·临床教学·

基于薄层CT影像的3D虚拟重建及打印技术在“网络云+双轨”教学中的应用研究

向光宇[1,2]　李家贺[1]　季刚[3]　郭欣[3]　张继朋[2]　卢强[2]

[1]空军军医大学基础医学院，西安　710032；[2]空军军医大学唐都医院胸外科，西安　710038；[3]空军军医大学西京医院消化外科，西安　710032

通信作者：卢强，Email：luqiang@fmmu.edu.cn

【摘要】　目的　探索基于薄层CT影像的3D虚拟重建及打印技术在“网络云+双轨”教学中的应用前景。**方法**　选取2021年4月至2022年4月期间在空军军医大学第二附属医院见习的医学学员共120名作为研究对象，分为试验组和对照组各60名。试验组采用3D虚拟重建及打印技术辅助的“网络云+双轨”教学；对照组采用“网络云+双轨”教学。经过6个月学习后，通过闭卷考试、技能操作、演讲答辩和问卷调查4种方式比较教学效果。采用SPSS 23.0进行t检验和卡方检验。**结果**　试验组在出科考试中，理论知识考核（84.25 ± 5.53）分、操作技能考核（87.68 ± 5.72）分，均优于对照组的（79.43 ± 6.69）分、（82.97 ± 5.32）分，差异有统计学意义（P<0.001）。试验组在演讲[（44.90 ± 2.56）分]与答辩[（45.83 ± 2.62）分]两个环节中的成绩均高于对照组的（41.88 ± 2.71）分、（43.85 ± 2.56）分，差异有统计学意义（P<0.001）。在调查问卷中，试验组见习学员的实践能力、主动学习能力、表达能力和实习期开设医学人文特色网络学习，宣传新思想、新理论。构建网络资源平台、微信公众号，充分发挥网络优势，从而进行相应的育人活动，推进智慧校园建设，提升网络育人成效。

利益冲突　所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明　任晓旭、吕莹、葛思彤、张也：提出论文构思、撰写论文；林岩、纪慧：审定论文

参考文献

[1] 梅雅琴，黄铁军，艾伟，等. 医学生人文素养状况的问卷调查与研究[J]. 中国高等医学教育，2021(2)：29-30. DOI: 10.3969/j.issn.1002-1701.2021.02.015.

[2] 胡纯，许建强. “健康中国”战略下医学生人文精神培育的途径[J]. 中国继续医学教育，2020，12(2)：60-63. DOI: 10.3969/j.issn.1674-9308.2020.02.025.

[3] 石晓兰，殷佩浩，季喻玲，等. 以社会实践为载体的医学生人文素养培育研究[J]. 中医药管理杂志，2019，27(14)：21-22. DOI: 10.16690/j.cnki.1007-9203.2019.14.011.

[4] 于诗源. 新时代背景下高校思想政治教育“三全育人”策略分析[J]. 辽宁经济职业技术学院(辽宁经济管理干部学院学报)，2019，30(3)：85-87. DOI: 10.3969/j.issn.1672-5646.2019.03.027.

[5] 翁律侃，郑宁. 课程思政融入医学生职业精神养成路径探索[J]. 中国医学伦理学，2021，34(5)：612-615. DOI: 10.12026/j.issn.1001-8565.2021.05.18.

[6] 黄培，钱红英. 基于不同人群的医学生与在职医师人文素养知信行调研分析及思考[J]. 中国医学教育技术，2019，33(5)：625-630. DOI: 10.13566/j.cnki.cmet.cn61-1317/g4.201905030.

[7] 肖纯凌. 将医德教育贯穿医学生培养的全过程[J]. 辽宁教育研究，2008(2)：117-119. DOI: 10.16697/j.cnki.xdjygl.2008.02.001.

[8] 周志新，吴世韫，刘志浩，等. 医学生人文素质教育现状调查及对策研究[J]. 医学教育管理，2020，6(5)：461-465. DOI: 10.3969/j.issn.2096-045X.2020.05.010.

[9] 孙磊，王宽垒，袁泽龙，等. 某高校医学生人文素质教育培养现状调查[J]. 中国病案，2021，22(5)：84-87. DOI: 10.3969/j.issn.1672-2566.2021.05.031.

[10] 李梦华，张璞方，郭延东. 医教协同背景下深化医学生人文素养培育探索[J]. 中国中医药现代远程教育，2021，19(12)：35-37. DOI: 10.3969/j.issn.1672-2779.2021.12.013.

[11] 刘璇，郭玉宇. “立德树人”视域下医学生的医德教育[J]. 南京医科大学学报(社会科学版)，2019，19(2)：159-162. DOI: 10.7655/NYDXBSS20190218.

（收稿日期：2022-02-11）

（本文编辑：唐宗顺）

积极性的评分均显著高于对照组（P<0.001），获取信息能力的评分高于对照组，差异均有统计学意义（P<0.001）。**结论**　3D虚拟重建及打印技术辅助下的“网络云+双轨”教学可显著提升学员的客观学习效果与主观学习能动性，具有较高的教学应用与推广价值。

【关键词】 教育云平台；　双轨教学；　3D虚拟重建；　3D打印

【中图分类号】 R-05

基金项目：陕西省高等教育学会重点项目（XGH20016）；空军军医大学校级教学课题重点项目

DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20221227-01384

Application of 3D virtual reconstruction and printing technology based on thin-slice CT images in network cloud+dual-track teaching

Xiang Guangyu[1,2], Li Jiahe[1], Ji Gang[3], Guo Xin[3], Zhang Jipeng[2], Lu Qiang[2]

[1] Basic Medical College, Air Force Medical University, Xi'an 710032, China; [2] Department of Thoracic Surgery, Tangdu Hospital, Air Force Medical University, Xi'an 710038, China; [3] Department of Digestive Surgery, Xijing Hospital, Air Force Medical University, Xi'an 710032, China

Corresponding author: Lu Qiang. Email: luqiang@fmmu.edu.cn

【Abstract】 **Objective**　To investigate the application prospect of 3D virtual reconstruction and printing technology based on thin-slice CT images in network cloud+dual-track teaching. **Methods**　A total of 120 medical students who were on probation in The Second Affiliated Hospital of Air Force Medical University from April 2021 to April 2022 were selected as subjects and were randomly divided into experimental group and control group, with 60 students in each group. The students in the experimental group received 3D virtual reconstruction and printing technology combined with network cloud+dual-track teaching, and those in the control group received network cloud+dual-track teaching alone. After 6 months of learning, the teaching effect was compared by closed-book examination, skill operation, speech defense, and questionnaire survey. SPSS 23.0 was used for the t-test and the chi-square test. **Results**　Compared with the control group in terms of department examination, the experimental group had significantly better scores of theoretical knowledge [(84.25 ± 5.53) vs. (79.43 ± 6.69), P<0.001] and operational skills [(87.68 ± 5.72) vs. (82.97 ± 5.32), P<0.001]. The experimental group had significantly higher scores than the control group in speech [(44.90 ± 2.56) vs. (41.88 ± 2.71), P<0.001] and defense [(45.83 ± 2.62) vs. (43.85 ± 2.56), P<0.001]. The questionnaire survey showed that compared with the control group, the experimental group had significantly higher scores of practical ability, active learning ability, expression ability, practice enthusiasm, and information acquisition ability (P<0.001). **Conclusion**　The network cloud+dual-track teaching model assisted by 3D virtual reconstruction and printing technology can significantly improve the objective learning effect and subjective learning initiative of students and has a relatively high value of teaching application and promotion.

【Key words】 Education cloud platform;　Dual-track teaching;　3D virtual reconstruction;　3D printing

Fund program: Key Project of Shaanxi Higher Education Association (XGH20016); Key Teaching Project of Air Force Medical University

DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20221227-01384

基于问题的学习是一种通过鼓励学生间相互合作，自主发现问题和小组解决问题的教育模式[1]。研究表明，这种模式不仅能够提升学生的专业知识和语言表达能力，而且还能激发学习的主观能动性[2]。基于团队的学习不仅延续了PBL“小组教学与学习”的优势，而且教学过程不需要大量教师，大大缓解了教师资源紧缺的问题[3-4]。

网络云教学是指通过网络云端将传统的线下

课堂转移到线上，它包括教育信息化所需的基本硬件资源，以及形成的网络平台[5]。前期研究表明，“网络云+双轨（PBL+TBL）”的混合式教学更有助于提高学生的学习效果与综合能力，并且这种教学模式更易被学生接受和使用[6]。3D虚拟重建及打印技术能够根据病情将病灶部位和解剖部位同时展现在打印的教学模具上[7]，有助于学生充分理解机体在发生疾病时的具体解剖及病理生理等理论知识。因其独特的医学临床应用价值，该技术已经广泛应用在了医疗领域[8]。尤其在个性化的实习教学方面，3D虚拟重建及打印技术有着良好的应用效果[9-10]。本研究探讨在3D虚拟重建及打印技术辅助下结合“网络云+双轨”教学，对学员的客观学习效果与主观学习能动性的应用价值。

1　对象与方法

1.1　对象及分组

本研究选取在空军军医大学第二附属医院见习的医学学员共120名，研究对象中男性为54名（45%）、女性为66名（55%），年龄为（21.2 ± 0.8）岁。将学员随机分为试验组与对照组（各60名），两组学员的年龄、性别、学历等方面差异均无统计学意义（P>0.05）。参与研究学员均为五年制临床医学专业大四学员，且在本次研究前均未接触过与胸腔外科及影像学相关的教育。

1.2　教学方法

对照组学生通过教育云平台与教师进行即时在线沟通，教师通过教育云平台布置任务并解答相关问题。在教育云平台的基础上结合双轨教学完成基础理论学习、实践操作训练和科研训练等工作。

试验组除了添加3D打印的模型学习及术中3D打印与真实解剖的对照学习的辅助教学外，其他教学方式及教学内容均与对照组相同。以试验组为例：①分组。将试验组学生随机分为10个小组，每小组6人。②病例学习。选择10位肺部相关疾病（前纵隔肿瘤、肺结核、胸壁肿瘤、肺癌等）的住院患者，学生以小组为单位随机诊查这10位患者，保证每位患者均接受2次小组诊查，教师在学生完成诊查患者后须进行点评及示教规范的检查及操作手法。③分析3D虚拟重建图及打印教学模具。诊查完患者后，向试验组学生展示3D虚拟重建图与3D打印的模型，并基于重建图、模型及术中实体解剖对肺部解剖结构进行详细分析。④“网络云+双轨”教学。教师在教育云平台上提前安排好肺部相关疾病的预习目标，并布置相关习题以检验学生的独立预习效果。学生用学号登录自己的教育云平台账号自主完成预习题目，并由教师对测试结果进行统计，在课堂正式开始前进行线上总结与讲评。此外，教师还需在教育云平台上提前发布肺部相关疾病的病例，学生在课前围绕公布的线上病例由浅入深地提出问题并共享在教育云平台上。随后，小组间自行提前安排好问题的分配。

课堂正式开始时，在教师的指导下由组内成员共同围绕病例的诊断、治疗与预后进行讨论与分析，并在课堂上共同解决小组分配到的问题。在下课前，由教师通过教育云平台对各组内解决的问题进行线上共享，并对本次讨论的所有病例按照“诊断–治疗–预后”的临床思维流程进行梳理与总结。

1.3　效果评估

1.3.1　理论知识考核

两组学员在完成胸外科临床见习后均接受理论知识考试。考试内容涉及正常胸部生理知识与纵隔肿瘤、肺结核、胸壁肿瘤、肺癌等相关疾病知识，总分100分，检验学员对胸部疾病临床诊治的掌握程度，分别比较两组学生的理论成绩。

1.3.2　操作技能考核

两组学员在完成理论知识考核后均接受操作技能测试，考核内容包括体格检查、穿刺和缝合。总分100分，其中体格检查满分为40分，穿刺与缝合满分均为30分。具体评分细则为：①体格检查：有良好医德修养、体现人文关怀（10分）；检查项目全面、规范、有序、正确（30分）。②穿刺：预备工作准备无误（5分）；穿刺操作有序、规范（5分），穿刺部位正确（5分），器械使用正确（10分）；术后嘱咐（5分）。③缝合：创面对合严密（10分）；针距疏密适当（10分）；打结松紧适宜（5分）；剪线留取长度适当（5分）。

1.3.3　演讲与答辩

由先前所分配的6人小组进行组内分工，完成

演讲稿编写、PPT制作、答辩论点准备等课前工作。课堂上每小组选派组内一位代表进行学术演讲，每小组完成演讲后由5位教师进行演讲评分。随后对小组提出学术问题由小组组员进行答辩。最后由5位教师对答辩环节进行评分，取平均分作为该小组最终成绩，总分100分，其中演讲总分与答辩总分均为50分。具体评分细则为：①演讲环节：演讲者衣着得体、举止大方、声音洪亮（10分）；演讲者能清晰阐述汇报内容并表达观点（20分）；演讲内容严谨可靠，PPT制作精良（20分）。②答辩环节：回答者观点切合所提问题（10分）；回答者观点严谨科学（20分）；回答者观点能解决所提问题（20分）。

1.3.4　问卷调查

采用20分制量表，了解两种教学模式对于学员的实践能力、主动学习能力、表达能力、获取信息能力和实习积极性的影响程度。

1.4　统计学方法

数据均采用SPSS 23.0进行统计分析。计量资料用（均数 ± 标准差）表示，组间比较采用独立样本 t 检验；计数资料组间比较采用卡方检验。检验水准 α=0.05。

2　结果

2.1　两组学员理论知识考核与操作技能考核成绩比较

试验组学员在出科考试中，理论成绩与操作技能成绩总分均高于对照组，差异均有统计学意义（P<0.001）（表1）。

表1　闭卷考试理论成绩的比较[n=60，($\bar{x} \pm s$)，分]

组别	理论知识考核	操作技能考核
试验组	84.25 ± 5.53	87.68 ± 5.72
对照组	79.43 ± 6.69	82.97 ± 5.32
t值	4.30	4.68
P值	<0.001	<0.001

2.2　两组学员操作技能各分项考核成绩比较

操作技能考核中，试验组学员在体格检查、穿刺和缝合3项测试成绩均较高于对照组，差异有统计学意义（表2）。

表2　操作技能考核中两组各项成绩的比较[n=60，($\bar{x} \pm s$)，分]

组别	体格检查	穿刺	缝合
试验组	35.77 ± 2.90	25.88 ± 3.23	26.05 ± 2.75
对照组	34.43 ± 2.52	24.43 ± 2.49	24.10 ± 2.93
t值	2.69	2.75	3.76
P值	0.008	0.007	<0.001

2.3　研究论文答辩

试验组学员的演讲与答辩成绩均高于对照组，差异有统计学意义（表3）。

表3　研究论文答辩中成绩比较[n=60，($\bar{x} \pm s$)，分]

组别	演讲成绩	答辩成绩
试验组	44.90 ± 2.56	45.83 ± 2.62
对照组	41.88 ± 2.71	43.85 ± 2.56
t值	6.26	4.19
P值	<0.001	<0.001

2.4　问卷调查

试验组学员在教学满意度调查中对实践能力、主动学习、表达能力、实习积极性的评分均显著高于对照组（P<0.001），对获取信息的评分高于对照组（表4）。

3　讨论

3D虚拟重建技术已广泛应用于胸腔外科、整形外科、脊柱外科、颌面外科、神经外科和心脏外科的术前分析中[11]，尤其是一些需要模拟进行的动态生理状态，比如心脏法洛四联症。学员们可以通过模拟的三维影像、观察血液循环不同时间段的心脏内血流情况，更为直观地学习与掌握相关的病理生理知识，弥补了经验不足的学员在观察CT平面图时缺少的立体定位感观。3D打印技术可以将病灶与人

表4　学员对教学满意度各项评分比较[n=60，($\bar{x} \pm s$)，分]

组别	实践能力	主动学习	表达能力	获取信息	实习积极性	总分
试验组	18.57 ± 1.09	18.13 ± 1.11	18.22 ± 1.14	17.83 ± 2.55	18.48 ± 1.19	91.55 ± 3.93
对照组	15.53 ± 0.93	16.08 ± 0.85	16.68 ± 1.16	16.75 ± 1.23	15.98 ± 1.24	81.03 ± 2.93
t值	16.36	11.35	7.32	2.97	11.28	16.62
P值	<0.001	<0.001	<0.001	0.004	<0.001	<0.001

体周围正常解剖结构以1∶1打印出来，让学员在学习过程中做到“眼见为实”“所见即所得”。尤其在难以理解的心脏、大脑等复杂解剖器官方面，有着传统PPT、二维动画及3D虚拟重建等方式难以企及的教学优势。

TBL教学被认为是克服教师资源紧缺问题的一种方法[12]。PBL教学则更加注重提升学员的临床推理与团队合作能力[13]。网络云能够实现对教学资源及时更新与教学内容实时补充。在TBL教学前增加以真实临床病例为基础的PBL教学，在云交互过程中随时设定具体患者需要解决的问题，克服TBL教学中自学阶段学员无明确学习目标及学习动力不足的缺点，提高学员的自主学习能力。PBL教学提出问题时能够加强教师的引导，根据患者的具体情况按临床思路设定问题，并在云交互过程中进行及时调整，克服PBL教学中学员提出问题过于分散的缺点。采用“网络云+双轨”教学，可以有效提高师生间沟通效率，突破传统课堂教学时间及空间限制，有效保障PBL与TBL教学进度[6]。

本研究首次将3D虚拟重建及打印技术应用于“网络云+双轨”教学中，探究在3D虚拟重建及打印技术的辅助下，学员理论方面的客观学习效果与主观学习能动性是否有更显著的应用价值。研究结果显示：新型教学方法，可以将抽象的理论知识转化为实际可见的互动三维影像或者1∶1的实体教学模具，克服了学员们在“网络云+双轨”学习中可能遇到的理论知识过于抽象，难以理解的难题。试验组学员在出科考试中理论成绩、技能操作考核成绩与演讲答辩成绩均高于对照组，客观学习效果突出。同时，试验组学员通过三维影像与实体教学模具进行学习，简化了教师的教学过程，降低了学员对专业理论知识的理解难度，提高了教学质量及教学兴趣。在问卷调查中对教学满意度的各项评分均高于对照组，教师的临床教学效果突出，学员主观学习能动性良好。

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明 向光宇、李家贺、季刚、郭欣：提出论文构思、研究设计、完成实验、撰写论文；张继朋、卢强：总体把关、审订论文

参考文献

[1] Wiznia D, Korom R, Marzuk P, et al. PBL 2.0: enhancing problem-based learning through increased student participation [J]. Med Educ Online, 2012(17): 17375. DOI: 10.3402/meo. v17i0. 17375.

[2] Torre DM, van der Vleuten C, Dolmans D. Theoretical perspectives and applications of group learning in PBL [J]. Med Teach, 2016, 38(2): 189-195. DOI: 10.3109/0142159X.2015.1009429.

[3] Burgess A, Bleasel J, Hickson J, et al. Team-based learning replaces problem-based learning at a large medical school [J]. BMC Med Educ, 2020, 20(1): 492. DOI: 10.1186/s12909-020-02362-4.

[4] Burgess A, Bleasel J, Haq I, et al. Team-based learning (TBL) in the medical curriculum: better than PBL? [J]. BMC Med Educ, 2017, 17(1): 243. DOI: 10.1186/s12909-017-1068-z.

[5] Amaxilatis D, Akrivopoulos O, Mylonas G, et al. An IoT-based solution for monitoring a fleet of educational buildings focusing on energy efficiency [J]. Sensors, 2017, 17(10): 2296. DOI: 10.3390/s17102296.

[6] 卢强，王东光，陈慧芸，等. “教育云+双轨”教学在胸外科继续医学教育中的应用研究[J]. 中华医学教育探索杂志，2021，20(9)：982-986. DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20200402-00611.

[7] Zhang X, Xu Z, Tan L, et al. Application of three-dimensional reconstruction and printing as an elective course for undergraduate medical students: an exploratory trial [J]. Surg Radiol Anat, 2019, 41(10): 1193-1204. DOI: 10.1007/s00276-019-02248-1.

[8] Pugliese L, Marconi S, Negrello E, et al. The clinical use of 3D printing in surgery [J]. Updates Surg, 2018, 70(3): 381-388. DOI: 10.1007/s13304-018-0586-5.

[9] Andolfi C, Plana A, Kania P, et al. Usefulness of three-dimensional modeling in surgical planning, resident training, and patient education [J]. J Laparoendosc Adv Surg Tech A, 2017, 27(5): 512-515. DOI: 10.1089/lap.2016.0421.

[10] Cai B, Rajendran K, Bay BH, et al. The effects of a functional three-dimensional (3D) printed knee joint simulator in improving anatomical spatial knowledge [J]. Anat Sci Educ, 2019, 12(6): 610-618. DOI: 10.1002/ase.1847.

[11] Luu K, Pakdel A, Wang E, et al. In house virtual surgery and 3D complex head and neck reconstruction [J]. J Otolaryngol Head Neck Surg, 2018, 47(1): 75. DOI: 10.1186/s40463-018-0320-9.

[12] van der Vleuten CPM, Schuwirth LWT. Assessment in the context of problem-based learning [J]. Adv Health Sci Educ Theory Pract, 2019, 24(5): 903-914. DOI: 10.1007/s10459-019-09909-1.

[13] 刘冰，聂嘉俊，蒋军喜，等. 网络教学平台在课程教学中的使用效果与建议[J]. 中国教育技术装备，2013(24)：99-100. DOI: 10.3969/j.issn.1671-489X.2013.24.099.

（收稿日期：2022-12-27）

（本文编辑：唐宗顺）