·住院医师规范化培训·

3D打印腹主动脉瘤模型在规培住院医师血管外科轮转教学中的应用

吴洲鹏　袁丁　赵纪春　马玉奎　黄斌　杨轶　熊飞　曾国军
陈熹阳　王铁皓　杜晓炯
610041　成都，四川大学华西医院血管外科
通信作者：袁丁，Email：310645132@qq.com
DOI：10.3760/cma.j.issn.2095-1485.2018.06.017

【摘要】 目的　评估 3D 打印腹主动脉瘤模型在规培住院医生血管外科轮转教学中的应用效果。**方法**　2016 年 12 月至 2017 年 9 月选取 48 位在我院血管外科轮转的规培住院医师，随机分为对照组及实验组。对照组 24 人，采用传统的血管外科解剖图谱、超声、CT 腹部血管三维重建、数字化血管减影、视频等资料对其进行教学。实验组 24 人，在上述传统教学的基础上增加应用腹主动脉瘤 3D 打印模型，并结合主动脉覆膜支架输送系统模型。待教学结束后，分别采用两次三部分形式理论考核（腹部血管的解剖学特点，AAA 的形态特征及分类，EVAR 中各项参数的测量及手术要点）和满意度问卷调查来评价两组教学效果。采用 SPSS 19.0 对两组医师考评数据行 t 检验。**结果**　理论考核结果显示，普通 AAA 病例及复杂 AAA 病例考核中，对照组及实验组学员在腹部血管解剖学特征、分型的形态学特征及分类上成绩差异无统计学意义（P>0.05）；但在腹主动脉瘤腔内覆膜支架修复术（EVAR）各项参数测量及手术要点得分和总成绩方面，实验组学员高于对照组，差异有统计学意义（t=2.283，t=2.263，P<0.05）。问卷结果显示，实验组学员对普通和复杂 AAA 病例的教学满意度评分，均优于对照组，差异具有统计学意义（P<0.05）。**结论**　3D 打印模型能够增加血管外科住院医师对腹主动脉瘤解剖、治疗的理解度及掌握度，提高其对血管外科的学习积极性。应在保留传统教学方式和手段优点的基础上，充分利用 3D 打印技术的优势，进一步提升教学效果。

【关键词】 规培住院医师；　3D 打印；　血管外科；　腹主动脉瘤
【中图分类号】 R6
基金项目：四川省卫计委临床应用科研项目（GB2017009）

The application of three-dimensional printing abdominal aortic aneurysm improve the teaching effect for the residents in vascular surgery department

Wu Zhoupeng, Yuan Ding, Zhao Jichun, Ma Yukui, Huang Bin, Yang Yi, Xiong Fei, Zeng Guojun, Chen Xiyang, Wang Tiehao, Du Xiaojiong
Department of Vascular Surgery, West China Hospital, Chengdu 610041, China
Corresponding author: Yuan Ding, Email: 310645132@qq.com

【Abstract】 Objective　To evaluate 3D printing abdominal aortic aneurysm model in analysis of clinical teaching effect for standardized resident doctors in vascular surgery department. **Methods**　48 residents in vascular surgery department in our hospital from December 2016 to September 2017 were seleeected and randomly divided into control group and the experimental group. The traditional vascular surgical anatomy atlas, ultrasound, CT abdominal blood vessel 3D reconstruction, digital subtraction, video and so on were used by 24 residents in the control group, while in the experimental group, on the basis of the traditional teaching, abdominal aortic aneurysm model of 3D printing, true aortic coated stent delivery system were increased. After the teaching, the theory of evaluation (abdominal vascular anatomical features, morphological characteristics and classification of AAA, measurement of various parameters and key points of operation in the EVAR) and satisfaction questionnaire were adopted to evaluate the effect of two kinds of teaching methods. SPSS 19.0 was used to conduct t test on two groups of physician evaluation data. **Results**

The results of theoretical assessment showed that there was no significant difference between the control group and the experimental group in the abdominal vascular anatomical features, the morphological features and the classification of the experimental group (P>0.05) in the examination of the common AAA cases and the complicated AAA cases. However, the experimental group was higher than the control group in the measurement of the parameters of EVAR, and the score of the operation points and the total score, and the difference was statistically significant (t=2.283, t=2.263, P<0.05). The results of the questionnaire showed that the students' satisfaction scores on the teaching satisfaction of the normal and complex AAA cases were better than those of the control group, and the difference was statistically significant (P<0.05). **Conclusion** The 3D printing model can increase the understanding and mastery of the anatomy and treatment of abdominal aortic aneurysm and improve its learning enthusiasm for vascular surgery. We should make full use of the advantages of 3D printing technology on the basis of retaining the advantages of traditional teaching methods and means, and further enhance the teaching effect.

【**Key words**】 Standardized residents; 3D printing; Vascular surgery; Abdominal aortic aneurysm

Fund program: The Clinical Research Projects of the Health and Family Planning Commission in Sichuan Province (GB2017009)

腹主动脉瘤(abdominal aortic aneurysm,AAA)破裂是血管外科最危险的急症之一,患者 24 h 内死亡率甚至高达 80%以上[1]。国外文献显示,在 50 岁以上的正常人群中筛查,AAA 发生率达 1.2%~7.6%[2]。腹主动脉瘤目前有开腹人工血管置换术及腹主动脉瘤腔内覆膜支架修复术 (endovascular aortic repair)两种术式,后者对于老年患者来说,是 AAA 治疗的首选, 不仅是现代血管外科技术进展的体现,也是规培住院医师血管外科轮转培训中的重要内容。但是,EVAR 中涉及大量的数据测量及空间感培养。传统的超声及 CT 血管三维重建,数字化减影都是二维为主,对于年轻的规培住院医师来说,由于自身水平有限,初入血管外科,对于该项教学内容的理解和掌握,及提升较强的空间想象力是具有相当难度的。所以如何形象地展示 AAA 的解剖及 EVAR 技术应用, 成为血管外科教学中亟待解决的问题。3D(three-dimensional)打印技术是应用计算机进行实体模型的制作, 还原了原来的三维机构,使得 CT 血管三维重建真正实体化, 允许医务人员利用这种模型进行解剖、手术模拟等教学[3]。这种技术为 AAA 及 EVAR 的教学更加具体、实战化提供了可能的途径。本研究就 3D 打印腹主动脉瘤模型用于规培血管外科轮转教学的效果进行探讨。

1　对象与方法

1.1　教学对象

选取 2016 年 12 月至 2017 年 9 月在四川大学华西医院血管外科轮转的 48 名规培住院医师为教学对象。

1.2　研究方法

本研究实施了两组教学比照; 根据随机双盲抽签的方法,将 48 名轮转住院医师分为对照组及实验组,每组各 24 人。

1.3　教学实施

上述 48 名于血管外科轮转的住院医师在腹主动脉瘤的教学过程中, 均收到由任课教师提供的腹主动脉常规解剖图片、腹主动脉血管的超声图片、CT 图片以及腹主动脉瘤在超声、CT、数字化减影上的表现图像等资料,在图片上逐一识别、学习。教学时长 4 周,6 学时/周。向对照组及实验组学员明确,瘤颈角度大于 60°、瘤颈长度小于 1 cm、瘤颈严重钙化、瘤体直径超过 7 cm、髂动脉较为扭曲甚至闭塞的 AAA 患者定义为复杂 AAA 病例, 其余则为普通型 AAA 病例。

1.3.1　的教学过程

对照组教学中利用解剖图谱、超声资料、患者的 CT 血管三维重建资料,教师自己绘制的简易示意图,结合视频讲解腹主动脉瘤的解剖学特点,EVAR 治疗中的各项参数测量,如瘤颈的角度、直径、长度、瘤体直径、髂血管的长度与直径等。住院医师需要通过自身对三维空间的想象来理解和掌握所讲述内容。

1.3.2　实验组的教学过程

从患者的临床资料中获取需要的 AAA 的 CT

血管三维重建资料，并利用医疗图像处理软件将 CT 血管三维重建资料转换成 3D 打印机可读取格式后，经 3D 打印机器制作完全等大的 AAA 模型。在教学过程中使用的覆膜支架模型为美敦力公司赠予的腹主动脉分叉型覆膜支架系统（Metronic 主动脉支架及输送系统）。基于前述传统教学，任课教师增加了利用 3D 打印的 AAA 模型进行上述知识点的讲解及分析，在 3D 打印模型上结合 CT 血管三位重建，进行 EVAR 参数的测定；并在实体支架的输送系统中结合 3D 打印模型进行演示操作。

1.4　教学效果评价

在每一轮规培住院医师血管外科轮转的最后一天进行 1 次理论考核，采用两份试卷（分别涉及教学过程中的普通 AAA 病例及复杂 AAA 病例），两卷满分均为 100。试卷主要包括三大部分，腹部血管的解剖学特点（30 分），AAA 的形态特症及分类（20 分），EVAR 中各项参数的测量及手术要点（50 分）。

在出科前 3 天进行教学满意度问卷调查，以反馈该种教学的实施效果。主要是让轮转住院医师分别对普通 AAA 及复杂 AAA 病例教学过程综合评分。为了让学员准确评分，问卷给予了详细的评分说明，让学员结合教学形式的灵活性、教学的难易程度、教学中教师与学生的互动等方面综合打分；总分为 0~10，分值越高，表示满意度越高。调查问卷以纸质形式发放到住院医师手中，并由住院总医师回收。

1.5　统计学分析

采用 SPSS 19.0 分析数据。对照组及实验组考核的分类成绩、总成绩及满意度调查结果均为计数资料，采用平均数 ± 标准差表示；组间比较行 t 检验，为双侧检验，检验水准 α=0.05。

2　结果

2.1　普通病例的考核成绩及比较

对于普通病例，对照组及实验组在理论考试第一部分、第二部分方面成绩差异无统计学意义；而实验组学员的理论考试第三部分成绩、理论考试总成绩均高于对照组，差异有统计学意义（表 1）。

2.2　复杂病例的考核成绩及比较

对于复杂病例，两组学员的理论考试第一部分成绩差异无统计学意义。而实验组学员的理论考试第二、三部分成绩及总成绩均高于对照组，差异有统计学意义（表 2）。

2.3　针对不同类型病例两组住院医师教学满意度评价结果及比较

实验组学员对不同类型病例教学的满意度评分结果均高于对照组。针对普通 AAA 病例教学，对照组评分均值为（7.7 ± 0.6），实验组评分均值为（8.9 ± 0.7），t=2.688，P=0.002；针对复杂 AAA 病例教学，对照组评分均值为（5.3 ± 1.2），实验组评分均值为（8.7 ± 0.4），t=2.723，P=0.000。

3　讨论

3.1　血管外科传统教学方法与形式缺乏具体性和创新性

不同内脏动脉、腹主动脉瘤的相关测量参数，髂动脉的相关测量参数对于 EVAR 治疗相当重要[4]。由于这些血管的解剖学特点，参数测量对于年轻的住院医师来说，具有相当难度，这对血管外科进行 AAA 病例教学提出新的挑战。传统教学过程中，解剖图谱结合超声、CT 血管三维重建，是血管外科住

表 1　四川大学华西医院血管外科两组住院医师普通病例的考核成绩及比较（分，$\bar{x} \pm s$）

考核内容	对照组（n=24）	实验组（n=24）	t值/P 值
第一部分 腹部血管的解剖学特点	23.5 ± 1.4	24.6 ± 2.4	0.683/0.346
第二部分 AAA 的形态特症及分类	10.3 ± 1.2	11.7 ± 2.2	1.824/0.127
第三部分 EVAR 中各项参数的测量及手术要点	32.6 ± 2.8	44.3 ± 3.4	2.823/0.000
总成绩	66.4 ± 5.4	80.6 ± 8.0	2.667/0.000

表 2　四川大学华西医院血管外科两组住院医师复杂病例的考核成绩及比较（分，$\bar{x} \pm s$）

考核内容	对照组（n=24）	实验组（n=24）	t/P 值
第一部分　腹部血管的解剖学特点	18.2 ± 3.6	20.6 ± 1.1	1.925/0.163
第二部分　AAA 的形态特征及分类	8.2 ± 1.5	12.9 ± 1.9	2.318/0.042
第三部分　EVAR 中各项参数的测量及手术要点	23.2 ± 9.4	40.3 ± 8.0	2.263/0.000
总成绩	49.6 ± 6.8	73.8 ± 3.7	2.458/0.000

院医师 AAA 教学中常用手段。通过带习教师的讲解加上自己绘制的简易示意图,能够基本满足住院医师对于正常腹部血管的解剖关系及 AAA 形态的学习和认识;住院医师结合自身的解剖学基础,大多数能够较好掌握这部分知识,尤其是对于普通型的 AAA 病例;所以本研究中两组学员针对普通型 AAA 病例的解剖学项目考试成绩较为接近。但对于复杂的 AAA 病例,单靠传统教学,部分住院医师恐不能完全掌握;而在复杂 AAA 病例理论考试第二部分,两组学员成绩也体现出差异。在 EVAR 技术及相关参数测量方面,传统教学的劣势更为明显。EVAR 技术的很多关键问题,除了医师需对常规的解剖特点、分型、形态有了解,医师还需要有较强的空间感和形象感知力。虽然 CT 血管三维重建能够在一定程度上提供相对具体的图像,但仍然是在二维空间中表现出来,这对于缺乏血管外科专业知识的规培轮转住院医师学习和掌握 EVAR,仍显得支撑条件不足。

3.2　3D 打印技术优势在医学教学中逐渐显露

在国外,3D 打印技术已经逐渐应用于各医学学科,并渗透至日常的各项临床工作中,其成效也在被业内所认可。国外骨科[5]、心脏外科[6]、眼科[7]等对于住院医师采用 3D 打印技术进行教学,相对于传统教学方式,均取得较好效果,并且获得较高的教学满意度。同时在 3D 打印模型中模拟实施各种有创操作,相对于以前的传统模拟操作取得更好教学效果。在国内,目前仅骨科有相关报道,利用 3D 打印技术进行脊柱外科疾病的认识、掌握,在学员考核成绩及教学满意度上,3D 打印模型也表现出一定优势[8]。随着这项技术的提高及日益成熟,定会越来越多出现在各医学学科的教学过程中。

3.3　3D 打印技术将成为血管外科教学必要的新手段

3D 打印技术能够快速、仿真制备具体的实物 AAA 模型。在同等大小的 3D 打印模型上,带教教师可以较为形象、直观地展示 EVAR 手术前参数的测量、EVAR 术中的要领及过程,并且结合传统教学方法与手段,使得年轻的规培住院医师对于 EVAR 技术有更充分的认识与了解,更加熟练地掌握 AAA 治疗要点。在本研究中,无论是针对复杂病例还是普通病例,理论考试第三部分的成绩及总成绩方面,实验组学员均明显高于对照组;同时在教学满意度上,实验组学员评分也高于对照组,这充分表明 3D 打印技术有助于住院医师更好掌握 EVAR 知识与技能。在血管外科规培住院医师轮转教学中,3D 技术的引进是一种创新,更是一种挑战。它提高了教学效果,也激发了血管外科住院医师的学习热情,增进了学员对疾病的理解。微创治疗成为现阶段血管外科的发展方向及前景。由于规培住院医师在血管外科轮转时间较短,难以使他们尽快熟悉和了解腔内技术的基本知识及发展。3D 打印 AAA 模型正好提供了一种快速、简便、形象的技术方法,使得住院医师能够在等大的实物模型中学习,同时调动了学员的参与积极性。

目前 3D 打印技术在各医学学科的临床与教育应用方面还有巨大潜力可挖,教学者应在保留传统教学优势的基础上,充分利用 3D 打印技术辅助临床与教学实践,以创新教学方式方法与提升临床教学质量。

利益冲突　无

作者贡献声明　吴洲鹏:负责项目方案的制定,数据的收集和文章的撰写;袁丁、赵纪春:负责项目的指导与验收;马玉奎、黄斌:辅助项目方案的制定,数据的收集;杨轶、熊飞、曾国军、陈熹阳、王铁皓、杜晓炯:负责项目方案的具体分组及教学

参考文献

[1] 蒋米尔, 陆信武, 张培华. 腹主动脉瘤破裂的外科治疗[J]. 外科理论与实践, 2004,9(1): 12-13. DOI: 10.3969/j.issn.1007-9616.2004.01.005.
Jiang ME, Lu XW, Zhang PH. Surgical treatment of rupture of abdominal aortic aneurysm [J]. Journal of Surgery Concepts & Practice, 2004, 9(1): 12-13. DOI: 10.3969/j.issn.1007-9616.2004.01.005.

[2] Mussa FF. Screening for abdominal aortic aneurysm [J]. J Vasc Surg, 2015, 62(3): 774-778. DOI: 10.1016/j.jvs.2015.05.035.

[3] 葛宏伟, 张弋, 李宁忱, 等. 3D 打印技术在肾肿瘤手术规划中的应用研究初探[J]. 中华泌尿外科杂志, 2014, 35(9): 659-663. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1000-6702.2014.09.007.
Ge HW, Zhang Y, Li NC, et al. Application of 3D-printing technology in surgical planning for renal tumor: a preliminary report [J]. Chinese Journal of Urology, 2014, 35(9): 659-663. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1000-6702.2014.09.007.

[4] Bizzotto N, Sandri A, Regis D, et al. Three-dimensional printing of bone fractures: a new tangible realistic way for preoperative planning and education [J]. Surg Innov, 2015, 22(5): 548-551. DOI: 10.1177/1553350614547773.

[5] Hopkins R, Bowen J, Campbell K, et al. Effects of study design and trends for EVAR versus OSR [J]. Vasc Health Risk Manag, 2008, 4(5): 1011-1022. DOI: 10.2147/VHRM.S3810.

[6] Costello JP, Wilson JK, Louis C, et al. Surgical cardiac denervation therapy for treatment of congenital ion channelopathies in pediatric patients: a contemporary, single institutional experience [J]. World J Pediatr Congenit Heart Surg, 2015, 6(1): 33-38. DOI: