

DOI: 10.3969/j.issn.1004-4949.2025.06.047

数字化技术在口腔修复中应用研究

阿丽娅·阿不力孜¹, 徐国强^{1, 2}

[1. 新疆医科大学第一附属医院(附属口腔医院)口腔修复种植科, 新疆 乌鲁木齐 830054;

2. 新疆维吾尔自治区口腔医学研究所, 新疆 乌鲁木齐 830054]

[摘要] 随着科技的迅猛发展, 数字化技术已广泛渗透至口腔医学领域, 尤其在口腔修复这一关键分支中引发了显著变革。数字化技术不仅革新了传统的修复流程, 还提升了修复的精准度、效率以及患者满意度。本文对数字化技术在口腔修复领域的应用作一综述, 重点探讨其在临床和教学中的创新应用及面临的挑战, 以期临床相关学者提供参考价值。

[关键词] 数字化技术; 口腔修复; 教学创新; 技术挑战

[中图分类号] R783

[文献标识码] A

[文章编号] 1004-4949(2025)06-0191-04

Research on the Application of Digital Technology in Oral Rehabilitation

Aliya·Abulizi¹, XU Guoqiang^{1, 2}

[1. Department of Oral Rehabilitation and Implantology, the First Affiliated Hospital (Affiliated Stomatological Hospital) of Xinjiang Medical University, Urumqi 830054, Xinjiang, China;

2. Stomatological Research Institute of Xinjiang Uygur Autonomous Region, Urumqi 830054, Xinjiang, China]

[Abstract] With the rapid development of science and technology, digital technology has been widely integrated into the field of oral medicine, especially in the key branch of prosthodontics, which has led to significant changes. Digital technology not only revolutionizes the traditional restorative process, but also improves the restoration precision, efficiency and patient satisfaction. This paper reviews the application of digital technology in the field of oral rehabilitation, focusing on its innovative applications in clinical practice and teaching, as well as the challenges it faces, aiming to provide reference value for relevant clinical scholars.

[Key words] Digital technology; Oral rehabilitation; Teaching innovation; Technical challenges

在科技飞速发展的背景下, 数字化技术逐渐渗透到口腔医学的各个领域, 尤其在口腔修复中。传统口腔修复方法面临着精度不足、效率低下和个性化欠缺等问题, 手工操作易造成尺寸偏差, 影响修复体贴合; 繁杂流程使患者多次往返, 制作周期长; 缺乏精准手段, 难定制适配方案。而数字化技术的应用则为解决这些难题提供了可能。随着数字化技术在口腔修复临床与教学中的应用不断拓展和深入, 其在提升修复质量、提高口腔医学教学效果等方面展现出巨大潜力^[1]。临床实践中, 口内扫描仪精准抓取口腔三维数据, CAD/CAM系统据此快速完成

修复体设计与加工, 并能依照患者个体差异实现定制, 在教学层面虚拟仿真平台辅助学生实操练习, 数字化病例库提供丰富参考。由此可见, 数字化技术正持续发力, 为口腔修复临床与教学带来革新。本文将从数字化技术在口腔修复临床中的应用、在口腔修复教学中的应用案例以及其在口腔修复应用中的优势与挑战3个方面进行综述, 旨在全面展示数字化技术在口腔修复领域的现状与前景, 以期相关研究和实践提供有益参考。

1 数字化技术在口腔修复临床中的应用

1.1 数字化口内扫描技术 目前, 数字化口内扫描

第一作者: 阿丽娅·阿不力孜(1998.5-), 女, 新疆吐鲁番人, 硕士研究生, 主要从事口腔医学方面研究

通讯作者: 徐国强(1980.6-), 男, 山东昌邑人, 硕士, 硕士生导师, 主要从事口腔医学方面研究

技术在口腔修复学临床中应用十分广泛,主要包括固定、种植和活动义齿的数字化印模制取和修复术前设计。数字化口内扫描借助先进的光学扫描设备,能够直接获取患者口腔的三维数据,从而取代了传统材料取模方法。根据黄清川等^[1]的研究,该技术在口腔修复临床中,可快速且精准地获取牙齿及周围组织的形态信息,舒适的扫描过程使患者接受程度提高。传统印模方法在操作过程中,需患者长时间保持张口状态,易产生不适感,且传统印模材料存在凝固时间不好控制、容易变形等问题。而数字化印模技术避免了这些问题,能更高效地获取精确数据。汪海霞等^[2]的研究表明,数字化印模在提高桩核精密性方面优于传统印模。传统印模材料在取出和灌注过程中,可能会因材料的收缩、变形等因素导致模型不准确,进而影响修复体的精度。而数字化印模数据可直接传输至计算机辅助设计(CAD)系统,极大地加快了修复流程,避免了传统印模材料带来的变形等问题。

1.2 数字化修复方案设计 临床医师可基于三维数字化模型进行治疗方案设计。郭嘉文等^[3]通过对三维数字化模型在牙体缺损修复方案设计教学中的应用研究发现,利用数字化模型,医师能够在计算机上从多个角度观察牙齿的缺损情况,便于精确测量相关数据,并模拟不同的修复方案从而筛选出最优的治疗策略。与传统依靠二维X线片和石膏模型进行方案设计相比,三维数字化模型提供了更直观、全面的信息。医师使用数字化技术能够更准确地评估病情并且制定更合理的治疗方案。陈吉华等^[4]提出,数字化技术有助于建立人牙列动态数据库。依据患者的个体特征,如牙齿形态、咬合关系等,能够实现口腔的个性化精准修复,显著提升修复后的美观程度与功能效果。传统修复方案往往难以充分考虑每个患者的独特个体差异,而数字化技术通过对患者口腔数据的精确采集和分析,能够为患者量身定制修复方案,满足患者对于美观和功能的双重需求。

1.3 数字化修复体制作 数字化技术在口腔种植修复中的应用较常见且已经趋于成熟。吴亮颖等^[5]分析了数字化技术在口腔种植修复中的应用,指出通过数字化导板技术,医师能够精确规划种植体的植入位置、角度和深度,有效提高种植成功

率。郑元樟等^[6]的研究也显示,数字化技术配合模型制作种植导板应用于牙缺失患者的口腔种植修复,可减少手术创伤并且缩短种植周期。传统的口腔种植手术,医生主要依靠经验和二维影像进行种植体的定位,手术精度相对较低且手术创伤较大,恢复时间较长。而数字化导板技术为种植手术提供了精确的指导,使手术更加精准、安全。在义齿制作方面数字化技术同样展现出显著优势。郑厦德^[7]将数字化技术应用于全口义齿制作发现,数字化技术能够更好地模拟患者的口腔解剖结构与咬合关系,从而提高义齿的稳定性和舒适度。传统全口义齿制作依赖医生经验和手工操作,难以精确复制复杂解剖结构,而数字化技术通过精确扫描和设计能够制作出更贴合患者口腔的义齿。数字化技术在可摘局部义齿制作方面也发挥重要作用。研究表明^[8, 9],数字化技术通过计算机辅助设计(CAD)系统提供直观且精确的设计平台使可摘局部义齿的固位体和连接体能够实现更精确的设计和制造,从而减少了传统手工制作中可能出现的人为误差,提高了修复体的整体质量,在就位、固位和稳定性方面表现出色,患者满意度较高。数字化技术在固定义齿修复中的应用在于数字化技术可精确制作基底冠与桥体等部件,这提升了修复体的精度与密合度^[10-12]。传统手工制作的基底冠和桥体在精度和密合度方面存在局限性。而数字化技术能够满足更高的精度要求,从而提升修复质量。

1.4 在牙槽骨严重骨量不足种植义齿修复中的应用 郑伟欣等^[13]研究发现,数字化技术通过术前对牙槽骨的三维重建与分析,能够制定针对性的骨增量方案与种植修复计划。即使在牙槽骨严重骨量不足的情况下,数字化技术仍能实现良好的种植义齿修复疗效,有效扩大了种植修复的适应证范围。传统方法在处理牙槽骨严重骨量不足的情况时往往存在较大的手术风险和不确定性,而数字化技术为这类复杂病例的治疗提供了更可靠的解决方案。

1.5 在上颌前牙美学修复中的应用 传统上颌前牙美学修复主要依靠医生的经验和患者的主观感受进行判断,修复效果的可控性较差。史翠平等^[14]研究表明,数字化技术辅助上颌前牙美学修复。数字化技术可模拟修复效果,有利于与患者充分

沟通并且提高医患满意度。数字化的设计确保修复后牙齿在形态、颜色与排列上符合美学要求。相较于传统修复模式,数字化技术能够通过精确的模拟和设计,使修复效果更加符合患者的期望。

2 数字化技术在口腔修复教学中的应用案例

数字化技术除了在临床实践中的广泛应用也在口腔修复教学领域展现出巨大的潜力。通过虚拟仿真教学、数字化模型辅助案例分析以及远程教学等创新模式,数字化技术提高了教学效率。而且为学生提供了更直观、更高效的学习体验。

2.1 虚拟仿真实验教学 某口腔医学院在口腔修复学实践课程中引入了数字化虚拟仿真教学系统。以牙体缺损修复为例,学生在系统中学习理论知识后便能在计算机上模拟临床操作。在磨牙嵌体修复体的牙体预备环节,软件可实时反馈预备深度、角度与标准的契合情况,为学生操作准确性提供实时监督。若操作不当,系统还会及时提示可能的后果(如牙髓损伤),这可以帮助学生在虚拟环境中提前规避风险。与传统石膏模型操作相比,虚拟仿真教学的优势确切,该方式不仅更加直观,还允许学生多次练习直至熟练掌握技巧,这种反复练习的机会是传统教学模式难以提供的。更重要的是,这种教学模式避免了实体模型的浪费,有效提高了教学效率。通过这种方式,学生能够有效提升实践能力,为未来的临床工作打下坚实的基础^[15]。

2.2 数字化模型辅助案例分析教学 在口腔修复临床病例分析课程中,教师借助数字化模型展开教学,为学生带来全新的学习体验。复杂牙列缺损病例的数字化模型通过口内扫描获取,随后被投影到大屏幕上,学生可以轻松地从不同角度观察模型。与此同时,学生可以分析缺损类型、牙齿健康状况以及咬合关系,还能通过旋转和缩放模型,深入了解病例的每一个细节,并基于这些细节提出可摘局部义齿的设计方案。教师则结合理论知识和丰富的临床经验,对学生的设计方案进行点评和指导。这种教学方式不仅让学生对复杂病例的分析更加深入,还极大地激发了学生的学习兴趣,培养了其临床思维能力。

2.3 基于数字化技术的远程教学 偏远地区的口腔

医学教学机构与大城市知名口腔医学院通过数字化技术开展远程教学合作。专家利用远程视频系统和数字化模型结合动画演示,为偏远地区学生讲解口腔修复前沿技术,如数字化种植导板的设计与应用。专家实时操作设计软件展示从数据采集到最终设计的全过程。学生可在远程端观看演示,并实时提问,专家即时解答。这种模式打破了地域限制,实现了优质教育资源共享,促进了口腔医学教育的均衡发展。

3 数字化技术在口腔修复应用中的优势与挑战

3.1 优势 数字化技术在口腔修复领域的应用带来了多方面的突出优势。数字化技术通过精确获取口腔数据实现精准设计与制作,有效提升了修复体的精度与适配性,同时避免了传统技术中人为因素和技术限制带来的误差^[16-18]。此外,数字化技术简化了修复流程,减少了患者就诊次数。其数据存储与传输的便捷性也便于医师之间的交流与协作,从而大幅提升了效率^[19]。更重要的是,数字化技术能够依据患者个体差异实现个性化修复,满足患者对美观与功能的多样化需求,而传统方法往往难以达到这种个性化水平^[20, 21]。另外,数字化口内扫描过程更加舒适,很大程度上减轻了患者的不适感,并且避免了传统印模材料可能引起的过敏反应^[22, 23]。这些优势共同推动了口腔修复领域的技术进步,为患者提供了更优质的服务。

3.2 挑战 尽管数字化技术在口腔修复领域展现出确切优势,但其推广应用仍面临诸多挑战。设备成本高昂是制约其广泛应用的主要因素之一,尤其是口内扫描仪和CAD/CAM系统等数字化设备价格昂贵,增加了口腔医疗机构的运营成本。对于小型诊所或经济欠发达地区的医疗机构而言,购置这些设备存在较大的经济压力。数字化技术对医师和技术人员的操作能力和知识水平提出了较高要求,需要进行专门的相关培训^[24]。但是目前相关的培训资源相对有限并且培训成本较高,一定程度上阻碍了数字化技术的广泛应用。此外,随着数字化技术的广泛应用数据安全问题日益突出。患者口腔数据在存储与传输过程中面临数据泄露的风险,因此需要加强数据安全管理。

4 总结

数字化技术在口腔修复临床与教学中的应用已取得了可观的成果,从多个方面提升了口腔修复的质量与效率。尽管目前面临着设备成本高、技术要求高与数据安全等挑战。但随着技术的不断发展和完善,数字化技术有望在口腔修复领域发挥更大的作用来为患者提供更优质和精准的服务。未来,应进一步加强数字化技术的研发与应用,降低设备成本,提高人员的技术水平,保障数据安全,从而推动口腔修复学科的数字化发展。

【参考文献】

- [1]黄清川,黄翠,蔡新杰.数字化口内扫描技术在口腔修复学临床和教学中的应用[J].口腔颌面修复学杂志,2022,23(5):366-373.
- [2]汪海霞,刘广顺.数字化印模对桩核精密性影响的研究进展[J].中华老年口腔医学杂志,2023,21(3):187-192.
- [3]郭嘉文,卢煜,姚怡辰,等.三维数字化模型在牙体缺损修复方案设计教学中的应用效果研究[J].中国实用口腔科杂志,2024,17(1):85-89.
- [4]陈吉华,赵喆,林娉婷,等.数字化技术与口腔个性化精准修复——建立人牙列动态数据库的临床意义[J].空军军医大学学报,2024,45(10):1081-1086.
- [5]吴亮颖,徐超.数字化技术在口腔种植修复中的应用分析研究[J].黑龙江医学,2025,49(1):64-66.
- [6]郑元樟,毕玮,蔡若林,等.数字化技术配合模型制作种植导板在牙缺失患者口腔种植修复中应用[J].河北医学,2022,28(12):1996-2001.
- [7]郑夏德.数字化技术全口义齿复制的疗效观察[J].黑龙江中医药,2024,53(3):5-6.
- [8]王坚,郁丽.数字化技术在局部义齿修复中的应用效果研究——评《数字化可摘局部义齿修复技术——从设计解析到实操技巧》[J].中国全科医学,2023,26(30):3850.
- [9]刘小舟,张广道,孙静,等.数字化技术在口腔修复可摘局部义齿设计教学中的应用效果评价[J].中国实用口腔科杂志,2023,16(6):729-731.
- [10]赵一姣,王勇.数字化技术在口腔医学的临床应用现状与分析[J].四川大学学报(医学版),2024,55(1):101-110.
- [11]解丽华.数字化技术在口腔修复中的实践应用与发展[J].数字通信世界,2024,(12):175-177.
- [12]毛康,王森.基于数字化技术的义齿制作工艺实验课程改革与实践[J].装备制造技术,2024(10):96-98.
- [13]郑伟欣,陈苑,刘彩奇,等.数字化技术在牙槽骨严重骨量不足种植义齿修复中的临床应用[J].临床和实验医学杂志,2023,22(23):2570-2573.
- [14]史翠平,罗剑.数字化技术辅助上颌前牙美学修复对医患满意度的影响研究[J].中国美容医学,2023,32(11):87-90.
- [15]邱燕,吴小红,陈晒媛.数字化技术在口腔修复学教学中的应用研究[J].现代医药卫生,2022,38(9):1596-1598.
- [16]金华旦.《口腔种植中的数字化技术》出版:数字化技术在全口固定式种植义齿修复中的应用[J].介入放射学杂志,2024,33(6):706.
- [17]田国兵,王帆,武峰.下颌运动分析系统在口腔修复临床应用的研究现状[J].口腔颌面修复学杂志,2024,25(1):51-56,63.
- [18]Zhao W.Application and Development of Digital Technology in Dental Restoration[J].MEDS Clinical Medicine,2023,4(6):37-42.
- [19]林继明.数字化技术用于牙列缺失患者口腔种植修复中的效果[J].深圳中西医结合杂志,2022,32(12):103-105.
- [20]李丽君.数字化技术在口腔修复中的应用效果观察[J].中国社区医师,2022,38(30):34-36.
- [21]张力,孟佳丽,张艺,等.应用数字化牙合垫技术治疗颞下颌关节紊乱病的临床研究[J].医学研究生学报,2022,35(7):720-725.
- [22]王冠.口腔数字化技术在口腔修复中的效果及对患者美观度的影响[J].中国医学创新,2021,18(30):67-71.
- [23]周颖.口腔数字化技术在口腔修复临床上的应用价值及安全性观察[J].全科口腔医学电子杂志,2022,9(3):79-81,35.
- [24]王翔宇.口腔数字化医疗技术国产化的机遇与挑战[J].实用医技杂志,2024,31(11):761-765.

收稿日期: 2025-2-28 编辑: 扶田