



## 三维可视化技术在肝胆外科临床解剖教学中的应用研究

闫加艳, 郭德镇, 陈霏雨, 周俭, 杨欣荣

引用本文:

闫加艳, 郭德镇, 陈霏雨, 等. 三维可视化技术在肝胆外科临床解剖教学中的应用研究[J]. 中国临床医学, 2020, 27(6): 1026–1031.

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.12025/j.issn.1008-6358.2020.20202125>

## 您可能感兴趣的其他文章

### Articles you may be interested in

#### 三维可视化及虚拟手术在肝脏外科临床教学中的应用价值

Application value of three-dimensional visualization and virtual surgery system in liver surgery teaching  
中国临床医学. 2017, 24(6): 946–950 <https://doi.org/10.12025/j.issn.1008-6358.2017.20170897>

#### 基于CT影像的中国成年人群与喉罩置入相关咽喉部解剖径线的测定

Measurement of the anatomic diameter line of the larynx related to the placement of laryngeal mask in Chinese adults based on computed tomography images  
中国临床医学. 2020, 27(3): 506–509 <https://doi.org/10.12025/j.issn.1008-6358.2020.20200465>

#### 基于可降解磁性生物支架的离体三维心肌补片构建及其生物学特性分析

Manufacture of biodegradable magnetic scaffold based *in-vitro* three-dimensional myocardial patch and its biological characteristics  
中国临床医学. 2020, 27(5): 779–784 <https://doi.org/10.12025/j.issn.1008-6358.2020.20201222>

#### 内镜黏膜冷切除术和热切除术在结直肠6~10 mm无蒂息肉治疗中的疗效对比

Comparison of endoscopic mucosal cold and hot snare resection in the treatment of 6–10 mm sessile colorectal polyps  
中国临床医学. 2020, 27(6): 1002–1006 <https://doi.org/10.12025/j.issn.1008-6358.2020.20201734>

#### 真实世界中50例免疫检查点抑制剂相关严重不良反应分析

Analysis of 50 cases of severe adverse reactions associated with immune checkpoint inhibitors in the real world  
中国临床医学. 2020, 27(6): 938–944 <https://doi.org/10.12025/j.issn.1008-6358.2020.20201356>

DOI:10.12025/j.issn.1008-6358.2020.20201215

## 三维可视化技术在肝胆外科临床解剖教学中的应用研究

闫加艳, 郭德镇, 陈霏雨, 周 俭, 杨欣荣\*

复旦大学附属中山医院肝外科, 肝癌研究所, 上海 200032

**[摘要]** **目的:**探讨三维可视化技术在肝胆外科临床解剖教学中的应用价值。**方法:**选取30名就读于复旦大学附属中山医院外科学专业研究生,分别完成传统教学方法和三维可视化教学方法。传统教学方法基于外科学教材、肝脏解剖图谱、肝脏增强CT图像和手术录像,三维可视化教学基于增强CT的肝脏三维可视化模型和手术录像。每种教学方法结束后,受培训学生分别完成对应的评估量表,包括受培训者主观评价、肝脏脉管解剖、肝段解剖和模拟手术规划4个方面评估内容。**结果:**三维可视化教学方法下的受培训学生主观评价得分显著高于传统二维影像教学方法得分 $[(33.3 \pm 5.4) \text{分} \text{ vs } (22.0 \pm 9.2) \text{分}, P < 0.001]$ 。三维可视化教学下的学生在掌握肝脏基本脉管解剖得分 $[(30.5 \pm 6.3) \text{分} \text{ vs } (19.8 \pm 9.2) \text{分}, P < 0.001]$ 、肝脏空间脉管解剖得分 $[(15.9 \pm 2.5) \text{分} \text{ vs } (10.0 \pm 4.6) \text{分}, P < 0.001]$ 和模拟手术规划得分 $[(16.1 \pm 2.7) \text{分} \text{ vs } (11.4 \pm 4.5) \text{分}, P < 0.001]$ 的得分能力上均优于传统教学方法;而2种教学方法下受培训学生对于掌握肝段解剖得分能力方面则差异无统计学意义 $[(16.7 \pm 9.3) \text{分} \text{ vs } (15.7 \pm 9.9) \text{分}]$ 。**结论:**基于三维可视化技术的临床教学在临床医学生中有较高的接受度,其教学效果总体上优于传统教学方法,可有效提高教学质量和效率,值得推广应用。

**[关键词]** 肝胆外科;三维可视化;解剖;教学**[中图分类号]** R 575 **[文献标志码]** A

### The study of application value of three-dimensional visualization technique in clinical anatomy teaching of hepatobiliary surgery

YAN Jia-yan, GUO De-zhen, CHEN Fei-yu, ZHOU Jian, YANG Xin-rong\*

Department of Liver Surgery &amp; Transplantation, Liver Cancer Institute, Zhongshan Hospital, Fudan University, Shanghai 200032, China

**[Abstract]** **Objective:** To explore the application value of three-dimensional visualization technique in clinical anatomical teaching of hepatobiliary surgery. **Methods:** A total of 30 senior postgraduate students majoring in surgery from Zhongshan Hospital, Fudan University were selected and accepted traditional teaching ( $n = 30$ ) or three-dimensional visualization teaching ( $n = 30$ ), respectively. Traditional teaching was mainly based on surgery textbook, liver anatomical atlas, enhanced liver CT images and corresponding videos of surgical procedures while three-dimensional visualization teaching was mainly based on three-dimensional visualization evaluation images based on enhanced CT data and videos of surgical procedures. Trained students successively accomplished evaluation scales which include trainee subjective assessment, liver vasculature anatomy, liver segmentation and virtual liver surgery planning after each teaching method training. **Results:** Grades of trainees in subjective assessment  $(33.3 \pm 5.4 \text{ vs } 22.0 \pm 9.2, P < 0.001)$ , mastery in liver basic vasculature anatomy  $(30.5 \pm 6.3 \text{ vs } 19.8 \pm 9.2, P < 0.001)$ , liver spatial vasculature anatomy  $(15.9 \pm 2.5 \text{ vs } 10.0 \pm 4.6, P < 0.001)$  and virtual liver surgery planning  $(16.1 \pm 2.7 \text{ vs } 11.4 \pm 4.5, P < 0.001)$  under three-dimensional visualization training were significantly higher than those under conventional training, while grades on mastery of liver segmentation anatomy were similar between two methods without significant difference  $(16.7 \pm 9.3 \text{ vs } 15.7 \pm 9.9, P = 0.64)$ . **Conclusion:** Clinical teaching based on three-dimensional visualization technique could be well accepted by clinical medical students, its overall teaching efficacy was superior to conventional teaching method with higher teaching quality and efficiency and thus it is recommended for further application.

**[Key Words]** hepatobiliary surgery; three-dimensional visualization; anatomy; teaching**[收稿日期]** 2020-10-08**[接受日期]** 2020-11-10**[基金项目]** 国家自然科学基金(81872355, 81672839),上海市科学技术委员会(19441905000). Supported by National Natural Science Foundation of China (81872355, 81672839) and Shanghai Municipal Commission of Science and Technology (19441905000).**[作者简介]** 闫加艳, 博士生. E-mail: dr\_yanjiayan@126.com

\* 通信作者 (Corresponding author). Tel: 021-64041990, E-mail: yang.xinrong@zs-hospital.sh.cn

作为人体最大的实质性器官,肝脏拥有肝动脉、门静脉、肝静脉和胆管4套基本脉管系统,任意一套脉管系统的类型众多、变异率高,不同脉管相互交错缠绕、解剖极为复杂,其理论教学和实践教学一直是医学生课程中的重点和难点<sup>[1-3]</sup>。由于肝脏外科解剖知识难以掌握,很多医学生对肝脏解剖知识掌握不扎实,甚至进入肝胆外科工作后仍然对肝脏解剖并不十分熟悉,很难开展复杂的肝胆外科手术。

目前,传统的肝脏外科教学方法大多采用解剖图谱、肝脏模具及尸体标本、彩超及CT等二维影像,对医学生讲解肝脏解剖知识<sup>[4]</sup>。对肝脏这类内部结构复杂、需要空间想象才能理解的教学内容,如果仅利用二维图像进行讲解,医学生往往难以清晰地理解其三维结构,学习效率低、效果差<sup>[5]</sup>。近年来,三维可视化技术在肝胆外科临床中应用广泛,不仅促进了肝胆外科手术技术的发展,而且为肝胆外科教学提供了更高端的媒介和工具<sup>[6-10]</sup>。因此,三维可视化教学在临床医学生肝胆临床解剖教学中的接受度和教学效果如何,值得进一步探究。

## 1 资料与方法

1.1 一般资料 选取30名就读于复旦大学附属中山医院外科学专业研究生,分别完成传统方法教学和三维可视化教学,男女比例为9:1,平均年龄为(25.5±1.9)岁,硕士研究生和博士研究生分别为

18名和12名。排除标准为既往接受过三维可视化模拟手术训练的医学生。

1.2 教学方法 医学生采取随机抽取先后接受传统方法教学和三维可视化教学,传统教学方法首先基于卫生部外科学教材(《外科学》,人民卫生出版社出版,第8版)、克氏外科学(第17版)解剖图谱和肝脏教学模型,进行肝脏解剖学知识的系统介绍,同时利用RadiAnt DICOM Viewer™软件浏览肝癌患者甲的腹部增强CT数据(DICOM格式),最后结合患者的高清手术视频进行对照讲解。三维可视化教学方法基于肝癌患者甲的肝脏三维可视化影像处理结果,可从各个角度清晰地展示肝脏形态和肝脏脉管,也可单独或同时显示肝脏轮廓、肝脏各套脉管和肝脏占位,也可进行肝段分割和模拟手术规划,最终结合患者的高清手术视频等进行教学。

2种教学方法均从各个角度清晰展示肝脏形态、肝脏基本脉管结构(肝动脉、门静脉、肝静脉和胆管)、肝脏脉管的空间结构(肝动脉和胆总管之间空间关系,肝动脉和门静脉之间空间关系)、肝脏分叶分段,传统教学方法对照腹部增强CT图像和解剖学图谱进行模拟手术规划和判断手术可行性,三维可视化教学方法依据三维可视化处理图像确定手术入路、离断面和残余肝体积占比,以判断手术可行性(图1)。2种教学方法独立进行,培训时间均为45 min左右。上述教学素材均取自复旦大学附属中山医院肝外科。

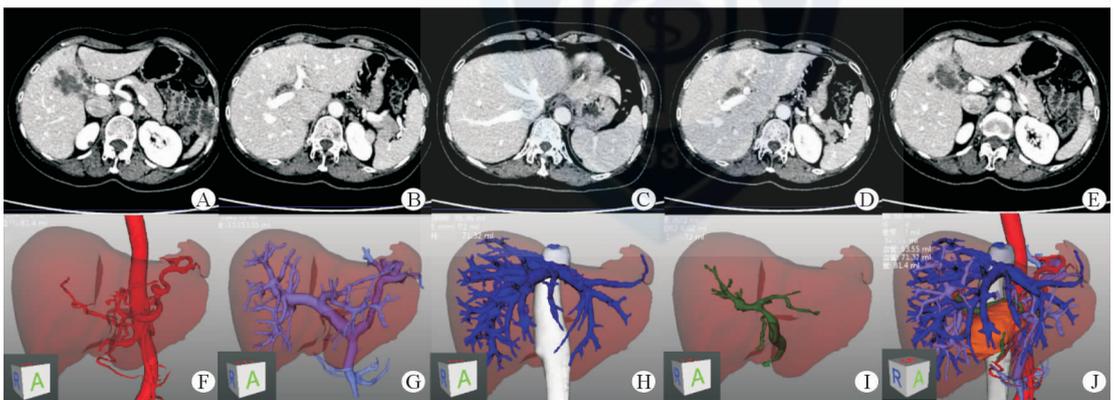


图1 传统教学方法和三维可视化教学方法示意图

A、F: 肝脏动脉系统的二维影像和三维可视化图像;B、G: 门静脉系统的二维影像和三维可视化图像;C、H: 肝静脉和下腔静脉的二维影像和三维可视化图像;D、I: 胆管系统的二维影像和三维可视化图像;E、J: 肝脏肿瘤的二维影像和三维可视化图

1.3 教学接受度和质量评估标准 医学生培训评价标准以柯氏培训模式(Kirkpatrick model)为指导原则,涵盖反应层次(reaction)、学习层次(learning)、行为层次(behavior)和成果层次

(result)等4个评估维度<sup>[11]</sup>。反应层次反映被培训者的满意程度,本研究中指学员对于传统教学方法和三维可视化教学方法的满意程度;学习层次反映被培训者的学习获得程度,本研究中指以传统教学

方法或三维可视化教学方法下学员对于常见解剖知识的辨识得分成绩衡量;行为层次考察被培训者的知识运用程度,本研究中为以传统教学方法或三维可视化教学方法下学员对临床病例的模拟手术规划的判断得分;成果层次涉及该培训活动对整个机构中创造出的效益,是最难开展的一层评价,本研究难以实施,量表表中未予体现。

1.4 评估方法 分别制订传统教学评估量表和三维可视化教学评估量表,量表评估内容基本一致,包括受试者主观评价、肝脏脉管解剖理解、肝段解剖辨识和模拟手术规划4个方面(表1)。该量表中问题1~10、14和15均为程度评级,0~10代表程度依次递增,0代表程度为完全没有,10代表程度

为程度最高;问题11~13为肝段解剖辨识判断题,根据答案的偏差程度判断得分,每题满分为10分。传统教学方法培训结束后,调取患者乙的腹部增强CT数据,该患者肿瘤侵犯肝脏IV段(图2A),并人工标记肝脏III段为测试肝段A,肝脏I段为测试肝段B(图2B),进行肝脏分段解剖辨识评估;三维可视化教学方法培训结束后,调取患者丙的三维可视化处理结果,该患者肿瘤侵犯肝脏IV段和V段(图2C),并人工标记肝段III段为测试肝段A,肝脏I段为测试肝段B(图2D)进行肝脏分段解剖辨识评估。以上传统教学方法和三维可视化教学方法所利用的病例影像学资料均来自复旦大学附属中山医院肝外科。

表1 传统教学/三维可视化教学评估量表

评估维度	问题	答案评分
受试者主观评价的评估	1. 你觉得该教学方法的易于理解程度为多少	①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩
	2. 你觉得该教学方法的生动有趣程度为多少	①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩
	3. 你觉得该教学方法的直观程度为多少	①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩
	4. 你对该教学方法的满意程度为多少	①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩
肝脏内基本脉管、脉管间空间关系解剖理解的评估	5. 对该患者肝动脉走行及变异的了解程度	①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩
	6. 对该患者门静脉分支类型及变异的了解程度	①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩
	7. 对该患者肝静脉分支情况和汇合方式的了解程度	①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩
	8. 对该患者胆管分支情况及变异的了解程度	①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩
	9. 对该患者肝动脉和门静脉空间关系的了解程度	①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩
	10. 对该患者肝动脉和胆总管空间关系的了解程度	①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩
肝脏分段解剖辨识的评估	11. 该标记肝段A为肝脏哪一段	①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩
	12. 该标记肝段B为肝脏哪一段	①②③④⑤⑥⑦⑧
	13. 该患者肿瘤侵犯的肝段有那些	①②③④⑤⑥⑦⑧
模拟手术规划的评估	14. 基于该方法进行模拟手术与实际手术的相似程度评估	①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩
	15. 基于该方法对患者肝脏手术基本条件的了解程度评估	①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩

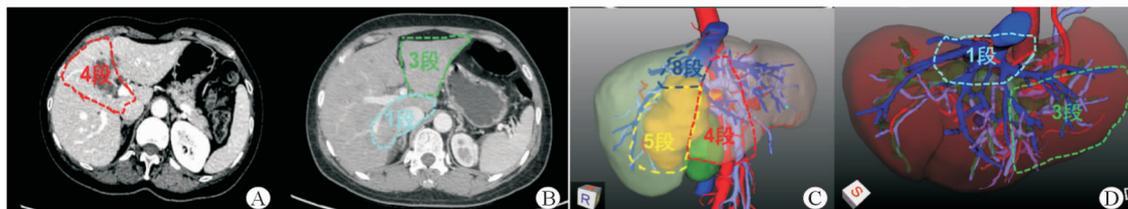


图2 肝脏分段解剖辨识评估示意图

A: 患者乙肝脏肿瘤侵犯IV段的腹部增强CT图像;B: 患者乙腹部增强CT图像上人工标记肝脏III段和I段;C: 患者丙的肝脏肿瘤侵犯IV段和V段的三维可视化图像;D: 三维可视化图像上人工标记患者丙的肝脏III段和I段

1.5 统计学处理 采用SPSS 19.0软件分析处理数据,连续型变量的比较采用配对样本的 $t$ 检验。

检验水准( $\alpha$ )为0.05。

## 2 结果

2.1 医学生接受度评价 结果(图 3A)显示:受培训医学生对三维可视化教学方法的接受度得分为 $(33.3 \pm 5.4)$ 分,高于其对传统教学方法的接受度得分 $(22.0 \pm 9.2)$ 分( $P < 0.001$ );受培训医学生对教材内容的理解程度,三维可视化教学方法的得分要显著高于传统教学方法 $[(8.1 \pm 1.4)$ 分  $vs$   $(5.8 \pm 2.3)$ 分,  $P < 0.001$ ];三维可视化教学方法的生动有趣程度也显著高于传统教学方法 $[(8.4 \pm 1.6)$ 分  $vs$   $(5.1 \pm 2.3)$ 分,  $P < 0.001$ ];另外,三维可视化教学方法的直观程度得分也显著高于传统教学方法 $[(8.5 \pm 1.4)$ 分  $vs$   $(5.3 \pm 2.4)$ 分, ( $P < 0.001$ ];最终,受培训医学生对三维可视化教学方法的满意程度得分,也明显高于其对传统教学方法满意程度,

差异具有统计学意义 $[(8.3 \pm 1.3)$ 分  $vs$   $(5.8 \pm 2.6)$ 分,  $P < 0.001$ ]。

2.2 教学效果评价 结果(图 3B)显示:受培训医学生在三维可视化教学方法下肝脏基本脉管解剖方面的得分要显著高于传统教学方法 $[(30.5 \pm 6.3)$ 分  $vs$   $(19.8 \pm 9.2)$ 分,  $P < 0.001$ ];肝脏空间脉管解剖方面的得分也显著高于传统教学方法 $[(9 \pm 2.5)$ 分  $vs$   $(10.0 \pm 4.6)$ 分,  $P < 0.001$ ];但是,受培训医学生在三维可视化教学方法下的肝脏肝段解剖辨识方面得分与传统教学方法差异无统计学意义 $[(16.7 \pm 9.3)$ 分  $vs$   $(15.7 \pm 9.9)$ 分];受培训医学生在三维可视化教学方法下的肝脏模拟手术规划方面得分要显著高于传统教学方法 $[(16.1 \pm 2.7)$ 分  $vs$   $(11.4 \pm 4.5)$ 分,  $P < 0.001$ ]。

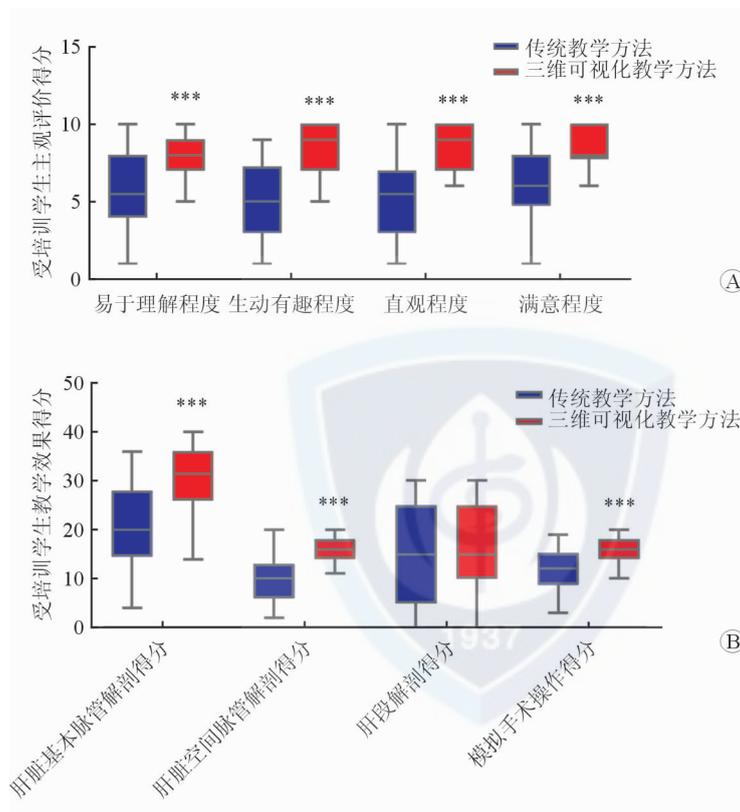


图3 2种教学方法下受培训学生主观评价得分(A)和教学效果得分对比(B)

\*\*\*  $P < 0.001$  与传统教学法比较

2.3 不同学历医学生主观评价和教学效果得分 结果(表 2)显示:传统教学方法下博士研究生与硕士研究生在主观评价得分、肝段解剖得分和模拟手术操作得分等方面差异无统计学意义,而传统教学方法下博士研究生在肝脏脉管解剖得分上显著高于硕

士研究生( $P < 0.001$ );三维可视化教学方法下博士研究生与硕士研究生的主观评价得分、肝脏脉管解剖得分、肝段解剖得分和模拟手术操作得分等方面差异均无统计学意义。

表2 不同学历医学生在2种教学方法下主观评价和教学效果得分

 $\bar{x} \pm s$ , 分

教学方法	学历	主观评价得分	肝脏脉管解剖得分	肝段解剖辨识得分	模拟手术操作得分
传统教学方法	硕士研究生	20.1 ± 8.9	25.8 ± 13.2	17.2 ± 10.2	11.0 ± 4.4
	博士研究生	24.9 ± 9.2	35.9 ± 11.8*	13.3 ± 9.4	12.0 ± 4.7
三维可视化教学方法	硕士研究生	32.7 ± 5.6△△△	45.5 ± 9.4△△△	18.9 ± 9.3	16.2 ± 2.4△△△
	博士研究生	34.3 ± 5.2△△△	47.8 ± 6.7△△	13.3 ± 8.6	15.9 ± 3.1△△

\*  $P < 0.05$  与硕士研究生相比;  $\Delta\Delta P < 0.01$ ,  $\Delta\Delta\Delta P < 0.001$  与传统法相比

结果(表2)显示:硕士研究生和博士研究生在三维可视化教学方法的主观评价得分、肝脏脉管解剖得分和模拟手术操作得分均显著高于传统教学方法( $P < 0.05$ );而硕士研究生和博士研究生在2种教学方法下对肝段解剖辨识的得分差异均无统计学意义。

2.4 问卷调查发放与回收情况 本调查共发放问卷60份,收回60份,问卷回收率为100%。

### 3 讨论

肝胆外科是最复杂的外科领域之一,肝脏脉管解剖结构复杂、解剖变异繁多且个体差异大,肝胆外科解剖教学是医学生学习肝胆外科的重点和难点<sup>[12]</sup>。传统的医学解剖教育多以教科书、肝脏模型和增强CT或MRI等二维影像学手段为媒介,但因其较为抽象,医学生的学习效率较低,学习的积极性和主动性不高,学习效果也并不理想。

三维可视化技术是数字医学领域最基础和重要的技术之一,其利用计算机特定的算法预处理,如改变图像矩阵列、视野、层厚和间隔等,或对重建的三维图像进行再次分割、配准和绘制等,将序列断层图像(如多排螺旋CT、MRI等)二维结构影像或PET-CT等二维功能影像构建成为人体组织器官的三维几何模型,并可以在计算机屏幕上真实绘制并显示<sup>[13]</sup>。目前,以三维可视化技术为核心的精准外科,建立了“可视化”、“可量化”和“可控化”的核心技术体系,不仅成为肝胆外科手术的重要工具,也为肝胆外科解剖和临床教学提供新的工具。本研究将三维可视化技术应用于常规肝胆外科解剖教学,用于探究医学生对于三维可视化教学方法的接受程度和教学效果。

本研究发现,临床医学生对三维可视化教学方法的接受度普遍较高。医学研究生在三维可视化教学方法下对所教授内容的理解程度、生动有趣程度、直观程度和满意程度,均显著高于传统教学方

法,这与相关临床教学的研究结论<sup>[14-15]</sup>一致。与此同时,三维可视化教学方法明显提高临床医学研究生对肝胆外科解剖教学的学习效果,三维可视化教学方法下的肝脏基本脉管解剖、肝脏空间解剖和模拟手术规划教学效果明显优于传统教学方法。深究其原因,三维可视化技术能够使肝胆系统可视化,在肝胆外科解剖教学中,不仅可直观、立体地展示肝脏肝动脉、门静脉、肝静脉和胆管的基本构型,包括清晰显示复杂结构和罕见变异类型,而且能够展示肝脏多脉管间的空间结构及关系,对于临床医学生学习和掌握肝脏脉管基本解剖方面具有独特优势。本研究还发现在2种教学方法下,研究生在肝脏肝段解剖辨识方面的得分均普遍较低,2种教学方法效果差异无统计学意义。这可能与肝脏肝段解剖的辨识需要较长的学习曲线,短短几十分钟的临床解剖教学并不能完全掌握,因而并未显现出2种教学方法之间的差别,或许未来通过更长时间和更细致的肝段解剖教学才能观察到2种方法更加真实、准确的肝段解剖教学效果。

综上所述,临床医学生对三维可视化教学方法有较好的接受度。该方法能够有效地激发临床医学生的学习积极性、主动性和创造性,可加深其对授课内容的理解和记忆,并且总体上肝脏解剖教学的效果要明显高于传统教学方法,值得在肝胆外科的临床解剖教学中进行推广应用。

### 参考文献

- [1] YOSHIOKA Y, EBATA T, YOKOYAMA Y, et al. 'Supraportal' right posterior hepatic artery: an anatomic trap in hepatobiliary and transplant surgery[J]. World J Surg, 2011, 35(6): 1340-1344.
- [2] YAN J, YANG C, BU J, et al. Comment on: right hepatic venous system variation in living donors: a three-dimensional CT analysis [J]. Br J Surg, 2020, 107(12): e607.
- [3] YAN J, FENG H, WANG H, et al. Hepatic artery

- classification based on three-dimensional CT[J]. *Br J Surg*, 2020, 107(7): 906-916.
- [4] BOSCOLO-BERTO R, TORTORELLA C, PORZIONATO A, et al. The additional role of virtual to traditional dissection in teaching anatomy: a randomised controlled trial [J]. *Surg Radiol Anat*, 2020. DOI: 10.1007/s00276-020-02551-2.
- [5] BEERMANN J, TETZLAFF R, BRUCKNER T, et al. Three-dimensional visualisation improves understanding of surgical liver anatomy [J]. *Med Educ*, 2010, 44(9): 936-940.
- [6] 中华医学会数字医学分会, 中国研究型医院学会数字智能化外科专业委员会, 中国医师协会肝癌专业委员会, 中央型肝癌三维可视化精准诊疗中国专家共识(2020版) [J]. *中国实用外科杂志*, 2020, 40(4): 361-368.
- [7] 中华医学会数字医学分会, 中国研究型医院学会数字智能化外科专业委员会, 中华医学会外科学分会胆道外科学组, 等. 肝门部胆管癌三维可视化精准诊疗中国专家共识(2019版) [J]. *中国实用外科杂志*, 2020, 40(3): 260-266.
- [8] 中华医学会数字医学分会, 中华医学会外科学分会胆道外科学组, 中国研究型医院学会数字医学临床外科专业委员会, 胆囊癌三维可视化诊疗专家共识(2018版) [J]. *中国实用外科杂志*, 2018, 38(12): 1339-1346.
- [9] 中华医学会数字医学分会, 中华医学会外科学分会胆道外科学组, 中国医师协会外科医师分会胆道外科医师委员会, 等. 医源性胆管损伤后狭窄三维可视化诊治专家共识(2019版) [J]. *中国实用外科杂志*, 2019, 39(8): 775-781.
- [10] 中华医学会数字医学分会, 中华医学会外科学分会胆道外科学组, 中国医师协会外科医师分会胆道外科医师委员会, 等. 肝胆管结石三维可视化精准诊疗专家共识(2019版) [J]. *中国实用外科杂志*, 2019, 39(10): 1001-1009.
- [11] JOHNSTON S, COYER F M, NASH R. Kirkpatrick's evaluation of simulation and debriefing in health care education: a systematic review [J]. *J Nurs Educ*, 2018, 57(7): 393-398.
- [12] GELLER D A, TOHME S. Liver anatomy quiz: test your knowledge [J]. *J Gastrointest Surg*, 2020. DOI: 10.1007/s11605-020-04582-x.
- [13] 闫加艳, 李太锡, 何敏, 等. 三维可视化技术在医源性胆管损伤后狭窄术前评估中应用研究 [J]. *中国实用外科杂志*, 2018, 38(9): 1031-1038.
- [14] 曹学峰, 张长习, 吕潇童等. 三维可视化技术在肝癌CBL见习教学中的应用 [J]. *继续医学教育*, 2020, 34(1): 24-26.
- [15] 彭远飞, 陆超成, 施杰毅等. 三维可视化及虚拟手术在肝脏外科临床教学中的应用价值 [J]. *中国临床医学*, 2017, 24(6): 946-950.

[本文编辑] 王迪, 贾泽军

