教学研究

数字化正颌手术设计与模拟在口腔颌面外科本科教学中的应用

胡玲玲　金乾瑞　葛明杰　谢志坚

DOI:10.12337/zgkqjxjyzz.2021.06.007

摘　要

目的：探讨数字化正颌手术设计及手术模拟的实操应用于口腔颌面外科正颌外科教学实践的可行性，并评价效果。**方法**：44 名同年级的口腔医学本科学生随机分为两组（理论组与实操组，各 22 人／组）均进行数字化正颌外科手术设计与模拟的理论授课及课后实操体验，理论组于理论课后即刻进行问卷测试及课程评价，实操组则于理论与实操课全部完成后进行问卷测试及课程评价，对比分析实操课对学生掌握知识点的帮助作用，以及学生对不同授课类型（理论或理论加实操）的体验反馈。**结果**：知识点理解掌握方面，实操组的答题得分（76.4±7.3 分）显著高于理论组（67.5±8.6 分）；特别是在与手术截骨设计、方案制定流程等问题上，实操组得分率显著优于理论组（$P < 0.05$）。学生对课程的评价方面，实操组 78.8% 的同学认为授课内容易于掌握，理论组仅为 51.5%，差异显著（$P < 0.05$）；实操组的授课氛围及参与度的满意率为 71.2%，显著高于理论组 43.9%（$P < 0.05$）；学习兴趣激发方面，实操组稍高于理论组，但无显著差异；总体课程满意度方面，两组均无学生表示不满意，而实操组满意度达到 86.4%，显著高于理论组（$P < 0.05$）。**结论**：数字化手术设计与模拟的实操课结合理论授课具有较好的可行性，在提高教学效果的同时，可激发学生的学习热情和主动性，值得作为常规教学方式推广。

关键词　口腔医学；本科教学；数字化模拟；正颌手术；实操

1　引言

在数字化医学大步发展的当下，口腔医学的相关知识与技术日新月异，特别是正颌外科学与数字化医学紧密结合，经过临床不断的发展完善，已形成了较为成熟、系统的数字化诊疗流程。然而，口

作者单位　浙江大学医学院附属口腔医院·浙江大学口腔医学院·浙江省口腔疾病临床医学研究中心·浙江省口腔生物医学研究重点实验室·浙江大学癌症研究院，
通讯作者　谢志坚
联系方式　13958179558
电子邮箱　xzj66@zju.edu.cn
通讯地址　浙江省杭州市延安路 395 号　口腔颌面外科　杭州，310006
基金项目　浙江大学高等教育“十三五”第一批教学改革研究项目（Zdjg08050）

腔本科教学中口腔颌面外科的正颌外科部分的教学还停留理论大课的授课形式，仅通过 2 ～ 3 学时的理论授课，学生们对该部分知识的了解仍非常抽象，对治疗方案的设计更是毫无概念。此教学改革在理论课基础上，开展正颌外科数字化设计与手术模拟的辅助实践教学，通过充分结合数字化医学、手术模拟操作体验，丰富教学形式，解决书面教学过于平面化、内容晦涩难以理解的问题，并让学生更直观、全面地了解手术术式及相关流程，提高学生对于颌面畸形相关知识点的掌握水平，激发进一步临床学习的积极性。

正畸正颌联合治疗是口腔颌面外科中牙颌面畸形章节的重要内容。传统的正畸正颌联合治疗模式是通过二维的头影测量、石膏模型分析、照片评估等方法得出诊断，正颌手术的设计模拟依托模型外科，再通过手工方式制作合板后用于手术定位。模型外科的程序复杂、操作难度高、容易产生误差、移动指标测量及变化反馈抽象且不够全面，导致正颌手术设计的理念难以普及，学生通过理论学习亦较难理解。

随着近年来数字医学的蓬勃发展，以及“精准医疗”的治疗理念的深入，牙颌面畸形的治疗程序和设计理念得以优化，形成了较为成熟、系统的一体化数字化诊疗流程。特别是数字化正颌外科手术设计与模拟，较传统的治疗模式及模型外科更加便捷、直观、精确；配合口腔扫描、手术导板设计、3D 打印技术，实现了精准医疗的目标，达到令人满意的治疗效果。该流程有较强的临床支撑，可操作性强，硬件配备齐全且软件安装便捷[1]，有易于教学互动的优势，可作为正颌外科学相关的教学内容的补充和改革。

2　对象与方法

2.1　研究对象

选择 44 名同年级的口腔医学本科学生作为研究对象，随机分为理论教学组（22 人）及实操组（22 人），所有研究对象对本研究内容均已知情同意。

2.2　研究方法

为评价教学改革的真实效果及学生反馈情况，兼顾公平公正教学的主旨，本研究由同一名教师分别对两组对象进行授课，课程内容均涵盖理论课及实操课。理论教学组于理论课后即刻进行线上问卷测试及课程评价，并随后进行实操体验课；实操组则于理论课与实操课全部完成后，进行问卷测试及课程评价。

2.3　教学实施

2.3.1　课前资料准备

于课前选取典型骨性Ⅱ类Ⅲ类牙颌面畸形患者各 1 例，收集患者的头颅侧位片、全景片、全头颅 CT 数据（DICOM 格式）、3Shape 牙列扫描数据（STL 格式），3DMD 面部三维成像数据（OBJ 格式）。利用 Dolphin Imaging 11.8 软件进行患者资料整理，并利用 3D 模块完成头颅 CT 的三维重建、牙列数据的精确拟合替代、3D 面部照片拟合，完成手术设计前的资料准备工作（图 1）。

2.3.2　理论课讲授

按照本科教学大纲要求，进行 2 课时的颌面畸形章节相关内容的理论授课。此外，以理论传授形式与学生们分享数字化正颌外科的内容：选取常见手术术式（Lefort Ⅰ型截骨、BSSRO 截骨），结合真实患者数字化诊断、数字化正颌手术设计模拟及

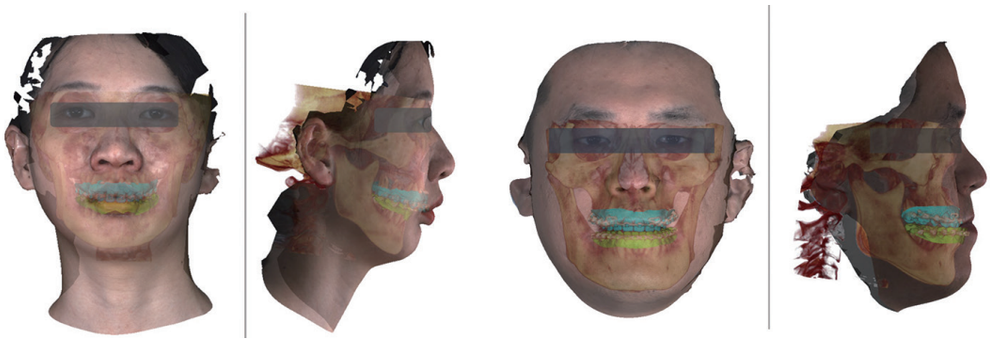


图 1　授课用骨性Ⅱ类、骨性Ⅲ类患者资料

导板制备、术前术后效果对比等完整资料，以 PPT 形式展示分享。

2.3.2　数字化正颌手术设计及模拟实操课

完成以上颌面畸形及数字化正颌外科理论授课后，以 4 ～ 5 人为一组进行数字化正颌手术模拟的实操课体验。教师先介绍软件相关模块的使用方法，示范完整的设计操作流程，包括颌面畸形分析、骨块分割、模拟手术截骨、模拟骨块移动、软组织效果对比等步骤；再带领各组同步进行各项操作，直至完成一次完整的设计流程（图 2）。之后每组同学轮流进行操作体验，现场有 3 名助教辅助指导，每位同学都能体验完整的设计流程。最终以小组为单位完成两个病例的手术设计，并给出设计方案。收集后进行分组展示，教师予以点评及修正。

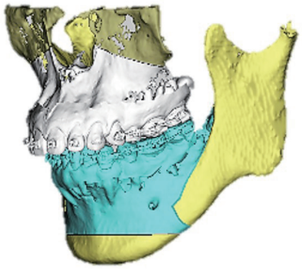
2.4　研究工具

2.4.1　问卷测试

每位研究对象独立进行线上问卷测试，测试题型为单选题（20 题，100 分），测试内容为课程中需要掌握和熟悉的知识点。

2.4.2　课程评价

课程评价以教学反馈评估量化表（表 1）的形式进行“学习内容掌握性”、“授课氛围互动性”、“思维启发积极性”三个维度的反馈，以 1 ～ 5 分梯度打分，认为 5 分为满意或非常认可，3 分及以下为不满意或不认可，计算三个维度的满意率。



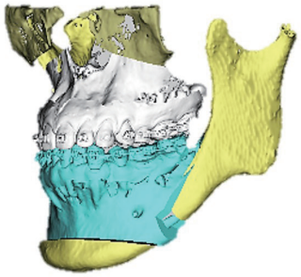


图 2　分组实操体验（左）及模拟截骨演示（右）

表 1　教学反馈评估量化表

教学反馈评估量化表	评分 不符合 → 符合				
学习内容掌握性					
我发现这门课程具有智力挑战性和刺激性	1	2	3	4	5
通过此次课程，我学到了一些我认为有价值的东西	1	2	3	4	5
我所经历的教学方式能帮助我清晰的认识数字化手术设计的流程和要点	1	2	3	4	5
授课氛围互动性					
课程的材料准备妥当，课程内容的讲解很清楚	1	2	3	4	5
我在课程中产生了问题及想法，并进行了相关的分享与讨论	1	2	3	4	5
此次课程的授课氛围良好，师生互动感强	1	2	3	4	5
思维启发积极性					
我感受到了数字化手术设计为临床诊疗带来的便捷性与精准性	1	2	3	4	5
由于本课程的学习，我对该学科的兴趣有所增加	1	2	3	4	5
我对此课程的总评价是：					

2.5　统计学分析

通过 SPSS 12.0 统计软件对问卷测试分数进行数据分析，得分情况采用独立样本 t 检验，正确得分率采用皮尔森 χ^2 检验，检验水准 $\alpha=0.05$。对两组教学反馈评估量化表的各项满意率进行皮尔森 χ^2 检验或 Fisher 精确检验，检验水准 $\alpha=0.05$。

3　结果

3.1　理论知识掌握能力

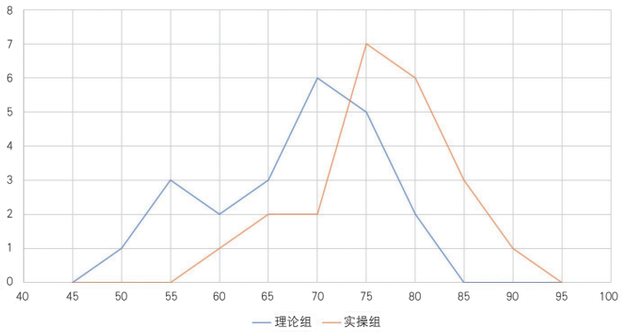
问卷测试结果显示（表 2）：理论教学组平均得分为 67.5±8.6，实操组为 76.4±7.3，特别是在与截骨设计、方案制定流程等手术设计的问题上，实验教学组得分率为 74.2%，显著高于理论教学组的得分率 33.3%（$P<0.05$）；而在基础理论相关的问题上，如骨性畸形的诊断、头影测量定点等，两组得分率无明显差别。

3.2　教学评价

学生对课程的评价方面，通过对教学反馈评估量化表的得分统计，以 5 分为满意或非常认可，3 分及以下为不满意或不认可，分别计算三个维度的满意率（表 3），统计显示实操组 78.8% 的同学认为授课内容易于掌握，理论组仅为 51.5%，差异显著（$P<0.05$）。实操组的授课氛围及参与度的满意率为 71.2%，显著远高于理论组 43.9%；特别是在“我在课程中产生了问题及想法，并进行分享与讨论”中，理论组认可率仅为 18.2%，不认可率高达 45.5%，实操组则呈现显著相反的趋势（$P<0.05$），多数实操组同学进行了主动的互动讨论，仅 13.6% 的同学未参与。在思维启发及进一步学习积极性方面，两组学生均表现出较高的积极性（>70%），实操组较理论组展现出更为浓厚的学习兴趣，但两者无显著差异（$P>0.05$）。总体课程满意度方面，实操组显著高于理论组（$P<0.05$），达到 86.4%，但两类教学方法，均无学生表示不满意（<3 分）。

表 2　问卷测试得分情况及分布

问卷测量得分人数分布



问卷测试得分情况

	<60	60～69	70～79	80～89	90～100
理论组	4	5	11	2	0
实操组	0	3	9	9	1

	平均分[1]	基础理论部分得分率[2]	手术设计部分得分率[2]
理论组	67.5±8.6	56.1%	33.3%
实操组	*76.4±7.3	68.2%	*74.2%

注：[1]t 检验；[2]皮尔森 χ^2 检验；* 两组间对比 $P<0.05$

表 3　教学反馈评估满意度统计表

变量	理论组[1]		实操组[1]		整体满意率[2]	
	5 分	<3 分	5 分	<3 分	理论组	实操组
学习内容掌握性					51.5%	*78.8%
我发现这门课程具有智力挑战性和刺激性	45.5%	13.6%	77.3%	9.1%		
通过此次课程，我学到了一些我认为有价值的东西	63.6%	9.1%	81.8%	4.5%		
能帮助我清晰的认识数字化手术设计流程和要点	45.5%	13.6%	77.3%	4.5%		
授课氛围互动性					43.9%	*71.2%
课程的材料准备妥当，课程内容的讲解很清楚	63.6%	22.7%	81.8%	4.5%		
我在课程中产生了问题及想法，并进行分享与讨论	18.2%	45.5%	*54.5%	*13.6%		
此次课程的授课氛围良好，师生互动感强	50.0%	13.6%	77.3%	0.0%		

续表

变量	理论组[1]		实操组[1]		整体满意率[2]	
	5 分	＜3 分	5 分	＜3 分	理论组	实操组
思维启发积极性					70.5%	77.3%
我感受到了数字化手术设计的便捷性与精准性	81.8%	4.5%	86.4%	0.0%		
由于本课程的学习，我对该学科的兴趣有所增加	59.1%	13.6%	68.2%	9.1%		
我对此课程的总评价					54.5%	*86.4%

注：5 分为满意 / 认可，＜3 分为不满意 / 不认可；[1]Fisher 精确检验；[2]皮尔森 x2 检验；* 两组对比检验，$P < 0.05$

4　讨论

4.1　数字化融入医学教学是大势所趋

随着计算机图像及处理技术的发展，数字化医学也随之蓬勃发展，以其可视性、易操作性、可重复性、精确性等优势，在口腔颌面外科的创伤、肿瘤、正颌外科等领域已有较广泛的临床应用。Wang[2]等发现虚拟截骨模拟系统可令受试者快速、直观的学习解剖结构，显著提高对手术的理解，掌握手术操作，具有更好的教学效果。何锦泉[3]等人在正颌外科教学中将数字化三维设计与模拟系统的应用对同学们进行了展示介绍，让同学们在传统教学的理论之外初步体会到了数字化对正颌手术设计的帮助；刘华蔚[4]等人利用数字化三维手术模拟系统结合3D打印技术应用于颌骨缺损重建手术教学培训，获得了较好的反馈[5]。由此，在口腔颌面外科本科教育中融入数字化医学的内容，亦是大势所趋，是教学改革的热点。

4.2　教学研究需兼顾公平公正

此次教学改革，是在理论授课中也增加了 PPT 形式的数字化正颌外科的内容，并立即开展相应的手术模拟实操体验，由教师带领各组同步进行各项操作，要求每位学生都体验完整的设计流程，并最终以小组为单位共同完成病例设计的作业。理论 + 实操双重体会的模式，期以让学生们直观地感受相关解剖及手术截骨的要点，并从中真切的感受数字化医学的魅力，激发进一步学习的兴趣。

本次研究优势在于，虽建立了对照的两个分组，但两组均开展了完整的双课模式，仅通过在两个时间节点——理论课后或实操课后，分别进行测试及反馈，在保障教学改革反馈真实有效的同时，规避了多数教学改革中对照组的教学内容缺失的问题，切实确保了每位同学的学习公正公平。

4.3　数字化技术助力教学不断丰富

问卷测试的统计结果及课程评价反馈的差异，大多在课题组的期望内，特别是在与截骨设计、方案制定流程等手术设计的问题得分差异显著，提示实操对知识点理解、特别是截骨与设计的方面具有绝对的帮助作用；但有趣的是，在基础理论相关的问题上，如骨性畸形的诊断、头影测量定点等，两组得分率无明显差别，这也提示不能忽略理论教学对学生掌握基础理论的重要作用。

学生对课程的评价反馈亦获得了较为惊喜与意外的结果。颌面畸形以及正颌的截骨术式本就是相对复杂抽象的内容，通过实操训练，学生们得以更容易地理解掌握知识点，并且通过真实模拟操作，极大地增加了课程的趣味性，发现了更多的问题并能够产生互动，学生们的授课氛围及参与度的满意率大为提高。有趣的是，在思维启发及进一步学习积极性方面，两组学生均表现出较高的积极性（＞70%），但差异并不明显，提示结合数字化模拟相关病例及内容的理论授课形式，亦能引发学生们的学习兴趣，可能是正颌手术的“变美”效果就能够极大地刺激学生的感官，便能够一定程度激发学生的学习热情。

对于教学总体评价，实操组的满意度显著高于理论组，学生们表示“授课风格非常新颖，认为比传统理论教学及平面课本授课更容易理解相关的知识点，手动操作进行手术设计非常有助于掌握相关术式要点”，课程受到了学生们的欢迎，也进一步鼓励了此次教学的改革改良；但也有学生表示“每个同学的体验时间比较短，软件操作学习较为复杂，难以快速掌握，希望可以有更多的练习机会”，这也对后期实验课相关计算机硬件配备数量及课时安

排的改进提供了参考。

进一步的教学优化，可辅助利用 3D 打印技术，将头颅骨及分割骨块进行精确打印，实体模型相较于屏幕内的虚拟骨块能更为直观地展示细节，感受方位，且可大大降低成本，便于携带及实时教学，利用率更高 [5 ~ 7]。混合现实技术也是教学改革的热点 [8 ~ 10]，可作为理论授课与虚拟手术设计后更进一步的手术教学。利用 VR 技术，实现三维交互的沉浸式体验，可让受训者体验逼真的手术环境、实现与颌面解剖部位的互动，并在观看近距离立体三维手术视频的同时应用手术器械 [10]，不仅可以使初学者对手术操作有感性认识及切身体会，也可以利用此技术对促进高年资医生的相互交流以及医患沟通。如今新型冠状病毒肺炎疫情对教学的影响仍然不可控，在加速推动线上理论教学开展的同时 [11 ~ 12]，更是对数字化虚拟仿真、VR 等技术融入教学的催化剂 [13 ~ 15]，亦是新时代师生共同期盼的教学模式。

5 结语

将数字化手术设计与模拟系统引入口腔医学本科生的教学中的教学改革，具有较好的可行性，在提高相关内容的教学效果的同时，可激发学生的学习热情和主动性，值得作为常规教学方式推广。

参考文献

[1] 纪焕中 , 毕瑞野 , 杜文 , 等 . Dolphin 软件在口腔颌面外科教学中的应用 [J]. 中国医学教育技术 , 2019, 33(3):4.

[2] Wang H, Wang F, Newman S, et al. Application of an innovative computerized virtual planning system in acetabular fracture surgery: A feasibility study[J]. Injury, 2016.

[3] 何锦泉 , 朴正国 , 欧阳可雄等 , 数字化三维设计与模拟系统在正颌外科教学实践中的应用 [J]. 课程教育研究 , 2018(6).

[4] 刘华蔚 , 毕文婷 , 李永锋 , 等 . 数字化技术在颌骨缺损重建手术教学中的应用 [J]. 中华老年口腔医学杂志 , 2018, v.16；No.82(04):53-55+64.

[5] 王珂 , 项涛 , 汤亚玲 , 梁新华 .3D 打印技术在口腔颌面外科实验教学中的应用 [J]. 国际口腔医学杂志 , 2018, 45(1):119-124.

[6] Kavanagh K R, Cote V, Tsui Y, et al. Pediatric laryngeal simulator using 3D printed models: A novel technique[J]. The Laryngoscope, 2016.

[7] Dong D, Liu W, Wu S, et al. Use of high - fidelity 3 - dimensional–printed models for training novice residents in basic nasal endoscopic skills[J]. International Forum of Allergy & Rhinology, 2020.

[8] Mcknight R R, Pean C A, Buck J S, et al. Virtual Reality and Augmented Reality—Translating Surgical Training into Surgical Technique[J]. Current Reviews in Musculoskeletal Medicine, 2020, 13(B).

[9] 张钰芳 , 胡砚平 , 杨海东 . 混合现实技术在口腔颌面外科教学中的应用研究 [J]. 中国继续医学教育 , 2020, 12(29):4.

[10] Pulijala Y, Ma M, Pears M, et al. An innovative virtual reality training tool for orthognathic surgery[J]. INTERNATIONAL JOURNAL OF ORAL AND MAXILLOFACIAL SURGERY, 2018, 47(9): 1199-1205.

[11] 梁莉 , 刘洪臣 . 新冠肺炎疫情防控期间口腔实习生带教方法探索 [J]. 口腔颌面修复学杂志 , 2020(3):4.

[12] 刘燕菲 , 李运峰 . 新冠肺炎疫情期间 SPOC 在口腔颌面外科教学中的应用 [J]. 卫生职业教育 , 2020, 38(20):2.

[13] Singh R P, Javaid M, Kataria R, et al. Significant applications of virtual reality for COVID-19 pandemic[J]. Diabetes and Metabolic Syndrome Clinical Research and Reviews, 2020, 14(4).

[14] Joos E, Zivkovic I, Shariff F. Virtual learning in global surgery: current strategies and adaptation for the COVID-19 pandemic. IJS Global Health 2021;4(1):e42.

[15] Ponti R D, J Marazzato, Maresca A M, et al. Pre-graduation medical training including virtual reality during COVID-19 pandemic: a report on students' perception[J]. BMC Medical Education, 2020, 20(1):332.