·住院医师规范化培训·

超声仿生 3D 打印联合 PBL 法在心脏超声个性化规培教学中的应用

邓倾　周青　宋宏宁　加丹　陈金玲　刘亚　罗阳子　王益佳
武汉大学人民医院超声影像科　430060
通信作者：周青，Email：qingzhou128@163.com

【摘要】 目的　针对心血管介入专业的住院医师规范化培训（规培）学员对心脏超声教学的个性化需求，构建超声数据源的仿生 3D 打印模型，并探讨其在超声教学及模拟演练方面的应用价值。**方法**　选取在武汉大学人民医院超声影像科接受住院医师规范化培训的心血管内科专业学员 60 名作为教学对象，随机分为两组，每组 30 人。实验组采用超声仿生 3D 打印心脏模型联合以问题为基础的教学方法（problem-based learning，PBL）；对照组采用传统多媒体 PPT 教学联合 PBL 教学法。教学活动结束后进行理论考试、操作考核和调查问卷，对教学效果进行评价，比较两组的教学效果。应用 SPSS 21.0 软件进行 t 检验。**结果**　实验组和对照组理论考试成绩分别为（81.4 ± 8.2）分和（74.8 ± 9.4）分，操作考核成绩分别为（89.1 ± 5.6）分和（71.5 ± 8.8）分，两组差异均有统计学意义（P=0.002、P<0.001）。问卷调查显示实验组在心脏解剖知识的掌握、心脏超声学习体验、学习兴趣、学习效率、对介入心脏病的理解、介入操作技能和总体满意度等方面的反馈均好于对照组，差异有统计学意义（均 P<0.05）。**结论**　超声仿生 3D 打印联合 PBL 法有助于加强心脏解剖知识的掌握、提升心脏超声的学习体验、提高介入操作技能，教学效果明显，学员满意度高。

【关键词】 3D 打印；　超声；　心血管介入；　教学
【中图分类号】 R4
基金项目：国家自然科学基金项目（81771849、81971624、81901759）；中央高校基本科研业务费专项基金（2042018kf0099）；湖北省卫生和计划生育委员会青年人才项目（WJ2017Q009）
DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20200315-00465

Application of ultrasound bionic 3D printing combined with PBL method in individualized teaching of standardized residency training of cardiac ultrasound

Deng Qing, Zhou Qing, Song Hongning, Jia Dan, Chen Jinling, Liu Ya, Luo Yangzi, Wang Yijia
Department of Ultrasound Imaging, Renmin Hospital of Wuhan University, Wuhan 430060, China
Corresponding author: Zhou Qing, Email: qingzhou128@163.com

【Abstract】 Objective　To meet the individualized needs of residents in standardized residency training of cardiac intervention specialty for cardiac ultrasound teaching, to construct a bionic 3D printing model of ultrasound source, and to discuss its application value in ultrasound teaching and simulation exercises. **Methods**　Sixty residents majored in cardiovascular medicine receiving standardized residency training of ultrasound in ultrasound imaging department of Renmin Hospital of Wuhan University were randomized into experimental group and control group in average. The experimental group adopted ultrasound bionic 3D printing heart model combined with problem-based learning (PBL) teaching method, and the control group adopted traditional multimedia PPT combined with PBL teaching method. At the end of teaching activities, theoretical examination, operation assessment and questionnaire survey were conducted to evaluate and compare the teaching effect between the two groups. SPSS 21.0 software was performed for t test. **Results**　The theoretical examination scores of the experimental group and the control group were (81.4 ± 8.2) points and (74.8 ± 9.4) points, respectively, P=0.002, and the operation assessment scores were (89.1 ± 5.6) points and (71.5 ± 8.8) points, respectively, P<0.001. The questionnaire survey showed that the experimental group had better feedbacks than the control group in the aspects of mastery of heart anatomy knowledge, learning experience, learning interest, learning efficiency, understanding of interventional heart disease, clinical skills of interventional operation and overall satisfaction (all P<0.05).

Conclusions Ultrasound bionic 3D printing combined with PBL teaching method can help strengthen the mastery of cardiac anatomy knowledge, promote the learning experience of cardiac ultrasound and improve the skills of interventional operation. The teaching effect is significant and the students' satisfaction is high.

【Key words】 3D printing; Ultrasound; Cardiovascular intervention; Teaching

Fund program: National Natural Science Foundation of China (81771849, 81971624, 81901759); Central Fundamental Research Special Funds for Universities (2042018kf0099); Youth Talent Project of Health and Family Planning Commission of Hubei Province (WJ2017Q009)

DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20200315-00465

心脏介入治疗是一种介于内科治疗与外科手术之间的心脏病微创疗法。该技术是在穿刺体表血管后,利用影像技术的引导,将导管送到病变部位,通过特定的心脏导管操作技术实现对心脏病的治疗。其代表着心脏病治疗的前沿方向。既往心脏介入的引导主要依赖于 X 射线数字减影血管造影技术的引导,但是该技术使介入医生暴露于 X 射线之下,阻碍了该技术的推广。

超声是一种经济便捷的无创影像技术,可使介入医生免受辐射损伤,在心脏介入的引导方面具有明显的优势;但是目前广大的心血管内科医生看不懂心脏超声图像,极大制约了超声引导技术的应用。大量心血管内科专业的住院医师规范化培训(规培)学员反馈心脏超声基础知识晦涩,图像难以理解;再加上部分带教教师灌输式授课使得学习效果较差。学员们希望在临床教学过程中引入形态学的实体以及具体的病例,帮助他们直观地理解心脏的结构并选择合适的治疗方案。

3D 打印技术是近年来兴起的一项新技术,可将抽象的医学图像转化为直观的实物模型,成为沟通医学影像和临床治疗的桥梁,在教学中更具优势[1-3]。本研究将超声仿生 3D 打印模型与以问题为基础的教学方法(problem-based learning,PBL)相结合应用于介入心脏病理论教学和手术技能培训中,获得了较好的个性化教学效果,现报道如下。

1 对象与方法

1.1 教学对象

将 2016 年 3 月至 2019 年 12 月在武汉大学人民医院超声影像科接受住院医师规范化培训的心血管内科专业学员 60 名作为教学对象,所有学员均为在读研究生,入学后第一学期均接受过心脏解剖学课程。纳入标准:①规培前未接受过超声专业知识培训,也未在超声科实习过;②心脏解剖学课程成绩合格。使用计算机按照随机对照设计将学员分为两组,实验组采用超声仿生 3D 打印心脏模型联合 PBL 教学法,对照组采用传统多媒体 PPT 教学联合 PBL 教学法。研究开始前对所有学员详细说明情况,并获得知情同意。每组各 30 人,两组一般资料(年龄、性别、心脏解剖学课程成绩)无明显差异。

1.2 超声仿生 3D 打印心脏模型的制作

分别选取拟行房间隔缺损封堵治疗的患者及拟行经皮左心耳封堵治疗的房颤患者,术前行经食管超声心动图检查,采集房间隔和左心耳二维图像及三维容积图像。使用 Mimics innovation 19.0 软件对三维 DICOM 数据进行后处理,通过灰阶反转、阈值分割、交互式分割、模型壁绘制等步骤获取三维容积图像的 STL(stereolithography)文件。将获取的 STL 文件输入 Stratasys Objet Eden 500V 聚合物喷射打印机中,通过直接打印获得模型外壳。使用计算机辅助设计软件 3-Matic Research 11.0 根据三维重建图像设计合适的模具,采用可溶性聚乙烯醇(PVA)打印成型,注入特定比例的硅胶-水凝胶混合材料以获取具有仿生性能的心脏模型。该模型手感和硬度与心肌相近。

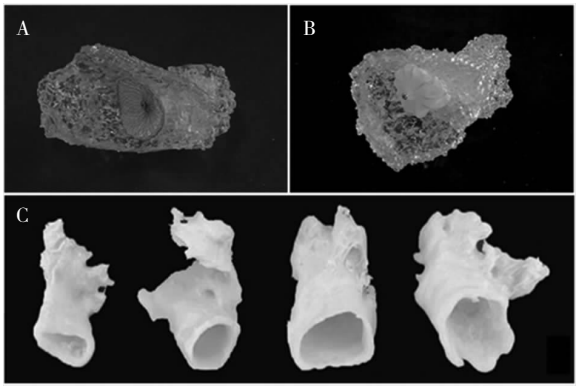
1.3 教学方式

1.3.1 对照组的教学实施

所有规培学员在入科后均指派一名心脏超声专业的带教教师,进行为期一个月的轮转培训。带教教师均为主治医师以上职称,从事心脏超声工作 5 年以上。带教教师除临床带教之外,每周对学员进行两次理论教学,系统介绍心脏超声的基础知识、超声图像分析和常见病的超声表现。一个月实习期满后,由一名具有丰富术中超声经验的教授向学员进行集中的理论授课,讲授房间隔缺损封堵治疗和左心耳封堵治疗的系统知识,以及超声在术前决策和术中引导方面的要点和注意事项。理论授课结束后选取若干例具有一定难度的典型病例并设置好问题,让学员利用医院电子病历系统及武汉大学图书馆电子文献系统调阅相关资料,在课堂上进行讨论、交流;授课教师结合具体病例加以启发,突出教学重点和难点;然后引导学员对介入心脏病的诊治要点和注意事项进行归纳和总结。一周后进行理论考核和介入操作模拟演练。

1.3.2　实验组的教学实施

实验组规培学员轮转培训方法同对照组。一个月实习期满后，教师在进行理论授课时向学员发放仿生 3D 打印模型(图 1)以帮助学员理解心脏图像并进行模拟演练；其他同对照组。



注：A、B 为 3D 打印左心耳模型分别模拟 LAmbre™ 和 Watchman 封堵器进行封堵；C 为供模拟操作使用的不同类型的左心耳 3D 打印模型

图 1　3D 打印模型

1.4　教学效果的评价

上述教学活动结束后对教学效果进行评价，包括理论考试、操作考核和调查问卷。

1.4.1　理论考试

理论考试主要考查学员对心脏超声基础知识和解剖结构的理解，对各种类型房间隔缺损和左心耳图像的识别、介入治疗的适应证、禁忌证、并发症等；总分 100 分。

1.4.2　操作考核

操作考核主要考查封堵器型号和大小的选择是否匹配、封堵器释放的部位是否合适、操作方法是否得当、有无明显残余空隙、操作的时间等；总分 100 分。

1.4.3　问卷调查

自制问卷调查表，调查内容包括：是否有助于心脏解剖知识的掌握、提升心脏超声学习体验、提升学习兴趣、缩短学习时间、促进对介入心脏病的理解、加强介入操作技能、提高临床水平、总体满意度等；每项满分 10 分；采取不记名调查方式。

1.5　统计学方法

应用 Excel 表录入数据、SPSS 21.0 软件进行统计分析。计量资料以(均数 ± 标准差)表示，两组比较采用 t 检验，检验水准 α=0.05。

2　结果

2.1　两组理论考试成绩比较

实验组和对照组理论考试成绩分别为 (81.4 ± 8.2)分和(74.8 ± 9.4)分，两组差异有统计学意义(P=0.002)。

2.2　两组操作考核成绩比较

实验组操作考核成绩明显高于对照组，两组成绩分别为(89.1 ± 5.6)分和(71.5 ± 8.8)分，差异有统计学意义(P<0.001)。

2.3　问卷调查结果

60 份不记名问卷调查均完全回收，结果显示实验组在心脏解剖知识的掌握、心脏超声学习体验、学习兴趣、学习效率、对介入心脏病的理解、介入操作、临床技能和总体满意度等方面的反馈均好于对照组，差异有统计学意义(P<0.05)(表 1)。

表 1　问卷调查结果[($\bar{x} \pm s$)，分]

项目	实验组	对照组	P 值
心脏解剖的掌握	8.7 ± 0.5	8.2 ± 0.6	0.008
心脏超声学习体验	9.4 ± 0.7	7.2 ± 0.9	<0.001
学习兴趣	9.3 ± 0.6	7.4 ± 0.7	<0.001
学习效率	9.5 ± 0.7	7.5 ± 0.6	<0.001
对介入心脏病的理解	9.3 ± 0.5	8.1 ± 0.7	<0.001
介入操作技能	9.5 ± 0.4	7.6 ± 0.7	<0.001
有助于提高临床水平	8.5 ± 0.3	8.2 ± 0.5	0.020
总体满意度	9.3 ± 0.6	7.7 ± 0.8	<0.001

3　讨论

3.1　3D 打印将传统的二维超声图像转化为立体的实物模型，有助于提升学习体验

传统的心脏超声教学主要依靠 PPT 演示的二维图像和文字阐述。学员们虽然通过既往学习过的心脏解剖课程对心脏解剖结构有一个初步的了解，但是难以建立空间思维，因此对心脏超声图像理解困难[4-5]。市售的心脏教学模型制作粗糙，只能显示正常心脏的外形，无法显示内部结构，示教效果不佳。3D 打印模型将虚拟的二维超声图像转化为立体的实物模型，可以高精度还原心脏结构，直观显示心内病变；也可以帮助学员建立空间思维，从而更好地理解心脏超声图像[6]。此外，各种 3D 打印模型丰富了教学手段，提高了超声教学的新鲜感和趣味性，有助于强化解剖知识，提高学习效率。

3.2　3D 打印仿生模型可作为术前模拟演练的工具，有助于提高介入操作技能

应用仿生材料(譬如硅胶-水凝胶混合材料)制作的心脏模型具有与心脏实体相近的硬度和手感，有利于学员进行介入操作的术前模拟演练，培养手感；而且模型制作时可根据需要选用透明材料打印心肌，用颜色突出病变结构，使学员直观了解病灶情况并清晰显示周围组织的关系，有助于提高操作的一次性成功率和减少并发症[7]。学员们反馈这种仿

·护理教育研究·

静脉穿刺虚拟训练系统在岗前护士培训中的应用研究

李莎莎　王倩
空军军医大学第一附属医院骨科，西安　710032
通信作者：王倩，Email：1148044088@qq.com

【摘要】 目的　针对不同的静脉穿刺病例开展培训，观察静脉穿刺虚拟训练系统在护理临床技能培训中发挥的作用及价值。**方法**　在临床科室随机抽取 40 名岗前护士（大专及以上学历，均已获取护士资格证）开展培训，通过系统自带软件在培训前、培训后分别对 40 名学员进行虚拟静脉穿刺技术理论与操作考核。采用训练前、训练后自身对照进行研究（随机抽取病例考核）。培训结束后采取调查问卷形式对培训效果进行评价。采用 SPSS 19.0 进行 t 检验和重复测量方差分析。**结果**　40 名护士参加静脉穿刺虚拟培训，均顺利通过考核。培训前、培训后的理论、操作考核成绩比较，差异有统计学意义。**结论**　岗前护士接受静脉穿刺虚拟训练系统培训后，在操作的灵活性、准确性方面都比训练前有显著提高，都能熟练、迅速完成静脉穿刺操作。

【关键词】 静脉穿刺；　技能培训；　操作考核；　统计分析
【中图分类号】 R-1
基金项目：国家自然科学基金面上项目（81572816）
DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20200111-00466

生模型的演练手感逼真，可以提高他们日后从事临床介入操作的信心。

3.3　结合具体病例制作的 3D 模型联合 PBL 教学法有助于个性化学习和对疑难病例的理解

本研究中所有 3D 打印模型均来源于既往临床工作中遇到的具体病例，临床资料翔实。在教学上，教师遵循 PBL 教学法的规则，将所有信息及资料均告知学员；并设置一些有一定深度的开放性问题，让学员自己去寻找答案，有利于培养学员发现问题、思考问题、探索问题和解决问题的能力[8]。本研究设置的病例中有一些特殊的疑难病例，如多孔型房间隔缺损、开口较大且有分叶的左心耳等，对其介入封堵治疗有相当的难度。学员通过查阅国内外文献、学习网站、请教相关专业的临床医生等手段后，大多都给出了满意的答案。学员们利用 3D 打印仿生模型进行模拟封堵治疗后对该疾病的认知水平明显提高。

利益冲突　所有作者均声明不存在利益冲突
作者贡献声明　邓倾、王益佳：实施项目、撰写论文；周青、陈金玲：提出研究思路；宋宏宁、加丹：设计及制作模具；刘亚、罗阳子：收集数据、统计分析

参考文献

[1] Simon F, Tim M. Where and how 3D printing is used in teaching and education [J]. Additive Manufacturing, 2019(25): 131-150. DOI: 10.1016/j.addma.2018.10.028.
[2] 田晓军，邱敏，颜野，等. 3D 打印技术结合 PACS 在泌尿外科第二阶段住院医师规范化培训中的应用[J]. 中华医学教育探索杂志，2019，18(5)：522-525. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-1485.2019.05.023.
[3] 王益佳，周青，宋宏宁，等. 基于经食管超声心动图的左心耳 3D 模型构建及其在术前模拟左心耳封堵中的价值[J]. 中华超声影像学杂志，2018，27(8)：650-655. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1004-4477.2018.08.002.
[4] 陈金玲，郭瑞强，周青，等. 超声科住院医师规范化培训教学实践及探索[J]. 临床超声医学杂志，2018，20(5)：355-356. DOI: 10.3969/j.issn.1008-6978.2018.05.024.
[5] 支晓，周虹，李峰，等. 心脏超声专业住院医师规范化培训实践[J]. 中华医学教育探索杂志，2016，15(12)：1268-1272. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-1485.2016.12.019.
[6] 朱延波，刘建实，王联群，等. 经胸超声引导 3D 打印模型评估结构性心脏病的初步分析[J]. 中华医学杂志，2017，97(29)：2280-2283. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2017.29.010.
[7] de Oliveira-Santos M, Oliveira-Santos E, Lino G, et al. Cardiovascular three-dimensional printing in non-congenital percutaneous interventions [J]. Heart, Lung & Circulation, 2019, 28(10): 1525-1534.
[8] 孙微，白泽宇，王冰，等. 超声诊断学 PBL 教学的实践[J]. 基础医学教育，2019，21(7)：553-555. DOI: 10.13754/j.issn2095-1450.2019.07.18.

（收稿日期：2020-03-15）
（本文编辑：曾玲）