岁, 平均年龄 (31.12 ± 2.33) 岁; 体重指数19.5~26.5 kg/m², 平均体重指数 (22.89 ± 1.17) kg/m²。研究组男16例, 女14例; 年龄18~60岁, 平均年龄 (31.06 ± 2.67) 岁; 体重指数19~27 kg/m², 平均体重指数 (23.07 ± 1.34) kg/m²。两组性别、年龄、体重指数比较, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$), 有可比性。本研究患者均签署知情同意书。

1.2 纳入与排除标准 纳入标准: 因外伤、根折等需拔除并行即刻种植; 无急性感染; 临床资料完整。排除标准: 有不良咬合习惯; 有种植禁忌证; 伴有出血性疾病; 妊娠或哺乳期妇女。

1.3 方法

1.3.1 参照组 实施硅橡胶取模灌注石膏模型修复: 术前, 患者均接受常规口腔检查、曲面断层片及锥形束CT (CBCT) 检查。首先使用硅橡胶材料制取上下颌印模, 经检查合格后灌注超硬石膏模型。在模型上, 参考CBCT影像与临床经验, 确定并标记种植体植入的位置与角度。随后使用自凝

树脂手工制作种植导板, 使其贴合邻牙及牙槽嵴形态, 固化后经打磨抛光处理完成。术中, 将该手工导板置入口内并确认稳定就位后, 用以引导种植窝洞预备及种植体植入, 手术关键步骤与研究组保持一致。术后3个月, 采用传统印模技术制取终印模并灌注工作模型, 在模型上手工制作全瓷修复体。修复体经口内试戴、调整咬合后, 最终粘接固定。

1.3.2 研究组 实施口内扫描结合3D打印技术修复: 术前检查与影像学评估内容与参照组相同。口内常规消毒后, 使用德国Sirona CEREC Primescan口内扫描仪采集缺牙区、邻牙及对颌牙列的三维数字模型。将扫描数据与CBCT影像在设计软件中融合, 基于骨量条件、邻牙位置及咬合关系进行种植体虚拟植入规划, 确定其三维位置、深度与角度, 并完成个性化手术导板的设计。导板数据以STL格式导出后, 采用美国Formlabs Form 3B光固化3D打印机及配套树脂材料完成打印, 经打磨、抛光及消毒处理。术中, 将导板就位位于口内并确认稳定后, 逐级预备种植窝洞, 植入预定型号的种植体并安装愈合基台。术中拍摄根尖X线片确认植入位置, 术后常规冲洗、止血并缝合。术后3个月, 待骨结合形成后, 再次进行口内扫描获取数字化印模, 依此设计并制作全瓷修复体。修复体经试戴、调整, 在形态、色泽及咬合均满意后, 使用树脂粘接剂永久固定。

1.4 观察指标

1.4.1 记录两组种植体存活率 于术后6个月对种植体存活率进行评估, 种植体存活标准: 患者无麻木、疼痛等明显不适; 种植体稳固、无松动; 影像学检查显示种植体周围无透射影或低密度阴影; 且种植体负载后周围骨组织的吸收量 $< 0.2 \text{ mm}$ ^[5]。

1.4.2 记录两组取模及试戴修复体时间 记录两组取模及试戴修复体时间。取模时间为从开始取模到获得合格印模/扫描数据的总时间; 试戴修复体时间为从首次试戴修复体到完全就位、调整咬合并达到医患双方满意的时间。

1.4.3 评估两组种植体软组织美学效果 于术前、术后6个月, 采用红色美学指数 (PES) 评估种植体软组织美学效果^[6], 包含软组织形态、颜色等7项指标, 每项0~2分, 总分范围为0~14分, 分值越高表示美学效果越好。

1.4.4 评估两组咀嚼效率 于术前、术后6个月, 采

用筛分称重法评估咀嚼效率，患者咀嚼5 g花生米20 s后收集残渣，烘干至恒重（M残渣）。将残渣经分级筛（4-32目）中振荡分离，称重未通过最小孔径筛网（32目）的残渣（M截留），咀嚼效率=（1-M截留/M残渣）×100%。

1.4.5 评估两组牙周健康指标 于术前、术后6个月评估牙周健康指标，其中包括牙龈指数（GI）与菌斑指数（PLI），各指数均为0~3分，分值越高表示牙周越健康^[7]。

1.5 统计学方法 采用SPSS 26.0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 两组种植体存活率比较 参照组种植体存活23例，研究组种植体存活29例；研究组种植体存活率为96.67%（29/30），高于参照组的76.67%

表2 两组种植体软组织美学效果比较（ $\bar{x} \pm s$ ，分）

组别	n	术前	术后6个月
参照组	30	6.25 ± 1.62	9.82 ± 1.84
研究组	30	6.39 ± 1.43	11.16 ± 1.67
t		0.724	2.954
P		0.724	0.005

（23/30）（ $\chi^2=5.192$ ， $P=0.023$ ）。

2.2 两组取模及试戴修复体时间比较 研究组取模及试戴修复体时间均短于参照组（ $P < 0.05$ ），见表1。

2.3 两组种植体软组织美学效果比较 研究组术后6个月PES评分高于参照组（ $P < 0.05$ ），见表2。

2.4 两组咀嚼效率比较 研究组术后6个月咀嚼效率高于参照组（ $P < 0.05$ ），见表3。

2.5 两组牙周健康指标比较 研究组术后6个月GI、PLI均高于参照组（ $P < 0.05$ ），见表4。

表1 两组取模及试戴修复体时间比较（ $\bar{x} \pm s$ ，min）

组别	n	取模时间	试戴修复体时间
参照组	30	17.16 ± 1.25	10.74 ± 1.26
研究组	30	14.03 ± 1.16	5.83 ± 1.30
t		10.053	14.855
P		0.001	0.001

表3 两组咀嚼效率比较（ $\bar{x} \pm s$ ，%）

组别	n	术前	术后6个月
参照组	30	74.24 ± 8.65	85.79 ± 7.27
研究组	30	74.25 ± 8.19	91.66 ± 7.26
t		0.005	3.129
P		0.996	0.003

表4 两组牙周健康指标比较（ $\bar{x} \pm s$ ，分）

组别	n	GI		PLI	
		术前	术后6个月	术前	术后6个月
参照组	30	0.53 ± 0.11	1.76 ± 0.33	0.73 ± 0.25	1.18 ± 0.31
研究组	30	0.57 ± 0.17	2.06 ± 0.40	0.72 ± 0.24	1.48 ± 0.42
t		1.082	3.169	0.158	3.148
P		0.284	0.002	0.875	0.003

3 讨论

即刻种植美学修复的目标已从单一追求种植体留存，发展为对咀嚼功能、美学效果及长期稳定性的综合考量^[8, 9]。传统采用硅橡胶印模、石膏模型配合手工制作树脂导板的方法，虽广泛使用，但其依赖操作者经验，过程易受干扰，精度一致性难以保障。因此，寻求一种更精准、更可控的修复方式具有重要意义。口内扫描技术能

够无创、高效地获取口内软硬组织的高精度三维数据，为数字化修复奠定基础^[10]。结合此数据，3D打印技术可实现个性化手术导板及修复体的高效、精准制作^[11, 12]，为提升即刻种植修复的预后与患者满意度提供了新的技术路径。

本研究结果显示，研究组种植体存活率为96.67%，高于参照组的76.67%（ $P < 0.05$ ）。分析其原因：术前将口内扫描数据与CBCT影像融合，

在专业软件中进行全面的虚拟规划,实现对骨量条件的精准评估,有效规避重要解剖结构,使种植体位置更利于后期修复体就位与力学分布。基于规划数据3D打印的个性化手术导板术中就位稳定,引导窝洞预备与种植体植入更为精准,从而降低了人为操作的不确定性,进而提高种植体存活率。研究组取模及试戴修复体时间均短于参照组 ($P<0.05$),主要由于数字化流程简化了传统步骤:口内扫描取代物理印模制取与灌模,数字化设计替代手工模型制作,3D打印实现修复体快速成型,减少了模型转移与手工操作误差,整体提升了时间效率。研究组术后6个月PES评分高于参照组 ($P<0.05$)。究其原因:口内扫描结合3D打印技术提高了植入精度,为理想修复体穿龈形态设计奠定解剖基础,有助于形成自然的龈缘轮廓和充盈的龈乳头。此外,基于精确数字化模型设计的修复体在形态、颜色等方面与邻牙及对颌牙列匹配度更高。术后口内扫描可准确记录软组织愈合形态,结合3D打印制作出边缘密合、穿龈过渡自然的修复体,能够更好地支撑与塑形周围软组织,从而获得更佳的美学效果。研究组术后6个月咀嚼效率高于参照组 ($P<0.05$),这是由于口内扫描与3D打印导板引导的种植体精准植入优化了骨-种植体界面的应力分布,使种植体更高效承载咬合负荷。数字化设计还可精准规划修复体的咬合接触与食物排溢道,更大程度恢复咬合功能。修复体与邻牙高度密合,降低微渗漏等不良反应风险,有助于维持种植体功能长期稳定,提高咀嚼效率。研究组术后6个月GI、PLI均高于参照组 ($P<0.05$),这是由于数字化技术制作的修复体边缘贴合度与邻面接触更精准,减少了修复体与牙体间的微间隙及菌斑滞留。同时数字化流程缩短了操作时间,减轻了术中牙龈刺激,从而有利于维护牙周健康。林宇轩等^[13]指出,数字化口内扫描在种植应用中具有较高精度;杨晓彤^[14]与金文静等^[15]的研究也分别验证了3D打印技术在种植修复体制作及义齿支架修复中的可靠性,与本研究结果相契合。

综上所述,口内扫描联合3D打印技术通过提升手术精度与修复体适配性,有助于提高即刻种植美学修复患者的种植体存活率,同步改善美学外观、咀嚼功能与牙周健康,同时大幅缩短取模及修复体试戴时间。

[参考文献]

- [1]张佳园,刘辉,黄诗诗,等.根盾技术在上颌单颗前牙即刻种植修复中的美学效果与临床分析[J].中国口腔种植学杂志,2025,30(5):456-463.
- [2]李嘉翼,刘清辉,周静.重度牙周炎患者全口即刻种植即刻修复病例1例[J].医学临床研究,2025,42(9):1679-1681.
- [3]沈洁,陈志敏,周君,等.口内扫描取模结合CBCT在前牙美学区单颗牙缺失种植修复中的应用[J].中国美容医学,2025,34(12):144-147.
- [4]杨慧,张先琴,刘党利.3D打印技术制作临时冠用于上牙缺损即刻种植中的组织美学效果及修复精确度的影响[J].中国医疗美容,2024,14(6):67-71.
- [5]赵文莉.牙支持式导板下即刻种植修复前牙单牙缺失的效果及对美学指数的影响[J].四川生理科学杂志,2024,46(4):721-723.
- [6]周麟,李戎,改良盾构术在前牙美学区即刻种植中的应用效果及对红色美学指数的影响[J].中国美容医学,2023,32(3):120-123.
- [7]柯秋蕾,黄劲,陈爱征,等.GDM孕妇龈下菌群分布和牙周健康指数与牙周病的关系[J].检验医学,2023,38(2):163-166.
- [8]王仙林,曾超文.即刻种植修复对上颌单颗前牙缺失患者美学效果及牙槽骨吸收的影响[J].透析与人工器官,2024,35(4):86-89.
- [9]张佳,孙显寅,杨云东,等.应用双区治疗技术行美学区不翻瓣即刻种植即刻修复:1例7年随访病例报告[J].中国口腔种植学杂志,2025,30(4):377-383.
- [10]杨咏涛,李欣,商相宜,等.无牙颌种植修复数字化印模口外扫描与口内扫描的精度比较研究[J].华西口腔医学杂志,2025,43(6):771-779.
- [11]王暄洪,张杰,李凤兰.光固化3D打印技术在固定修复中的应用现状[J].口腔颌面修复学杂志,2025,26(1):68-73.
- [12]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.
- [13]林宇轩,张思慧,陈江.数字化口内扫描在口腔种植中应用精度的研究进展[J].中国实用口腔科杂志,2024,17(6):733-738.
- [14]杨晓彤.3D打印技术应用于口腔种植牙的效果分析[J].中国社区医师,2024,40(12):55-57.
- [15]金文静,张伟,张杰夫.3D打印技术用于可摘局部义齿金属支架修复的临床疗效[J].北京生物医学工程,2025,44(6):617-622.