

DOI: 10.3969/j.issn.1004-4949.2025.05.032

• 齿科美容 •

数字化技术在以咬合关系为导向牙列缺损种植修复中的应用

顾怡, 徐英

(海军军医大学第二附属医院口腔科, 上海 200001)

[摘要]目的 探讨在以咬合关系为导向牙列缺损种植修复中应用数字化技术的效果。方法 选择2021年10月-2023年10月我院收治的80例牙列缺损患者为研究对象,以随机数字表法分为常规组和试验组,每组40例。常规组应用传统种植修复治疗,试验组应用基于数字化技术以咬合关系为导向的种植修复治疗,比较两组咬合功能、种植体稳定性、手术时间及并发症发生情况。结果 试验组术后3个月咬合力及咀嚼效率均优于常规组 ($P<0.05$); 试验组ISQ值高于常规组 ($P<0.05$); 试验组手术时间短于常规组 ($P<0.05$); 试验组并发症发生率为2.50%,低于常规组的17.50% ($P<0.05$)。结论 相比于传统种植修复治疗,数字化技术在以咬合关系为导向牙列缺损种植修复中的应用效果更佳,其手术时间更短,可有效改善患者咬合功能及种植体稳定性,且修复后并发症发生几率较低,是一种安全、有效的治疗方式。

[关键词] 牙列缺损; 数字化技术; 咬合关系; 咬合功能; 种植体稳定性

[中图分类号] R783.4

[文献标识码] A

[文章编号] 1004-4949(2025)05-0133-04

Application of Digital Technology in Occlusion-oriented Implant Restoration for Dentition Defect

GU Yi, XU Ying

(Department of Stomatology, the Second Affiliated Hospital of Naval Medical University, Shanghai 200001, China)

[Abstract]**Objective** To explore the effect of digital technology in occlusion-oriented implant restoration for dentition defect. **Methods** A total of 80 patients with dentition defect admitted to our hospital from October 2021 to October 2023 were selected as the research subjects. They were divided into the conventional group and the experimental group by the random number table method, with 40 patients in each group. The conventional group received traditional implant restoration treatment, and the experimental group received occlusion-oriented implant restoration treatment based on digital technology. The occlusal function, implant stability, operation time and complications were compared between the two groups. **Results** The occlusal force and masticatory efficiency of the experimental group were better than those of the conventional group at 3 months after surgery ($P<0.05$). The ISQ value of the experimental group was higher than that of the conventional group ($P<0.05$). The operation time of the experimental group was shorter than that of the conventional group ($P<0.05$). The incidence of complications in the experimental group was 2.50%, which was lower than 17.50% in the conventional group ($P<0.05$). **Conclusion** Compared with traditional implant restoration treatment, the application of digital technology in occlusion-oriented implant restoration for dentition defect is more effective, and its operation time is shorter. It can effectively improve the occlusal function and implant stability of patients, and the incidence of complications after restoration is lower. It is a safe and effective treatment method.

[Key words] Dentition defect; Digital technology; Occlusal relationship; Occlusal function; Implant stability

牙列缺损 (dentition defect) 属于常见口腔疾病,随着年龄的增长牙齿逐渐丧失,这也是影响患者生活质量重要因素。牙列缺损不仅影

响患者的外貌和自信心,还有可能引发一系列口腔功能障碍,例如咀嚼困难、语言不清和咬合不正等问题,严重影响患者的日常生活和心

第一作者: 顾怡 (1996.9-), 女, 上海人, 本科, 技师, 主要从事口腔医学技术相关工作

通讯作者: 徐英 (1976.1-), 女, 上海人, 专科, 主管技师, 主要从事口腔医学技术相关工作

理健康^[1]。传统的牙齿修复方法主要涉及到活动义齿、固定桥修复,但是这一些治疗方式往往无法提供持续性、稳定性的修复效果,在修复期间存在较多局限性与不适感^[2]。随着现代口腔技术的不断发展,种植修复技术已经成为治疗牙列缺损的首选方法。种植修复技术不仅能够恢复缺损牙齿的功能和外观,还能通过植入人工种植体恢复口腔的整体结构,有效避免传统修复方法对于邻牙损坏问题^[3]。在传统种植修复方面咬合关系的调整与种植体位置准确定位仍然取决于医生的临床经验与操作熟练度,所以误差问题在所难免。近年来,数字化技术的引入能够为牙科修复提供创新支持,数字化技术中三维扫描、计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助制造(CAM)等技术方式在口腔医学领域得到了广泛应用。在种植修复过程中数字化技术通过高精度的影像采集、数据分析和个性化修复方案设计,能够大幅提高种植体的位置准确性、手术精度及修复效果^[4]。数字化技术应用于种植修复中,能够为种植位置的准确规划、手术实施监控、修复体设计等提供支持,以此提高整体治疗效果^[5]。本研究旨在进一步分析数字化技术在以咬合关系为导向牙列缺损种植修复中的应用效果,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选择2021年10月-2023年10月海军军医大学第二附属医院收治的80例牙列缺损患者为研究对象,以随机数字表法分为常规组和试验组,每组40例。常规组男16例,女24例;年龄30~75岁,平均年龄(55.67 ± 3.98)岁;缺损类型:前牙缺损12例,后牙缺损28例;缺损范围:单颗14例,多颗26例。试验组男18例,女22例;年龄28~74岁,平均年龄(54.61 ± 3.50)岁;缺损类型:前牙缺损10例,后牙缺损30例;缺损范围:单颗15例,多颗25例。两组性别、年龄、缺损类型及缺损范围比较,差异无统计学意义($P > 0.05$),研究可比。本研究所有患者知情同意并签署知情同意书。

1.2 纳入与排除标准 纳入标准:确诊牙列缺损且需要种植修复治疗;口腔颌面部结构无严重畸形;牙槽骨健康,可进行种植治疗;无严重全身性疾病史;具备良好的口腔卫生习惯。排除标准:口腔感染或牙周炎症;口腔内有肿瘤病史;妊娠期或哺乳期女性;重度全身性慢性疾病;近

期内接受过口腔手术;术后无法定期随访;对种植修复治疗存在禁忌证。

1.3 方法

1.3.1 常规组 应用传统种植修复治疗:患者接受全面的口腔检查,进行血液检查评估患者状况。判断患者缺失牙位及咬合关系,制定个性化治疗方案。术前患者接受局部麻醉,使用利多卡因进行种植体植入部位的麻醉,采用传统手术方法,在缺损牙区切开牙龈,暴露出牙槽骨。使用传统的手术钻头按照预定的深度和角度进行植入孔的打孔,常规组的植入孔深度一般控制在10~12 mm。种植体材料为四级冷作纯钛,种植体长度10 mm,直径4.1 mm。在牙槽骨肉稳固植入后,使用专用螺丝固定并进行初步封闭,确保种植体稳定。在种植体植入后2~3个月,待骨结合充分后,进行第二阶段的手术。此阶段使用切口暴露种植体,安装愈合基台。种植体愈合后使用传统的硅橡胶印模材料进行取模,制作种植体修复体。依据患者的咬合关系和修复要求,采用二氧化锆材料进行修复。术后常规应用抗生素3~5 d。

1.3.2 试验组 应用基于数字化技术以咬合关系为导向的种植修复治疗:利用口腔全景扫描仪和口内扫描仪获取口腔内三维数据,采用3D口内扫描技术生成口腔的高精度数字模型,使用数字化咬合记录系统结合口腔CT数据进行咬合关系的评估与分析。利用CAD软件进行虚拟种植规划,模拟种植体的位置、角度及深度,根据患者的骨量和解剖特点,给予局部麻醉,使用数字化规划生成的定制化种植导板,精准打孔。通过导板技术确保种植体的位置和角度准确,减少手术中的误差。通过导板精确定位,使用标准化手术器械进行种植体植入,根据患者骨量和骨密度选择合适的规格。手术后1周内安装临时修复体。临时修复体通过数字化印模获取精确数据,结合CAD设计和CAM制造,在术后初期可为患者提供基本的咬合功能支持,同时保护种植体及周围骨组织免受过度负载。愈合期设为3个月,确保种植体与骨组织完成初步骨结合。愈合期结束后,通过数字化印模采集最终数据,基于患者的咬合关系设计并制作永久修复体。永久修复体采用二氧化锆材料,通过3D打印技术制作。术后处理方式与常规组相同。

1.4 观察指标

1.4.1 评估两组咬合功能 术前及术后3个月采用临

床评估结合功能测试的方法进行评价, 主要评估患者术后咬合力和咀嚼效率。咬合力使用咬合力测量仪测量患者上、下颌牙齿的最大咬合力。咀嚼效率通过咀嚼试验评估患者在咀嚼过程中食物磨碎的程度, 采用咀嚼后食物颗粒的平均大小或均匀度来评估磨碎程度, 可通过标定的筛网对食物颗粒进行筛选, 测定颗粒的平均大小; 咀嚼效率=(咀嚼前材料重量-咀嚼后剩余重量)/咀嚼前材料重量 \times 100%。

1.4.2 评估两组种植体稳定性 术后3个月使用种植体稳定性测试仪进行测量, 在每个种植体的顶部, 轻轻施加传感器并通过设备读取数据, 记录每个种植体的种植体稳定系数 (ISQ)。ISQ值范围为1~100, ISQ值越高代表种植体稳定性越好。

1.4.3 记录两组手术时间。

1.4.4 记录两组并发症发生情况 并发症包括术后感染、牙周炎、牙槽骨吸收等。

1.5 统计学方法 采用SPSS 20.0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 两组咬合功能比较 试验组术后3个月咬合力及咀嚼效率均优于常规组 ($P < 0.05$), 见表1。

2.2 两组种植体稳定性比较 试验组ISQ值为(73.55 ± 3.80), 高于常规组的(67.41 ± 3.49) ($t=4.387, P < 0.05$)。

2.3 两组手术时间比较 试验组手术时间为(61.24 ± 4.80) min, 短于常规组的(85.41 ± 3.61) min ($t=11.660, P < 0.05$)。

2.4 两组并发症发生情况比较 常规组发生术后感染1例, 牙周炎4例, 牙槽骨吸收2例; 试验组发生牙周炎1例。试验组并发症发生率为2.50% (1/40), 低于常规组的17.50% (7/40) ($\chi^2=7.069, P < 0.05$)。

表1 两组咬合功能比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	n	咬合力 (N)		咀嚼效率 (%)	
		术前	术后3个月	术前	术后3个月
常规组	40	25.43 \pm 2.41	42.25 \pm 2.64	64.24 \pm 4.61	80.64 \pm 2.60
试验组	40	26.41 \pm 3.05	50.36 \pm 3.52	65.80 \pm 5.25	91.24 \pm 2.57
t		0.241	4.630	0.361	5.269
P		> 0.05	< 0.05	> 0.05	< 0.05

3 讨论

随着口腔种植技术的不断发展, 数字化技术在种植修复方面的应用已然成为目前发展重要方向。数字化技术不仅能够改变传统诊疗流程, 还能够为患者提供更加精准、个性化的治疗方案。数字化技术在种植修复中的应用主要涉及到数字化印模、三维虚拟规划、数字化导板引导手术、CAD、CAM等技术^[6]。首先, 传统种植修复治疗往往会受到医生经验和操作技巧的影响, 尤其是在种植体的角度、位置及深度等方面容易出现误差, 而数字化技术的应用, 通过三维影像、虚拟设计和精确的导板引导, 能够精确规划种植体的位置、角度和深度, 确保每个治疗步骤的精准性, 还能够有效避免传统手术中的误差与常见错误, 以此降低术后并发症发生风险^[7]。其次,

数字化技术通过全口扫描和数据采集, 能够为每位患者制定个性化的治疗方案, 通过对口腔结构的准确分析, 能够准确地预测种植体生物力学负荷情况以及咬合关系, 以此为后续种植体型号、修复体材料及设计方案的选择提供理论指导^[8]。再次, 数字化种植修复技术通过精确地预判和规划, 可减少手术中的创伤, 数字化导板的应用能够达到减少手术切口、降低出血量以及促进患者快速康复等作用, 从而缩短术后恢复时间, 改善患者治疗舒适性^[9]。

本研究结果显示, 试验组手术时间短于常规组 ($P < 0.05$), 分析原因, 数字化技术在以咬合关系为导向的种植修复治疗中, 利用三维数字化扫描、虚拟种植规划、定制化导板和精准打孔技术, 使手术过程更加规范化和精准, 从

而有效缩短了手术中的操作时间。传统种植修复治疗则依赖于医生经验和操作, 缺乏数字化技术的辅助, 因此手术时间相对较长。数字化技术能够提高手术精度, 减少不必要的调整和修正, 进而缩短手术时间^[10, 11]。试验组术后3个月咬合力及咀嚼效率均优于常规组 ($P < 0.05$)。数字化技术通过高精度的咬合关系分析, 帮助医生精准规划种植体的位置、角度和深度, 从而有效地恢复患者的咬合功能。传统种植修复治疗由于依赖医生的临床经验, 咬合关系的调整可能会存在一定误差, 导致咀嚼功能恢复效果较差。而数字化技术通过优化设计和治疗, 能够确保种植体与患者的上下颌精确匹配, 改善咬合力和咀嚼效率。此外, 数字化技术也能更好地规划修复体的形态, 帮助患者恢复更自然的咀嚼功能^[12, 13]。试验组ISQ值高于常规组 ($P < 0.05$)。ISQ值反映了种植体的稳定性和骨结合情况, 数字化规划和导板技术可使种植体的定位更为精准, 避免了传统手术中由于经验差异而产生的种植体位置偏差, 促进了骨结合, 从而提高了ISQ值。数字化技术能够在术前通过三维影像评估患者的骨量和解剖结构, 依据这些数据进行精确规划, 能够更好地保障种植体初期稳定性^[14]。传统种植修复治疗因缺乏精确的辅助工具支持, 因此种植体的稳定性可能受到一定影响, ISQ值相对较低。试验组并发症发生率低于常规组 ($P < 0.05$)。分析原因, 试验组在数字化技术的辅助下, 种植体的位置、角度和深度都经过精准规划, 能够减少手术过程中的操作失误, 降低并发症发生风险。例如, 数字化规划能有效避免种植体位置偏差、损伤邻牙或神经的风险, 从而降低术后并发症的发生率^[15]。相比之下, 传统种植修复治疗可能出现种植体位置不理想、骨结合不佳等问题, 增加了并发症的发生几率。

综上所述, 相比于传统种植修复治疗, 数字化技术在以咬合关系为导向牙列缺损种植修复中的应用效果更佳, 其手术时间更短, 可有效改善患者咬合功能及种植体稳定性, 且修复后并发症发生几率较低, 是一种安全、有效的治疗方式。

[参考文献]

- [1]胡帅,方晴,陆麒元,等.数字化印模与传统压力印模制取的上颌牙列缺损模型的精确度比较[J].口腔医学,2024,44(6):433-437.
- [2]韩萌,韩燕,张红艳,等.磁性附着体在双侧游离端缺失牙列缺损修复中的临床疗效观察[J].中华老年口腔医学杂志,2022,20(3):157-161.
- [3]李伟,王美思,张凤菊,等.口腔数字化种植即刻修复治疗牙列缺损的效果及舒适度研究[J].医学美学美容,2021,30(4):42-43.
- [4]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.
- [5]钟拥军,李振强,刘艳艳,等.数字化印模对Kennedy二类牙列缺损可摘局部义齿临床适合性的影响[J].口腔颌面修复学杂志,2022,23(2):111-114.
- [6]吴江,余昊翰,于海,等.应用数字化技术完成牙列缺损伴严重开口受限患者可摘局部义齿修复1例[J].中华口腔医学杂志,2022,57(6):625-628.
- [7]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.
- [8]廖媛媛.数字化评估牙列缺损患者拟种植区牙龈厚度的可靠性研究[J].医学美学美容,2023,32(14):196-198.
- [9]王琰,于海,高勃,等.基于“增-减材”理念的Kennedy III类牙列缺损可摘局部义齿数字化设计、制作与适合性的研究[J].实用口腔医学杂志,2022,38(3):379-382.
- [10]张丽娜,张楚南.隐形矫治联合种植修复在错殆畸形伴牙列缺损患者中的临床应用效果[J].临床口腔医学杂志,2023,39(5):295-299.
- [11]赵文艳,杨欣,刘微,等.数字化全口义齿修复牙列缺失的临床疗效观察[J].宁夏医学杂志,2021,43(9):841-843.
- [12]柯怡芳,张耀鹏,陈俊锴,等.几何特征辅助口内三维扫描仪获取牙列缺损种植修复数字印模的精度研究[J].中华口腔医学杂志,2022,57(2):161-166.
- [13]王菁.数字化技术在以咬合关系为导向牙列缺损种植修复中的应用[J].实用口腔医学杂志,2023,39(3):408-412.
- [14]徐良鹏,路洪波,李宝国,等.数字化导板在重度牙周炎患者全口种植修复中的应用[J].中国美容医学,2023,32(4):134-137.
- [15]任英华,倪宇昕,谢安琪,等.数字化导板技术在中老年牙列缺失患者种植固定义齿修复中的应用[J].中国美容医学,2022,31(11):165-167.