·模拟医学教学·

3D打印技术在脊柱外科临床见习教学中的应用

刘瑶瑶[1]　辛晓玥[2]　殷翔[1]　刘佰易[1]　范伟力[1]　刘鹏[1]　赵建华[1]
[1]陆军军医大学第三附属医院脊柱外科，重庆　400038；[2]重庆市涪陵区中医院外科　408000
通信作者：赵建华，Email：153002726@qq.com

【摘要】 目的　探索 3D 打印技术在脊柱外科临床见习教学中的应用。**方法**　以 38 名进入脊柱外科见习的临床医学八年制医学生为研究对象，随机分为实验组（19 人）与对照组（19 人）。以齿状突骨折为例，对照组采用传统方式进行带教，实验组在传统教学基础上结合 3D 打印技术带教。见习结束后对两组学生进行理论考核和模拟手术操作以评价教学效果，采用 SPSS 17.0 进行统计学分析，组间计量资料的比较采用 t 检验。**结果**　对照组课后即刻考核和课后 1 个月考核的成绩分别为（82.23 ± 7.52）、（72.36 ± 6.39）分，实验组课后即刻考核和课后 1 个月考核的成绩分别为（85.58 ± 6.32）、（80.87 ± 6.23）分。实验组两次考核成绩均明显高于对照组，差异有统计学意义（P<0.05）。**结论**　3D 打印技术在脊柱外科临床见习中能明显提高教学效果，具有良好的应用前景。

【关键词】 3D 打印技术；　临床见习；　脊柱外科
【中图分类号】 R6
基金项目：陆军军医大学科技成果转化基金项目（2016ZXH15）
DOI：10.3760/cma.j.issn.2095-1485.2019.03.007

Application of 3D printing technique in clinical practice of spinal surgery

Liu Yaoyao[1], Xin Xiaoyue[2], Yin Xiang[1], Liu Baiyi[1], Fan Weili[1], Liu Peng[1], Zhao Jianhua[1]
[1]Department of Spinal Surgery, Daping Hospital Affiliated to Army Medical University, Chongqing 400038, China; [2]Department of General Surgery, Traditional Chinese Medicine Hospital of Fuling District of Chongqing, Fuling 408000, China
Corresponding author: Zhao Jianhua, Email: 153002726@qq.com

【Abstract】 Objective　To explore the application of 3D printing technology in clinical apprenticeship teaching in spinal surgery. **Methods**　38 eight-year clinical medical students admitted to the Department of Spine Surgery were randomly divided into experimental group (19 patients) and control group (19 patients). Taking odontoid fracture as an example. The traditional method is used for teaching, and the experimental group is taught with traditional teaching method combined with 3D printing technology. After the apprenticeship, the students of the two groups were tested in theory and simulated operation to evaluate the teaching effect. SPSS 17.0 was used for statistical analysis. The measurement data was expressed as mean ± standard deviation, and the t-test was used to compare the measurement data between two groups. **Results**　The results showed that the scores of immediate examination and one month after class in the control group were (82.23 ± 7.52) and (72.36 ± 6.39) points respectively. The scores of immediate examination and one month after the class in the experimental group were (85.58 ± 6.32), (80.87 ± 6.23). The scores of the two examinations in the experimental group were significantly higher than those in control group, and the differences were statistically significant (P<0.05). **Conclusion**　The 3D printing technology can significantly improve the teaching effect in the clinical apprenticeship teaching of spine surgery, and it has a bright prospect for application.

【Key words】 3D printing technology;　Clinical practice;　Spinal surgery
Fund program:　Science and Technology Achievement Transformation Fund Project of Army Medical

University (2016ZXH15)
DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-1485.2019.03.007

脊柱由脊椎骨、椎间盘、椎间关节、椎旁关节、韧带及肌肉连接而成,内容脊髓,支撑头颅,毗邻胸腔、腹腔,生理结构极为复杂,不利于医学生识记和理解。而传统脊柱外科临床见习教学往往以教师为主体,学生为被动客体,由教师通过 PPT、示意图、影像学照片等方式讲授相关的病理生理基本知识和理论,导致学生缺乏直观感受,短时记忆及长时记忆效果不佳,教学效果不尽如人意。3D 打印技术可根据需要快速成型、个体化定制、批量生产高精度模型,在医疗领域已有初步应用和研究[1-5],在创伤骨科教学方面亦有初步探索[6]。

陆军军医大学第三临床医学院脊柱外科在传统教学方法基础上利用 3D 打印技术;根据患者影像学资料制作个体化、精确化颈椎模型,真实再现患者脊柱的各种生理、病理状态,帮助医学生识记脊柱的生理病理机制、临床典型症状、骨折的移位、粉碎程度、手术方式等,有助于提高脊柱外科临床见习效果,有望在临床医学见习教学中推广应用,达到培养实用型、技能型医学人才的目的[7]。

1　对象与方法

1.1　脊柱外科教学目标和要求

通过脊柱外科临床实习,把所学到的基础理论知识综合运用于临床实践,加深对脊柱外科常见病的认识。掌握脊柱外科常见病的诊治和基本操作技能,培养临床思维能力和独立操作能力。树立全心全意为人民服务的思想和良好的医德医风,为今后从事临床工作打下良好的基础。

1.2　教学对象与分组

教学对象为陆军军医大学 2011、2012 级八年制本科学员 38 名,其中男生 34 名,女生 4 名,系我校培养的第 8、9 批八年制学员。学员前三年在长沙国防科技大学完成了三年的理工科基础知识学习,具备扎实的理工科基础。返校后,学员通过 1.5 年的时间完成解剖、生物化学等医学基础知识的学习,之后转入临床课程学习和见习,本研究中学员处于临床见习期。将 38 名学员随机分为实验组和对照组,每组各 19名。两组一般资料差异无统计学意义,具有可比性(P>0.05)。

1.3　实施方法

以陆军军医大学第三临床医学院脊柱外科一例枢椎齿状突骨折患者为例进行教学。要求见习医学生掌握齿状突骨折的诊断及治疗,熟悉颈椎解剖,了解齿状突骨折的手术过程。

1.3.1　病史及 3D 打印过程

杨某,男,72 岁,因“摔伤后颈部疼痛、四肢乏力、行走困难 30 年”入院就诊,入院行颈部 MRI 检查提示枢椎齿状突陈旧性骨折伴脊髓损伤(图 1 至图 3)。颈椎 3D 模型制作过程如下:①提取该患者脊柱 CT 薄层平扫图片(德国西门子 64 排螺旋CT),导入西安点云生物陶瓷打印机(PCPrinter BC 160H)进行建模。②建模内容主要包括骨组织、椎间盘组织、脊髓及神经管组织,而血管、脑脊液、肌肉等组织由于跟本次见习教学内容关系不大,且容易遮挡主要的目标结构,故予以去除。③打印过程中骨组织、椎间盘组织、脊髓及神经管组织分别标以不同的材料和颜色,注意保持组织间的原有位置关系,以便学生更能理解解剖关系(图 4 至图 5)。



图 1　术前 MRI 提示:枢椎齿状突骨折,脊髓受压,信号改变



图 2　术后 MRI 提示:骨折部位已固定,脊髓受压解除



图 3　术后颈椎 X 片示固定螺钉的位置



图 4　个体化 3D 建模图像

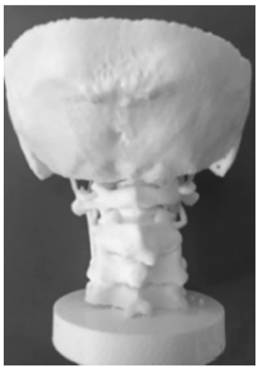


图 5　3D 打印 1:1 模型

1.3.2　教学过程

两组学生由同一带教教师实施教学。提前 2 d 将教学内容告知学生课前预习，带教教师课前准备授课内容 PPT，包括文字、图片、视频资料等。实验组和对照组采用相同的 PPT 和视频资料授课。具体过程如下：①介绍脊柱外科科室情况及疾病收治范围。复习诊断学相关内容。②以该患者的病例分析为先导，结合病例介绍颈椎病变的临床表现特点，强调患者全面查体的重要性，强调并发症的防治。③学员对患者进行问诊和查体，总结患者的病史和查体的特点，并写出诊疗计划。④小组讨论和总结问诊和查体中存在的问题。⑤介绍脊柱的应用解剖，强调解剖对疾病认识的重要性。⑥讲解脊柱 Denis 三柱理论、疾病的分型及处理方法。

其后部分教学对照组与实验组分开。对照组观看手术过程视频授课，同时带教教师给予讲解；实验组给予相同手术视频观摩，带教教师利用 3D 打印颈椎模型讲解并实践，指导学生观察颈椎的解剖结构关系及该患者的病变所在，讲解后让其自主动手模拟手术操作（图 6 至图 7）。



图 6　使用 3D 模型给学生讲解手术过程



图 7　学生在带教教师指导下完成颈椎 3D 模型模拟手术

1.4　评价指标

见习结束后对两组学生进行理论考核和模拟手术操作以评价教学效果。试卷题目选自历年执业医师脊柱外科相关试题，满分 100。考试时间为见习结束后即刻及课后 1 个月，分别观察两组学生短时记忆以及长时记忆效果。

1.5　统计学方法

采用 SPSS 17.0 进行统计学分析，计量资料以（均数 ± 标准差）表示，组间计量资料的比较采用 t 检验，检验水准 α=0.05。

2　结果

两次考试成绩实验组均明显高于对照组，差异有统计学意义（P<0.05）（表 1）。

模拟手术操作环节中，课后即刻实施时，对照组 19 名学生中 11 人能完成大致步骤，实验组 18 名学生能完成大致步骤；课后 1 个月时，对照组 8 人能完成大致步骤，实验组 15 名学生能完成大致步骤，且实验组学生解剖记忆更清晰。

表 1　两组学生课后即刻、课后 1 个月考试成绩对比［（均数 ± 标准差），分］

组别	课后即刻（n=19）	课后 1 个月（n=19）
对照组	82.23 ± 7.52	72.36 ± 6.39
实验组	85.58 ± 6.32	80.87 ± 6.23
t 值	3.030	1.576
P 值	0.023	0.037

3　讨论

脊柱外科临床见习教学一直是骨科教学内容中的难点，因为脊柱结构相较于四肢长骨，结构更为复杂和不规则，且毗邻脊髓、脊神经、血管等众多复杂结构，导致脊柱外科手术复杂精细、步骤繁多，需要医学生有较高的空间想象能力。传统临床见习教学中，结合课本插图、患者 X 线片、CT 扫描（三维重建）及 MRI 扫描结果进行讲解[8]，尽管资料丰富，但缺乏立体直观感受，对于复杂的脊柱生理病理特点，如脊神经支配与椎体节段之间的关系、特发性脊柱侧弯畸形特点及分型等难以解释清楚，导致教学效果不佳。学生普遍反馈脊柱外科内容抽象，课堂上理解困难，即使强行记忆后，课后遗忘也非常迅速，动手实际操作时感到十分困难。

本研究证实，将 3D 打印脊柱模型作为课堂教具，在模型上亲手模拟手术过程，能让学生获得直观

的感受和认知，最终可解决上述问题。但传统方法制造脊柱教具面临诸多问题：①无法做到根据患者实际病情进行个体化制造；②需联系合作厂家沟通交流，加上技术限制，制作周期长；③个体化制作背景下则不能批量生产，导致制作费用昂贵。3D 打印技术自发明以来不断得到推广和应用，在航空航天、机械制造领域取得了巨大成功，被认为是又一次制造业革命[9]。与传统制作工艺相比，3D 打印技术具有快速成型、个体化定制、可调整内部结构以及可混合使用各种材料等优势。将 3D 打印技术引入到脊柱外科临床见习的教具制作当中，较好地解决了上述瓶颈。本研究中，从导入数据、构建模型到制作成型只需 6 h。

3D 打印建模数据采用近期患者影像学资料，模型真实度高，不易出现错识和误识，可帮助学生正确理解脊柱病变。从教学效果来看，该方法可显著提高学生短时记忆和长时记忆效果。既往传统多媒体教学虽然教学资料丰富，但是只能通过视觉识记，不能触摸病例，缺乏立体空间特征，需要学生具有良好的空间想象能力。简单的脊柱外科疾病较好理解，如骨质疏松性脊柱压缩性骨折；但较为复杂的脊柱问题，如脊柱侧弯畸形、椎体与脊神经的关系、颈胸腰椎各自特点等，则难以理解记忆。3D 打印模型让学生结合患者真实的脊柱模型进行深入识记，甚至参与到病例筛选、数据采集、模型制作的过程当中，对于学生全面提高学习能力、掌握脊柱外科难点知识、深入理解脊柱外科相关疾病、培养临床工作兴趣均有极大帮助。

综上所述，3D 打印技术制作教学模型应用于脊柱外科临床见习中，是临床见习教学实施方法的有益探索。虽然该方法在一定程度上增加了教学经费成本，对教师的计算机、理工科综合能力提出了更高的要求，进一步的应用和推广也仍需在教学中反复实践和评价，但 3D 打印技术在医学教学教研中必将发挥更大的作用。

利益冲突　所有作者均声明不存在利益冲突

作者贡献声明　刘瑶瑶：提出研究思路、实施项目、论文修改；辛晓玥：实施项目及撰写论文；殷翔、刘佰易、范伟力：实施项目、收集数据；刘鹏、赵建华：审订论文

参考文献

[1] Shu DL, Liu XZ, Guo B, et al. Accuracy of using computeraided rapid prototyping templates for mandible reconstruction with an iliac crest graft [J]. World J Surg Oncol, 2014, 12: 190. DOI: 10.1186/1477-7819-12-190.

[2] Hourd P, Medcalf N, Segal J, et al. A 3D bioprinting exemplarof the consequences of the regulatory requirements on customized processes [J]. Regen Med, 2015, 10(7): 863-883. DOI: 10.2217/rme.15.52.

[3] Jung JW, Lee H, Hong JM, et al. A new method of fabricating a blend scaffold using an indirect three-dimensional printing technique [J]. Biofabrication, 2015, 7(4): 045003. DOI: 10.1088/1758-5090/7/4/045003.

[4] Zhao Y, Li Y, Mao S, et al. The influence of printing parameters on cell survival rate and printability in microextrusion-based 3D cell printing technology [J]. Biofabrication, 2015, 7(4): 045002. DOI: 10.1088/1758-5090/7/4/045002.

[5] 庞骄阳，赵岩，肖宇龙，等. 3D 打印技术在脊柱外科的应用[J]. 中国组织工程研究，2016，20(4)：577-582. DOI: 10.3969/j.issn.2095-4344.2016.04.022.
Pang JY, Zhao Y, Xiao YL, et al. Application of three-dimensional printing technology in spinal surgery [J]. Chinese Journal of Tissue Engineering Research, 2016, 20(4): 577-582. DOI: 10.3969/j.issn.2095-4344.2016.04.022.

[6] 金丹，付苏，刘军，等. 数字骨科技术在八年制医学生创伤骨科临床教学中的应用[J]. 中华医学教育探索杂志，2014，13(7)：748-750，751. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-1485.2014.07.026.
Jin D, Fu S, Liu J, et al. Exploration of digital technology in traumatic orthopedic clinical teaching for eight-year program medical students [J]. Chin J Med Edu Res, 2014, 13(7): 748-750, 751. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-1485.2014.07.026.

[7] 白波，张钦凤，李建民，等. 强化临床实践教学培养实用型和技能型医学人才[J]. 中国高等医学教育，2009(1)：20-22. DOI: 10.3969/j.issn.1002-1701.2009.01.010.
Bai B, Zhang QF, Li JM, et al. Strengthen clinical practice teaching Cultivate practical and skilled medical talents [J]. China Higher Medical Education, 2009(1): 20-22. DOI: 10.3969/j.issn.1002-1701.2009.01.010.

[8] 张泽华，侯天勇，梅铁牛，等. 以病例为中心教学法在八年制骨科见习中的应用[J]. 局解手术学杂志，2013，22(6)：676-677. DOI: 10.11659/jjssx.1672-5042.201306044.
Zhang ZH, Hou TY, Mei TN, et al. Case-based learning for eight-year medical program in beside study of orthopedics surgery [J]. Journal of Regional Anatomy and Operative Surgery, 2013, 22(6): 676-677. DOI: 10.11659/jjssx.1672-5042.201306044.

[9] 管华清，徐明，杨同其，等. 3D 打印技术在骨科临床教学中的应用[J]. 教育教学论坛，2015(14)：178-179. DOI: 10.3969/j.issn.1674-9324.2015.14.082.
Guan HQ, Xu M, Yang TQ, et al. Application of 3D printing technology in clinical teaching of orthopedics [J]. Jiaoyu Jiaoxue Luntan, 2015(14): 178-179. DOI: 10.3969/j.issn.1674-9324.2015.14.082.

（收稿日期：2018-12-27）
（本文编辑：唐宗顺）