

三维可视化联合模拟手术在研究生 肝脏外科临床教学中的应用

翟 博 王宗文 朱乾坤 金 鑫 胡凤丽 李小东 徐力善

摘 要 **目的** 探讨三维可视化联合模拟手术在研究生肝脏外科临床教学中的应用价值。**方法** 选取哈尔滨医科大学附属第四医院 2019 年 9 月 ~ 2021 年 9 月入学的外科学研究生 40 人,随机分为试验组和对照组,每组各 20 人。对照组采用常规教学方法,而试验组在常规教学方法基础上加用三维可视化、模拟肝切除手术及残肝体积测量等教学方法。两组均在进行 24 学时的教学后,采用客观标准化试卷、主观问卷调查两种形式考核教学效果及学生满意度。**结果** 两组研究生培训前基本情况及考核成绩比较,差异均无统计学意义(P 均 > 0.05)。培训结束后,试验组研究生在基础理论(83.70 ± 5.84 分)、影像学(78.15 ± 5.15 分)及外科学(82.45 ± 4.94 分)3 个方面的考核成绩均明显高于对照组(分别为 79.00 ± 5.83 、 68.60 ± 6.14 、 73.10 ± 7.01 分),差异均有统计学意义(t 值分别为 2.547、5.327、4.87; P 值分别为 0.015、0.001、0.001)。问卷调查结果显示,三维可视化联合模拟手术的试验组教学方法有利于研究生对肝脏解剖学、影像学、术式评估的学习,可有效提高学生学习兴趣,调动积极性,并使知识易于掌握且记忆持久。试验组研究生对教学满意度评分显著高于对照组(4.15 ± 0.59 分 vs 3.50 ± 0.95 分),差异有统计学意义($t = 2.611$, $P = 0.014$)。**结论** 三维可视化联合模拟手术应用于研究生肝脏外科教学,可提升教学成绩和教学效果,具有较好的满意率,值得作为新的教学方法进一步实施探讨。

关键词 肝脏外科 三维可视化 模拟手术 教学

中图分类号 R6

文献标识码 A

DOI 10.11969/j.issn.1673-548X.2023.03.041

肝脏外科一直是临床教学工作中的难点,原因在于肝脏位置深在、解剖结构复杂,具有肝动脉、门静脉、肝静脉、胆管等多重管路结构,且于肝内错综交织,从而形成肝裂、肝段、肝门这些外科手术平面;另外,肝脏作为生命必需器官,尚涉及肝功能储备、残肝体积评估等诸多问题,这也进一步增加了肝脏外科教学的难度^[1,2]。而专业学位硕士研究生在肝脏外科往往肩负着住院医师的临床工作,我国住院医师规范化培训要求“四证合一”,强化临床相关学科轮转,这都为专业学位硕士研究生的肝脏外科教学工作提出了更高要求^[3]。而传统的肝脏外科教学往往基于解剖图谱、影像胶片、教材、幻灯片、手术视频等进行,讲解过程相对晦涩、枯燥,不易理解^[4,5]。

三维可视化技术是基于计算机图像处理,将临床影像数据予以分析、融合、计算,从而构建三维立体图像,并可以直观、准确地观察组织内部结构及位置关系,避免传统二维视野对深部结构了解不足和空间感

不强的缺点,近年来在肝脏外科引起愈加广泛的重视^[5,6]。在专业学位硕士研究生临床教学工作中,笔者团队亦引入三维可视化技术,并基于此进行模拟肝切除手术训练,从而结合当代青年人性格特征和肝脏外科教学不足,发挥三维可视化和模拟手术生动、直观,“游戏化”实景操作的特征,取得了较好的教学效果,现总结报道如下。

一、对象与方法

1. 研究对象:选取哈尔滨医科大学附属第四医院 2019 年 9 月 ~ 2021 年 9 月入学的外科学研究生 40 人,随机分为试验组和对照组,每组各 20 人。对照组采用常规教学方法,而试验组在常规教学方法基础上加用三维可视化、模拟肝切除手术及残肝体积测量等教学方法。所有研究对象对参与研究项目均知情同意,且既往均未应用过三维可视化和模拟肝切除手术软件。本研究已获得哈尔滨医科大学附属第四医院医学伦理学委员会批准(伦理学审批号:2022-ZWLLSC-04)。

2. 研究方法:(1)三维可视化及模拟肝切除教学模型的建立:收集拟用于教学患者的 2mm 薄层三期增强扫描 CT 数据,导入 YORKTAL AI + Cloud + 3D + 肝胆三维可视化系统(深圳市旭东数字医学影

基金项目:黑龙江省高等学校教改工程项目(SJGY20200454)

作者单位:150001 哈尔滨医科大学附属第四医院肿瘤、肝胆外科
(翟博、王宗文、朱乾坤、金鑫、李小东、徐力善),消化内科(胡凤丽)

通信作者:翟博,电子信箱:zhaibo_hrbmu@163.com

像技术有限公司),经后台对数据的分析、融合、计算、分割、渲染等,将肝脏内及周边解剖结构,如肝动脉、门静脉、肝静脉、胆囊、胆管、下腔静脉、肝固有动脉、肝总动脉、肝组织、肝肿瘤等予以分别标记、透明化显示,从而构建三维可视化模型。基于上述模型,利用软件自带的体积测量、手术规划功能,对肝段予以区分,并进行模拟切除(图 1)。(2)教学方法:教学形式主要有理论授课、教学查房、病例讨论及手术观摩。教师均由两名具有副教授职称的教学经验丰富的高年资医生担任。两组教学学时相同。每周 1 次课,每次 2 学时,累计 24 学时。对照组:采用常规解剖图谱、教学模型讲授肝脏解剖,通过 CT、MRI 影

像阅片、临床检查资料了解疾病状态、手术切除范围及涉及肝内外管道,通过手术视频了解手术过程。试验组:在对照组教学基础上,将三维可视化技术及模拟肝切除应用于教学过程中。首先在教学过程中由教师通过调取患者三维可视化数据,讲解肝脏毗邻关系,肝内管道结构,肝脏区段间解剖特征及划分依据等肝脏临床解剖;根据病变位置、大小,讲授肝切除范围、断肝平面、涉及管道;同时利用软件演示模拟肝切除操作及残肝体积测量。其次,发挥当代医学生擅于操作的特点,将三维可视化软件及患者数据拷贝给学生,用于课后“游戏化”的模拟练习(图 1)。最后观看手术视频,将模拟训练得到的经验与手术过程相对应。

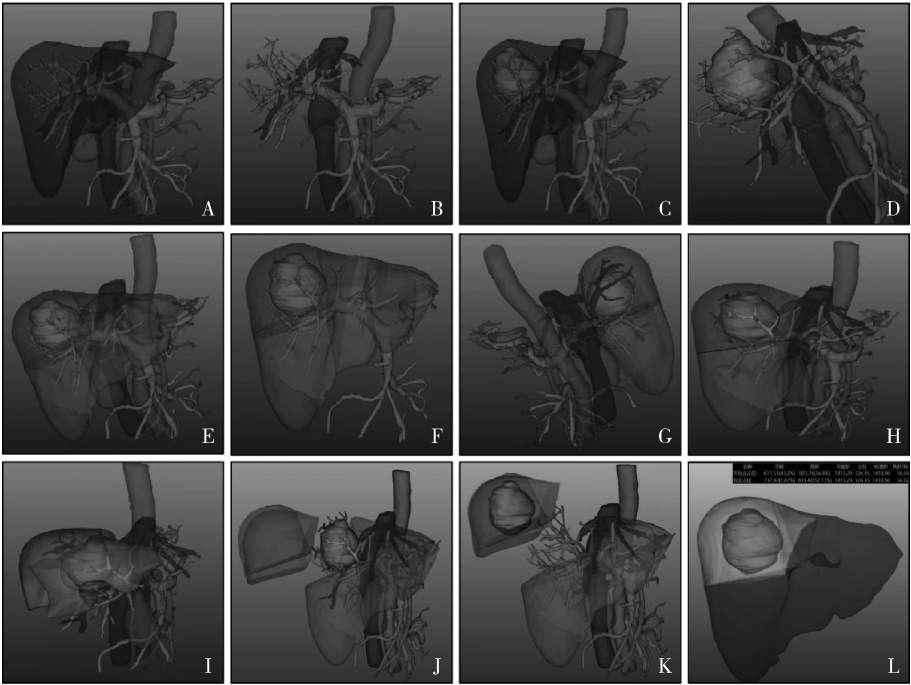


图 1 三维可视化及模拟手术在肝脏外科教学中应用实例(Ⅶ、Ⅷ段肿瘤)

A、B. 肝内外正常解剖结构;C、D. 肿瘤肝内定位及与周围解剖结构关系;E、F. 肝脏 Couinaud 分段划分及界线特征;G、H. 肿瘤所在肝段及行肝段切除所需涉及的肝静脉、门静脉;I. 肝脏肿瘤流域分析;J、K. 确定肝切除范围后,进行模拟肝切除;L. 残肝体积测量

3. 教学效果评价:本研究中分别采用客观标准化试卷、主观问卷调查两种形式考核教学效果及学生满意度。(1)教学效果考核:依据肝脏外科教学内容,分别出具肝脏基础理论、肝脏影像学、肝脏外科学 3 个方面内容的标准化试卷,在培训开始前及培训结束后对研究生进行考核。内容主要涉及肝脏解剖毗邻,肝脏内外血供,胆管引流特征,肝脏肝门结构及解剖特征,肝裂、肝段定义及区分,肝肿瘤定性、定位,肝脏切除范围及手术规划等。每张试卷采取百分制,闭卷

考试 30min。(2)学生满意度调查:培训结束后,采用问卷调查的形式,就教学内容的掌握、教学方法的评价两方面分别设置问卷调查表。按照李克特 5 级量表,每一选项设置 5 个等级,并对应不同积分,即好(5 分)、较好(4 分)、中等(3 分)、较差(2 分)、差(1 分)。教学内容的掌握包括是否有益于肝脏解剖学、影像学、手术适应证选择、术式评估、手术过程的学习和理解。教学方法的评价包括教学的兴趣生动性、学习的积极主动性、学习的效率性、知识的易于掌握性、

记忆的深刻持久性、教学方法的满意度,并将评价为好、较好的学生占总体学生的比率定义为教学方法的满意率。累计发放、回收问卷 40 人份,有效率 100%。

4. 统计学方法:应用 SPSS 19.0 统计学软件对数据进行统计分析。计量资料以均数 $\pm$ 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示,组间比较采用单因素方差分析和 Dunnett - t 检验;计数资料以例数表示,组间比较采用 Fisher 确切

概率法,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

三、结 果

1. 两组研究生培训前基本情况及考核成绩比较:两组研究生性别构成比、年龄比较,差异均无统计学意义 (P 均 > 0.05)。培训开始前,两组间基础理论、影像学及外科学考核成绩比较,差异无统计学意义 ($P > 0.05$),详见表 1。

表 1 两组研究生培训前基本情况及考核成绩比较 ($n, \bar{x} \pm s$)

组别	男性/女性	年龄(岁)	基础理论(分)	影像学(分)	外科学(分)
试验组	18/2	23.65 $\pm$ 0.93	73.05 $\pm$ 5.80	63.85 $\pm$ 6.99	65.70 $\pm$ 5.54
对照组	18/2	23.40 $\pm$ 0.82	73.40 $\pm$ 6.97	64.05 $\pm$ 7.13	65.25 $\pm$ 7.76
t	-	0.900	-0.173	-0.090	0.211
P	0.698	0.374	0.864	0.929	0.834

2. 两组研究生培训后考核成绩比较:培训结束后,试验组研究生在基础理论、影像学及外科学 3 个方面的考核成绩均明显高于对照组,特别是试验组教学方法对影像学和外科学成绩的提高更为明显(表 2)。进一步计算各项考核中,以得分达 80 分以上的优秀学生比例计算优秀率,结果显示,试验组研究生在基础理论、影像学及外科学的优秀率分别为 70%、55%、70%,均明显高于对照组的 50%、5% 和 15%,差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。

3. 两组研究生有关教学内容掌握情况的问卷调查结果:在教学方式是否有益于肝脏解剖学、影像学、术式评估的学习方面,试验组评分均明显高于

对照组 ($P < 0.05$),而教学方式是否有益于手术适应证选择、手术过程的学习方面,两组研究生评分比较,差异无统计学意义 ($P > 0.05$),详见表 3。以上结果表明,三维可视化联合模拟手术的试验组教学方法有利于研究生对肝脏解剖学、影像学、术式评估的学习。

表 2 两组研究生培训后考核成绩比较 (分, $\bar{x} \pm s$)

组别	基础理论	影像学	外科学
试验组	83.70 $\pm$ 5.84	78.15 $\pm$ 5.15	82.45 $\pm$ 4.94
对照组	79.00 $\pm$ 5.83	68.60 $\pm$ 6.14	73.10 $\pm$ 7.01
t	2.547	5.327	4.870
P	0.015	0.001	0.001

表 3 关于教学内容掌握情况的问卷调查结果 (分, $\bar{x} \pm s$)

组别	是否有益于肝脏解剖的学习	是否有益于肝脏影像学的学习	是否有益于手术适应证选择的学习	是否有益于术式评估的学习	是否有益于手术过程的学习
试验组	3.80 $\pm$ 0.83	4.15 $\pm$ 0.75	3.35 $\pm$ 0.75	3.75 $\pm$ 0.72	3.60 $\pm$ 0.82
对照组	3.15 $\pm$ 0.88	3.40 $\pm$ 0.75	3.15 $\pm$ 0.88	3.20 $\pm$ 0.52	3.35 $\pm$ 0.67
t	2.405	3.164	0.778	2.773	0.055
P	0.020	0.003	0.441	0.009	0.298

4. 两组研究生对教学方法评价的问卷调查结果:试验组除了学习的效率性评分与对照组无明显差异外 ($P > 0.05$),教学的兴趣生动性、学习的积极主动性、知识的易于掌握性、记忆的深刻持久性等 4

个方面评分均明显高于对照组 ($P < 0.05$),详见表 4。以上结果表明,试验组教学方法可以有效提高学生学习兴趣,调动积极性,并使知识易于掌握且记忆持久。

表 4 关于教学方法评价的问卷调查结果 (分, $\bar{x} \pm s$)

组别	教学的兴趣生动性	学习的积极主动性	学习的效率性	知识的易于掌握性	记忆的深刻持久性
试验组	4.10 $\pm$ 0.72	4.25 $\pm$ 0.79	3.45 $\pm$ 0.95	3.90 $\pm$ 0.64	3.95 $\pm$ 0.76
对照组	3.50 $\pm$ 0.89	3.25 $\pm$ 1.02	3.25 $\pm$ 0.85	3.20 $\pm$ 0.95	3.20 $\pm$ 0.83
t	2.349	3.473	0.704	2.729	2.975
P	0.024	0.001	0.486	0.010	0.005

5. 两组教学方法满意度调查: 两组研究生依据李克特 5 级量表对教学满意度进行评分, 试验组为 4.15 ± 0.59 分, 对照组为 3.50 ± 0.95 分, 两组比较差异有统计学意义 ($t = 2.611, P = 0.014$)。进一步计算两组研究生中评分为好 (5 分) 和较好 (4 分) 的比例, 作为教学方法的满意度。结果显示, 试验组满意度为 90%, 对照组满意度仅为 75%, 这表明三维可视化联合模拟手术的试验组教学方法可以明显提高研究生满意度。

三、讨论

肝脏外科作为临床外科学中技术难度较高、复杂性强的亚专科, 一直在临床教学中都是难点内容。与常规腹部器官由动脉供血、静脉回流不同, 肝脏外科解剖结构复杂, 向肝管道包括肝动脉、门静脉、胆管, 构成第一肝门及肝内 Glisson 蒂, 出肝管路包括第二肝门的肝静脉及第三肝门的肝短静脉, 这些构成了肝外及肝内错综复杂的解剖结构及网络交织的各种管道, 因此如何有效理解记忆肝内解剖是临床教学中的难点内容。特别是为了在肝脏外科手术过程中治愈疾病同时实现残肝功能的有效保护, 达到“切得精, 剩的好, 破坏少”的目的^[7~9]。因此手术要在肝内管道交织中的相对无血管区, 即 Couinaud 分段间进行, 而这些立体的三维空间结构, 对初学者而言很难于头脑中予以架构, 这也成为当前教学中亟待解决的问题。

传统教学中往往采用二维的教学图谱、影像胶片、教材、幻灯片等教具进行, 这些材料都存在平面视野、相对枯燥乏味的缺点, 而基于上述材料对立体空间结构的理解又较为困难, 因此教学效果往往欠理想。为解决上述问题, 虽然解剖教学中可利用尸体标本、三维铸型标本等教学模型, 但一个凸出问题是以上教具相对稀缺, 往往几个学生才能分到一个, 所以很难兼顾肝内解剖变异特征, 并对每一变异类型分别予以展示, 特别是由于解剖标本缺乏透视图, 对肝内解剖结构的辨识欠理想, 因此这种教学模式的互动性、参与性及体验感都很难满足当前的教学要求^[9,10]。三维可视化技术通过利用二维的 CT 数据经过计算机后处理合成三维动态图像, 在操作过程中可以将胆道、血管、肝脏等分别予以显示并标注不同透明度与颜色背景, 利用计算机软件可以对图像进行不同角度的立体旋转及观察, 形象生动, 易于理解。特别是当代大学生对于计算机游戏往往较为热衷, 游戏化的沉浸式模式是他们乐于接受的形式, 这也正反映出教学中需要关注的当代大学生善于动手实际操作、

乐于接受生动的教学用具这一时代特征。三维可视化技术恰恰迎合了当代学生教学特点, 本研究在教学过程中通过引导学生自主运用三维可视化软件观察、学习肝脏解剖, 利用软件自带的模拟肝切除功能, 按照肿瘤所在部位及肝脏区段划分, 切除肿瘤所在肝段, 了解手术中所需离断的管道及其所在位置, 测定残肝体积, 达到游戏化、沉浸式的效果。本研究结果表明, 运用三维可视化联合模拟手术明显提高了教学效果, 教学满意度也由传统教学的 75% 上升到 90%。研究生对教学效果的评价表明, 试验组较对照组可明显提高教学的兴趣生动性、学习的积极主动性、知识的易于掌握性和记忆的深刻持久性。为测试培训效果, 教学结束后对试验组和对照组研究生就基础理论、影像学及外科学的考核, 结果显示, 三维可视化联合模拟手术可明显提高研究生考核成绩及优秀率。

综上所述, 肝脏外科是临床研究生教学的难点内容, 利用三维可视化联合模拟手术进行肝脏外科教学, 适应了当前研究生教学特点, 可增加教学的生动性与参与性, 具有较好的满意率, 有助于提升教学成绩和教学效果, 值得作为新的教学方法进一步实施探讨。

参考文献

- 1 杨云, 潘泽亚, 傅思源, 等. 三维技术结合微信平台在肝胆外科教学中的应用[J]. 中国继续医学教育, 2019, 11(21): 31-33
- 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 翟博, 李小东, 朱乾坤, 等. 互联网+3D打印模型在腹腔镜外科基本技能培训中的应用[J]. 医学研究与教育, 2021, 38(2): 66-70
- 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, 2021, 43(4): 469-479
- 5 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
- 6 中华医学会数字医学分会, 中国医师协会肝癌专业委员会, 中国医师协会精准医学专业委员会, 等. 原发性肝癌三维可视化技术操作及诊疗规范(2020版)[J]. 中华消化外科杂志, 2020, 19(9): 897-918
- 7 许军. 从进化论看外科原则的变迁——浅谈微创外科时代外科医生的思维方式[J]. 中国微创外科杂志, 2013, 13(5): 385-387
- 8 刘允怡, 刘晓欣. 三维可视化技术在肝脏外科临床应用的优势[J]. 中华外科杂志, 2016, 54(9): 661-663
- 9 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
- 10 王若愚, 章璠, 吴东, 等. 三维可视化技术在肝外科临床教学中的应用分析[J]. 中国临床实用医学, 2018, 9(3): 75-76, 77

(收稿日期: 2022-03-29)

(修回日期: 2022-04-25)