

数字化虚拟手术设计在口腔种植临床前教学中的应用展望

田陶然¹ 张陶²

¹四川大学华西口腔医院口腔种植科,成都 610000; ²四川大学华西口腔医院全科门诊,成都 610000

通信作者:张陶,Email:taozhang@scu.edu.cn

【摘要】 随着材料学及医学技术的发展,口腔种植修复正在口腔修复领域扮演着越来越重要的角色,这对口腔种植临床前教学提出越来越高的要求。数字化技术的应用对口腔种植学的发展起到了极大的促进作用。而在临床前教学的领域,数字化技术应用还较为少见。数字化虚拟手术设计是口腔种植学临床常用的数字化技术,将其引入临床前教学将有希望在多个层面促进学科发展。本文将数字化虚拟手术设计引入临床前教学的前景及问题进行系统讨论。

【关键词】 口腔种植学; 数字化虚拟手术; 数字化技术; 临床前教学

引用著录格式:田陶然,张陶. 数字化虚拟手术设计在口腔种植临床前教学中的应用展望[J/OL]. 中华口腔医学研究杂志(电子版), 2022, 16(3):189-193.

DOI:10.3877/cma.j.issn.1674-1366.2022.03.010

Introducing virtual surgery design into the preclinical training of dental implantology

Tian Taoran¹, Zhang Tao²

¹The Department of Oral Implantology, West China School of Stomatology, Sichuan University, Chengdu 610000, China; ²General Dentistry, West China School of Stomatology, Sichuan University, Chengdu 610000, China

Corresponding author: Zhang Tao, Email:taozhang@scu.edu.cn

【Abstract】 Fueled by the advances in materials science and techniques, dental implantology plays an essential role in oral rehabilitation. Preclinical training for dental implantology is therefore highly demanded. The application of digital techniques has contributed to the development of modern oral implantology. However, similar techniques are rarely applied in the preclinical training process. Virtual surgery design is a typical digital technique widely applied in dental practice. Introducing virtual surgery design into preclinical training has a potential of boosting training. This review will summarize the prospects and challenges for introducing virtual surgery design into preclinical training.

【Key words】 Dental implantology; Virtual surgery design; Digital technique; Preclinical training

DOI:10.3877/cma.j.issn.1674-1366.2022.03.010

一、背景

口腔种植修复因其广泛的适应证和良好的修复效果受到临床医生和广大患者的欢迎。1999—2016年,美国55~64岁年龄组种植修复接受率提高了10倍;预计到2026年,5.7%~23%的人群将使用种植修复治疗^[1]。但是,由于口腔种植学是口腔医学领域中的新兴学科,仍存在种植治疗从业人员绝对人数少的问题。因此,各大院校已经通过开设选修课、进修班和执业医师规范化培训等方式对不同

层次、阶段的口腔医生和医学生进行培训,以提高口腔种植学教学需求和从业技术水平。受限于仪器设备和技术敏感性较高,如何增强学生在临床前教学中的参与感、提高口腔种植学教学效率,是目前口腔种植学教学所关注的重点问题^[2-4]。

近年来,数字化技术逐步成为口腔种植领域发展的一个主要方向和核心技术^[5]。通过锥形束CT(cone-beam computed tomography, CBCT)、数字化口内扫描技术、数字化模型扫描技术,以及数字化面

部扫描技术等可收集患者颌面部软、硬组织信息,通过多重数据拟合后构建虚拟患者,从而在计算机虚拟环境中完成手术设计,实现对患者治疗效果的预评估,并可根据评估结果适当调整手术方案^[6-7]。而在种植临床前教学中,数字化口腔种植治疗设计的应用还较少推广。将数字化虚拟手术设计应用于口腔种植学临床前教学,有望在教学普及度、教学内容和教学形式等多个方面扩展。据此,笔者借此文将对数字化口腔种植治疗设计引入教学的优势及问题进行讨论。

二、口腔种植临床前教学的困难

相较于口腔临床医学的其他学科,口腔种植对专用仪器设备依赖性更高,给临床前教学的硬件要求、课程设置等提出了更高要求,也由此带来了诸多困难。

1. 口腔种植学技能对设备的依赖性高:口腔种植学的临床技能训练需要使用专用的种植机、手术工具等设备,因而教学的开展对设备具有很高依赖性,这在一定程度上限制了临床前实践教学课程的开设^[8]。在各大院校的学位培养体系中,口腔种植学多以选修课形式展开。通过种植系统厂商的协作,配置手术模型、手术工具箱及专用种植机,仅可保证小范围课程训练的开展,无法满足大规模选修课学生的学习需求。因而,大多数学生的临床前操作经验较少,培训时长不足,种植学基础薄弱^[9]。

2. 口腔种植学同种植体系统结合紧密:口腔种植体具有典型的种植系统依赖性。在口腔种植学学科的发展过程中,多个种植体厂商推陈出新了大量种植体系统,而每种系统都有不同的三维尺寸以及应用特点,在种植过程、修复过程中均存在较大差异。目前的口腔种植学临床前训练中,多使用一种种植体系统在仿真颌骨模型上进行培训,无法匹配现有种植体市场特点。即使完成培训,学生也只能具体了解某一种种植系统的特点,无法做到融会贯通^[10]。

3. 实体模型和教具在口腔种植教学中的有限性:口腔种植学的教学重点之一在于种植体 I 期植入位置的设计。种植体植入位点对后期修复方式、修复效果都有直接影响^[11]。植入位点的选择与拟植入位点的几何尺寸、骨床的解剖形态、临近重要解剖结构(如邻牙牙根、上颌窦底、切牙孔、下牙槽神经管等),以及种植体系统特点等因素均密切相关^[12-13]。而受制于现有教学条件,学生仅能通过实

体口腔模型、教具等进行临床前模拟手术,可能无法对种植体植入的三维位置实现深刻地了解和认识并做出正确选择。

4. 现有培养模式难以体现数字化技术的发展:临床前教学无法实现新兴数字化技术如手术导板、手术导航技术的模拟开展^[14-15]。目前,手术导板、手术导航技术在诸多医院已成为常规治疗技术。而口腔种植学的临床技能教学还主要侧重在对传统临床技术的传授,这可能导致基础学习与临床实践脱轨。此外,前牙美学修复多依赖于数字化微笑设计(digital smile design, DSD)技术^[16-17],而该板块在口腔种植学教学中仍存在弱化甚至缺失的问题。

据此,在口腔种植临床前教学中引入数字化虚拟手术设计,将极大地推进口腔种植学临床前教学的质量与效果,更好地服务临床、服务患者。

三、数字化虚拟手术设计

为解决上述口腔种植临床前培训中的诸多问题和困难,本课题组提出将数字化虚拟手术设计引入其中。数字化虚拟手术设计包含多种层级,可根据所纳入的目标患者信息量的多少而实现。行业当中常用的设计软件包括 3Shape、Simplant、Clinician、ExoCAD 等^[18]。

最简单的虚拟手术设计只需要患者缺牙部位的 CBCT 及口内模型信息。通过在软件中进行软、硬组织信息的拟合,构筑虚拟的缺牙区域,利于医生评估软、硬组织宽度、高度等具体条件,以及临近解剖标志等重要信息。随后,通过软件中丰富的种植体库,进行种植体的选择、植入三维位置的具体设计。该层级的设计程序可基本满足后牙修复的功能要求。

而对于前牙或者全口修复的患者,则需要纳入更多的数据信息来满足美学及复杂咬合功能设计的要求。例如,对于多颗前牙缺失患者,需通过记录静态甚至动态的口唇信息来辅助前牙切端的位置设计,这就需要采集静态的面部照片、面部三维建模,或动态面部三维建模的方式来获取^[19-20]。又如复杂的咬合重建患者,下颌运动方式对于修复体的设计具有重要影响,通过数字化面弓采集患者的下颌运动轨迹,对于治疗的设计具有极高的价值^[21]。

通过数字化的技术进行虚拟手术设计,不仅将口腔种植治疗的原则通过可视化的形式进行呈现,还可在口腔种植治疗过程中实现多个层面的要求。首先在诊疗信息采集方面,数字化技术可采集

患者颌面部软硬组织多方面信息并储存,通过多种数据融合提供多维度、更立体直观的数据。例如,数字化面弓可将患者下颌运动的模式抽象化,并直观地通过运动模式评估颞下颌关节的健康状况,还可通过治疗前后多次运动轨迹的对比,评估治疗效果^[22]。其次,在信息呈现方面,通过数字化虚拟信息的融合和多维度展示,便于医生对患者状况进行全面深入地评估,以制订更好的治疗方案。例如,通过口内扫描与CBCT信息的拟合,医生可更直观地看到骨组织与软组织间的关系,利于在设计阶段选择更适合的种植体和修复基台等。最后,在治疗的实施过程中,与数字化虚拟手术设计相匹配的实施工具,例如,手术外科导板以及外科导航设备,可以辅助将术前的设计精准地传递到患者口内,从而提高种植治疗的可预期性和可靠性,在整体上提升口腔种植的最终治疗效果^[23]。

基于上述多种原因,数字化虚拟手术设计正在口腔种植学临床工作中占据越来越重要的地位。而数字化虚拟手术设计在流程上纳入了口腔种植学基本原则,在应用上代表了口腔种植学临床技术发展的一大方向,理应在临床前教学中发挥更重要的作用。

四、数字化虚拟手术设计在临床前教学的应用

数字化虚拟手术设计在口腔种植学临床前教学中的应用具有如下特点和前景:

1. 基于数字化虚拟手术设计教学对硬件设备依赖小:数字化虚拟手术设计在临床前教学中易于推广。数字化虚拟手术设计的开展对于硬件的依赖少,常用的家用计算机都可以满足运行的基本硬件条件。而口腔教学实验室多已经配备计算机,大范围开展基于数字化虚拟手术设计的教学不存在大量的硬件设备投入,因而不存在因硬件设施昂贵而限制临床前实践教学的问题。

2. 基于数字化虚拟手术设计教学具备更大灵活性:相较于极其依赖硬件的传统教学方式,基于数字化虚拟手术设计的教学模式具有更好的灵活性。例如,数字化虚拟手术设计软件中多集成了各个厂家的多款种植体三维数据,可便于学生在虚拟手术设计中进行对比。除此之外,多种数字化设计工具还可以通过设定种植体长度、直径等方式来自定义种植体,从而避免同种植体厂家的版权争议。将不同种植体集成到一个系统中具备独特的优势:(1)学生在进行种植体植入设计时,可通过对设计

软件中虚拟植入位点颌骨宽度、高度、毗邻解剖结构的直观认识,正确选择种植体并进行模拟植入;(2)集成数据、虚拟手术方式可让学生对种植体直径、宽度的选择有更深入理解,通过更换不同种植体,可对同一位点的条件进行判断,从而加深学生对不同种植系统的认识;(3)该方式可强化对特殊种植体的了解,比如短种植体、倾斜种植体和窄种植体等。

3. 基于数字化虚拟手术设计教学具备更大扩展性:数字化虚拟手术设计便于学生更直观地理解并掌握正确的种植体三维植入位置。如前所述,正确的种植体植入三维位置对种植修复效果非常重要。通过数字化虚拟手术的方式可辅助获取影响三维位置的诸多重要信息。首先,数字化技术可辅助获取患者的口唇部形态等重要美学信息,利于进行种植前美学设计。其次,可通过构筑牙列缺损、牙列缺失的标准患者库,从而为学生提供全面的、具有代表性的临床示范病例。最后,通过数字化虚拟技术可展示传统模型无法涉及的解剖结构,如上颌窦、下牙槽神经管和切牙孔等,从而利于培养学生的整体思维。

4. 基于数字化虚拟手术设计教学体现了学科发展趋势和特点:数字化虚拟手术设计便于临床前教学与日新月异的口腔临床技术全面对接。近年来,口腔种植学临床技术的发展在数字化领域具有极大的突破。手术导板、手术导航,乃至机器人手术等高新技术不断推陈出新。对于口腔医学生或种植专业学生而言,如何在临床前学习以及临床工作中及时更新数字化方面的新技术也是一个亟待解决的问题。数字化虚拟手术设计则为此提供了虚拟操作平台。例如,ExoCAD设计软件可提供多种数字化信息接口,在数字化面弓、下颌运动轨迹描计等相关教学时可进行充分展示,实现与临床新技术发展的对接。

五、基于数字化虚拟手术设计教学所面临的问题与挑战

虽然数字化虚拟手术具备相当的价值和优点,但是在具体教学开展中还是存在以下问题:

1. 数字化种植设计程序的版权:首先,数字化虚拟手术设计教学的开展主要依赖于数字化种植设计程序。目前,主流的商用种植治疗设计程序都没有教育版本面向市场,而商业版本则有极高的授权费用。因此,数字化虚拟手术设计教学的开展仍

然存在成本较高的问题。解决这一问题的方案包括如下几个方面:(1)通过与程序开发商合作,推出专门的教育版本,以较低的成本获得教育功能程序的版权;(2)通过与开源程序合作,开发教学专用的数字化种植设计板块,从而面向教学,解决教学的需求;(3)通过院校联合的方式,大批量集中采购商业版本,并通过谈判的方式获得特殊的授权,从而降低单价和总体成本。虽然,目前而言设计软件的使用普遍受到版权的限制,但是随着其重要性以及被重视程度的提高,设计程序的版权问题终会得到妥善解决。

2. 基于数字化虚拟手术设计教学的标准化:数字化虚拟手术设计在教学的应用尚在起步阶段,目前还缺乏标准化建设。例如,在传统的种植学临床前培训中,多使用标准的单颗第一磨牙缺失模型作为标准病例进行种植治疗设计以及实施^[10,24]。在海量的数字化病例信息中筛选出最具代表性的病例,通过构建标准病例库的形式将种植治疗的一般原则以及特殊考虑传递给学生,将是标准化建设的一个核心内容。此外,通过标准化的形式规范数字化种植设计软件的界面,种植设计软件工作的程序与逻辑,将对于规范市场、削弱知识壁垒有重要作用。

3. 基于数字化虚拟手术设计教学的定位:虽然数字化虚拟手术设计在教学上存在诸多优势,但是虚拟手术设计的本质还是不现实的、不直观的。虚拟手术设计教学可以在一定程度上对传统教学进行补充,但是不可能形成替代。重视虚拟手术设计教学不等于完全放弃传统的临床前培训,尤其是对于特别依赖手部技能的口腔种植临床工作^[25]。因此,教学课程的设计者以及参与者需要评估所在单位的条件,并做出合乎客观条件的安排,有机结合数字化虚拟手术及传统临床前训练,从而优化课程设计,基于有限的条件实现最优的教学效果。

六、讨论

综上所述,数字化虚拟手术设计在口腔种植学教学的推广、实施、新技术衔接等各个领域都具有独特的优势。目前,通过数字化虚拟手术设计进行口腔种植学教学还没有形成体系,多伴随着各个临床小组的具体临床工作进行。充分认识到数字化虚拟手术设计在口腔种植学教学当中的重要性对口腔种植学教学的推广,以及提高质量具有极高的价值。

但是,作为一个新兴事物,基于数字化虚拟手

术设计教学还存在大量的问题和挑战需要解决。然而,在口腔医学数字化浪潮之中,数字化种植治疗将会发挥越来越重要的作用。而将数字化种植治疗设计融入口腔种植学教学中,顺应了时代与技术的发展,可以在扩展教学普及度、扩展教学内容、扩展教学形式等多个方面促进口腔种植学发展。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

作者贡献声明 田陶然:论文撰写;张陶:论文指导与审核

参 考 文 献

- [1] Elani H, Starr J, da Silva J, et al. Trends in dental implant use in the US, 1999-2016, and projections to 2026[J]. J Dent Res, 2018, 97(13):1424-1430. DOI: 10.1177/0022034518792567.
- [2] 王方,范震,王佐林.“基于案例”教学法在口腔种植学教学中的实践体会[J]. 口腔颌面外科杂志, 2015, 25(1):69-71. DOI: 10.3969/j.issn.1005-4979.2015.01.20.
- [3] 董豫,杨岚,郭雪琪,等. 线上线下混合式教学模式在口腔种植学教学中的应用与反思[J]. 中国继续医学教育, 2021, 13(32):22-27. DOI: 10.3969/j.issn.1674-9308.2021.32.006.
- [4] 段玉瑜,李妍熹,姚洋. 口腔种植学教育的现状[J]. 重庆医学, 2022, 51(6):1070-1073. DOI: 10.3969/j.issn.1671-8348.2022.06.036.
- [5] 耿威. 数字化口腔种植治疗现状与研究进展[J]. 中国实用口腔杂志, 2016, 9(1):2-9. DOI: 10.7504/kq.2016.01.001.
- [6] 宿玉成. 浅谈数字化口腔种植治疗[J]. 中华口腔医学杂志, 2016, 51(4):194-200. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1002-0098.2016.04.002.
- [7] Joda T, Ferrari M, Gallucci GO, et al. Digital technology in fixed implant prosthodontics[J]. Periodontol 2000, 2017, 73(1):178-192. DOI: 10.1111/prd.12164.
- [8] 高卫民,李幸红. 发达国家牙医学院口腔种植学教学现状[J]. 国外医学(口腔医学分册), 1999, 26(6):344-347.
- [9] 宋应亮,任帅,李德华,等. 口腔种植专业学位研究生教学改革[J]. 西北医学教育, 2014, 22(6):1141-1143. DOI: 10.13555/j.cnki.c.m.e.2014.06.036.
- [10] 赵雪竹,唐志辉,许卫华,等. 仿真颌骨模型结合牙种植手术导板在口腔种植教学中的应用[J]. 中国医学教育技术, 2016, 30(3):313-316. DOI: 10.13566/j.cnki.cmet.cn61-1317/g4.201603.022.
- [11] 姚立敏,杨萌,童昕. All-on-4种植修复中倾斜种植体与轴向种植体失败率及边缘骨丧失的比较:meta分析[J]. 口腔医学, 2021, 41(1):63-70. DOI: 10.13591/j.cnki.kqyx.2021.01.013.
- [12] Handelsman M. Surgical guidelines for dental implant placement[J]. Br Dent J, 2006, 201(3):139-152. DOI: 10.1038/sj.bdj.4813947.
- [13] Mora MA, Chenin DL, Arce RM. Software tools and surgical guides in dental - implant - guided surgery[J]. Dent Clin North Am, 2014, 58(3):597-626. DOI: 10.1016/j.cden.2014.04.001.
- [14] 胡秀莲,蒋析,任抒欣. 种植外科手术导板数字化加工[J]. 中

- 国实用口腔科杂志, 2012, 5(5):266-272. DOI: 10.3969/j.issn.1674-1595.2012.05.003.
- [15] 李晓光, 梁辰. 数字化口腔种植外科导板的临床应用及进展[J]. 重庆医学, 2018, 47(增刊):74-76.
- [16] 李敢, 胡刚刚, 秦海燕, 等. DSD在上颌无牙颌美学种植修复中的临床效果探究[J]. 实用口腔医学杂志, 2020, 6(6):959-963. DOI:10.3969/j.issn.1001-3733.2020.06.025.
- [17] Coachman C, Calamita MA, Sesma N. Dynamic documentation of the smile and the 2D/3D digital smile design process [J]. *Int J Periodontics Restorative Dent*, 2017, 37(2):183-193. DOI: 10.11607/prd.2911.
- [18] Jokstad A. Computer - assisted technologies used in oral rehabilitation and the clinical documentation of alleged advantages: A systematic review [J]. *J Oral Rehabil*, 2017, 44(4):261-290. DOI:10.1111/joor.12483.
- [19] 韩春雨, 王春阳, 蔡青, 等. 基于数字化手术导板引导下的前牙区牙槽突骨折后的美学早期种植修复1例[J]. 口腔医学研究, 2020, 36(1):85-86. DOI: 10.13701/j.cnki.kqxyj.2020.01.020.
- [20] Bohner L, Gamba DD, Hanisch M, et al. Accuracy of digital technologies for the scanning of facial, skeletal, and intraoral tissues: A systematic review[J]. *J Prosthet Dent*, 2019, 121(2):246-251. DOI:10.1016/j.prosdent.2018.01.015.
- [21] 孙方方, 张丽仙, 吴国锋. 下颌运动轨迹记录的数字化技术[J]. 实用口腔医学杂志, 2020, 36(6):980-984. DOI: 10.3969/j.issn.1001-3733.2020.06.035.
- [22] Malmström EM, Karlberg M, Melander A, et al. Zebris versus Myrin: A comparative study between a three - dimensional ultrasound movement analysis and an inclinometer/compass method: Intradvice reliability, concurrent validity, intertester comparison, intratester reliability, and intraindividual variability [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2003, 28(21):E433-E440. DOI: 10.1097/01.BRS.0000090840.45802.D4.
- [23] Sun TM, Lan TH, Pan CY, et al. Dental implant navigation system guide the surgery future [J]. *Kaohsiung J Med Sci*, 2018, 34(1):56-64. DOI: 10.1016/j.kjms.2017.08.011.
- [24] 许丰伟, 尚将, 宋健, 等. 颌骨仿真模型在口腔种植实验教学中的应用效果评价[J]. 上海口腔医学, 2017, 26(5):573-576. DOI: 10.19439/j.sjos.2017.05.023.
- [25] 向琳, 贾懿楠, 韩笑玥, 等. 手部技能在口腔医学教学中的意义及培养策略[J]. 重庆医学, 2021, 50(1):167-171. DOI: 10.3969/j.issn.1671-8348.2021.01.038.

(收稿日期:2022-04-14)

(本文编辑:王嫚)