本文引用格式:李敏,邢桂枚,彭俊斌,等.数字虚拟技术在肝胆外科临床教学中的应用[J].安徽医学,2024,45(5):650-653.**DOI:10.3969/j.issn.1000-0399.2024.05.024**

·医学教育·

数字虚拟技术在肝胆外科临床教学中的应用

李 敏 邢桂枚 彭俊斌 胡金龙 姚佳明 袁中旭 曹葆强

[摘 要] **目的** 探讨数字虚拟技术在肝胆外科临床教学中的应用效果。**方法** 选取2021年1月至2022年6月于安徽省第二人民医院普外科接受培训的120名年轻医生,分为观察组和对照组,每组60名。观察组进行数字虚拟技术辅助教学,对照组进行传统教学,对比两组教学效果的差异。**结果** 观察组实习生、规培医生、青年外科医生对肝脏分区、肝动脉、肝静脉、胆道等解剖知识以及对疾病诊断、肿瘤定位、肿瘤与周围脏器的关系等知识的掌握程度优于对照组($P<0.05$)。观察组实习生、规培医生、青年外科医生对肝切除范围、手术路径、断肝平面、残余肝脏体积等手术规划得分高于对照组($P<0.05$)。观察组年轻医生对教学效果的满意度评价高于对照组($P<0.05$)。**结论** 数字虚拟技术能提高肝胆外科临床教学的效果。

[**关键词**]数字虚拟技术;肝胆外科;临床教学;评价体系
doi:10.3969/j.issn.1000-0399.2024.05.024

肝脏作为解剖结构极为复杂的器官,其肝内各管道和肝门部解剖更是难以理解。年轻医生临床经验不足,再加之传统的临床教学较为抽象,无法从三维空间上构建正常组织与病灶的具体关系,教学效果大打折扣[1-2]。近年来,数字虚拟辅助技术广泛应用于医疗领域,影像学资料能够以立体、全方位的形式清晰地呈现在医生眼前,帮助医生更准确地把握复杂解剖结构与病变部位的关系,提高临床诊疗效果[3-4]。项目研究者发现目前数字虚拟辅助技术用于临床教学的探索仍然处于起步阶段,缺乏相关教学方案和评价体系。因此,本研究将探讨数字虚拟辅助教学在肝胆外科临床教学中的应用价值,并尝试构建评价体系。

1 对象与方法

1.1 研究对象 选取2021年1月至2022年6月于安徽省第二人民医院普外科进行培训的120名年轻医生作为研究对象——本文年轻医生特指实习生、规培医生和青年外科医生,因这些阶段的医生都处于医学生涯的早期。将120名青年医生按类型分为3层:实习生、规培医生和青年外科医生各40名。采用随机数字表法将每层的40名医生随机分配至观察组和对照组各20名。最终,观察组60名医生(实习生、规培医生和青年外科医生各20名)实行数字虚拟技术辅助教学,对照组60名医生(实习生、规培医生和青年外科医生各20名)实行传统教学。两组对象性别、年龄、职称、学历、临床工作时间等一般资料比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。见表1。

1.2 方法

1.2.1 研究方法 将肝癌患者上腹部增强CT数据导入肝胆三维可视化操作平台,分别对肝脏内部及周边解剖结构进行透明化处理,如肝脏内血管分布、胆管走向、胆囊、肝组织及肝肿瘤等予以标记,以此构建三维可视化模型。利用软件功能实现手术规划,并进行模拟肝切除。

1.2.2 教学方法 两组对象均由2名具有3年以上带教经验且认真负责的副主任医师进行带教,常规参

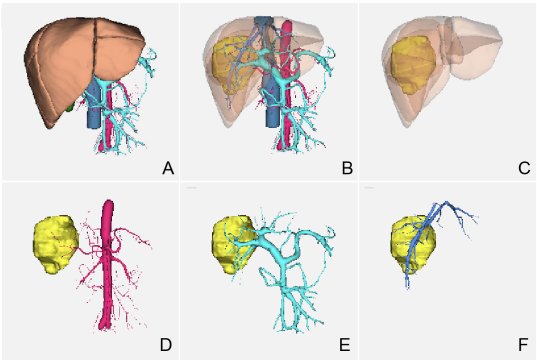
表1 两组对象一般资料比较

组别	例数	年龄(岁)	性别(男/女,例)	职称(例)			学历(例)		临床工作时间(年)
				无	初级	中级	本科	硕士	
观察组	60	25.29±2.30	47/13	30	24	6	33	27	4.37±2.31
对照组	60	25.59±2.44	48/12	32	22	6	35	25	4.30±2.24
t/χ^2值		-0.701	0.051	0.151			0.136		0.161
P值		0.485	0.822	0.927			0.713		0.873

基金项目:安徽省教育厅高校质量工程重点项目(编号:2020jyxm0952)

作者单位:230041 安徽合肥 安徽省第二人民医院教育处(李敏,邢桂枚),普外科(彭俊斌,胡金龙,姚佳明,袁中旭,曹葆强)
通信作者:曹葆强,caobaoqiang@126.com

加科室理论授课、教学查房、病例讨论及手术观摩。两组教学时长相同，每周各安排 2 次授课（分开进行），每次 2 学时，累计 24 学时。对照组：通过解剖图谱、教学模型讲授肝脏基础解剖知识，借助 CT、MRI 及临床各项检查、检验结果，识别肝胆系统疾病的类型、评估疾病的状态、位置及与重要管道间的空间位置关系，通过跟台了解手术过程，术后回看手术视频等。观察组：借助三维重建软件，将肝癌患者的二维影像资料生成三维可视化图像并构建虚拟手术模块。带教老师借助三维系统讲解肝脏基本形态与分区分段，肝脏与周围脏器的位置关系，肝内血管与胆管结构，肝脏病变位置、大小及与周围重要管道的关系等，讲解过程中可以运用选定区域、隐藏区域、透明化处理等从各个角度清晰地展示肝脏各分段、脉管和肝脏占位情况，如图 1。教学任务完成后，带教老师应用虚拟手术模块指导年轻医生进行虚拟肝切除手术。最后，年轻医生前往手术室跟台，术后回看手术视频，将模拟训练得到的经验与手术过程相对应。



注：A 为正常肝脏解剖结构，B 为肿瘤与肝内解剖结构关系，C 为肿瘤肝内定位，D 为肿瘤与肝动脉关系，E 为肿瘤与门静脉关系，F 为肿瘤与肝静脉关系。

图 1 肝脏三维可视化图层（Ⅵ、Ⅶ、Ⅷ段肿瘤）

1.3 评价体系 主要从肝脏基础解剖的熟悉程度、疾病诊断的准确性、预期手术方案规划的合理性和满意度调查 4 个方面构建年轻医生产出水平的评价体系。①肝脏解剖知识的掌握情况：通过年轻医生识别肝脏分叶、分段、肝动脉、门静脉、胆管、肝静脉的位置的准确性等指标来评价学生的肝脏基础解剖学习情况。正确率以百分数表示。②肝脏疾病诊断的准确性：通过年轻医生识别肝脏胆道系统疾病的类别、位置和与重要管道空间位置关系等指标评价年轻医生对疾病诊断的准确性。正确率以百分数表示。③手术方案规划的合理性：年轻医生结合临床实际情况，为患者提供模拟手术方案规划，2 名带教老师通过问答的方式分别从肝切除范围、手术路径规划、断肝平面、残余肝脏体积等方面来评价年轻医生对手术方案的规划能力，问答结束后，根据年轻医生的总体表现给予评分，分值 0～10 分，2 名带教老师评分的平均值为最终得分。④教学效果满意度调查：培训周期结束后，分别向年轻医生发放问卷调查，问卷调查的内容涉及提高医学知识的学习兴趣、学习效率，提高对肝脏解剖学、影像学、手术学的认识，培养临床思维能力等 6 个方面，每一方面设置 5 个选项，分别对应不同分值，分别为不满意（1 分）、较不满意（2 分）、较满意（3 分）、满意（4 分）和很满意（5 分）。累计发放问卷 120 人，回收问卷 120 份，有效率 100%。

1.4 统计学方法 采用 SPSS 24.0 软件进行统计分析，对符合正态分布的计量资料用 $\bar{x}\pm s$ 表示，两组间均数比较采用 t 检验。计数资料用频数表示，两组间比较采用 χ^2 检验。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 肝脏解剖知识、疾病诊断知识的掌握情况比较 观察组实习医生、规培医生及青年外科医生对肝脏分区、肝动脉、肝静脉、胆道等解剖知识以及对疾病诊断、肿瘤定位、肿瘤与周围脏器的关系等知识的掌握优于对照组，差异有统计学意义（$P<0.05$）。见表 2。

2.2 两组手术方案规划合理性情况比较 观察组实习生、规培医生、青年外科医生在肝切除范围、手术路径、断肝平面、残余肝脏体积等手术规划得分更高，两组差异有统计学意义（$P<0.05$）。见表 3。

2.3 两组教学效果的满意度比较 两组年轻医生教学满意度评分差异有统计学意义（$P<0.05$）。观察组年轻医生在提高医学知识的学习兴趣、学习效率以及提高对肝脏解剖知识的掌握等方面的满意度评分均高于对照组，差异有统计学意义（$P<0.05$）。见表 4。

表 2 两组肝脏解剖知识、疾病诊断知识的掌握情况比较(例)

类别	实习生				规培医生				青年外科医生			
	观察组(n=20)	对照组(n=20)	χ^2值	P值	观察组(n=20)	对照组(n=20)	χ^2值	P值	观察组(n=20)	对照组(n=20)	χ^2值	P值
肝脏分区	11	4	5.227	0.022	16	10	3.956	0.047	20	14	4.902	0.027
肝动脉	12	5	5.013	0.025	17	11	4.286	0.038	18	12	4.800	0.028
肝静脉	11	3	7.033	0.008	15	8	5.013	0.025	19	14	4.329	0.037
胆道	13	6	4.912	0.027	15	8	5.013	0.025	20	15	5.714	0.017
疾病诊断	13	6	4.912	0.027	15	7	6.465	0.011	20	14	4.902	0.027
肿瘤定位	9	3	4.286	0.038	14	7	4.912	0.027	19	14	4.329	0.037
肿瘤与周围脏器的关系	10	4	3.956	0.047	14	7	4.912	0.027	20	15	5.714	0.017

表 3 两组手术方案规划合理性比较($\bar{x}\pm s$,分)

类别	实习生				规培医生				青年外科医生			
	观察组(n=20)	对照组(n=20)	t值	P值	观察组(n=20)	对照组(n=20)	t值	P值	观察组(n=20)	对照组(n=20)	t值	P值
规划肝切除范围	3.22±0.87	2.52±0.96	2.429	0.020	6.16±0.84	4.06±0.89	7.651	<0.001	8.76±0.77	6.37±0.86	9.249	<0.001
规划手术路径	3.60±0.84	3.00±0.93	2.147	0.038	5.95±0.98	4.51±0.87	4.928	<0.001	8.67±0.80	6.61±0.93	7.462	<0.001
断肝平面	3.92±1.05	3.19±0.87	2.380	0.022	5.86±0.87	4.42±0.82	5.393	<0.001	8.76±0.85	6.73±0.80	7.775	<0.001
残余肝脏体积	4.01±0.97	3.34±0.98	2.155	0.038	5.78±0.81	4.44±0.83	5.179	<0.001	8.93±0.77	6.82±0.77	8.664	<0.001

表 4 两组教学效果的满意度比较($\bar{x}\pm s$,分)

组别	例数	提高医学知识的学习兴趣	提高医学知识的学习效率	提高对肝脏解剖知识的掌握	提高对肝脏影像学的认识	提高对肝脏手术学的认识	培养临床思维能力
观察组	60	4.38±0.56	4.35±0.51	4.39±0.53	4.48±0.55	4.28±0.69	4.37±0.59
对照组	60	3.18±0.54	3.24±0.47	2.91±0.43	2.93±0.42	3.05±0.65	2.95±0.72
t值		−6.931	−7.214	−9.758	−10.055	−5.821	−6.853
P值		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

3 讨论

肝脏外科一直是开展外科临床教学工作中较难被学生理解和掌握的亚专科,其中最为突出的表现就是学生难以深入掌握肝脏解剖结构,直接决定其是否能够理解肝脏外科手术规划和执行,也关系到临床教学质量高低[5]。肝脏拥有肝动脉、门静脉、肝静脉、胆道等多个管道系统,不同患者的脉管结构和走行差异极大,有经验的专科医生会在手术前充分了解各管道走行及其与病灶的关系,从而制定合理的手术规划[6]。全面了解肝脏解剖结构并用于指导手术,也一直是肝脏外科临床教学中的重点和难点,是培养合格的医学毕业生和专科医生的必要条件之一[7]。另外,作为精准医学的典型范例,从董家鸿教授提出精准肝脏外科理念开始,肝脏外科医生越来越注重在手术切除肝脏病灶和保留肝脏储备功能之间取得平衡,以在保障手术安全的条件下最大程度地切除病灶,这一理念也逐渐从临床实践走向临床教学,成为肝脏外科医生成长的必修课[8-9]。

精准肝脏外科理念的推广对于临床教学的影响也在近年逐渐显现出来,培养高素质医疗人才的需求倒逼临床教学做出改变,以探索利用新的技术手段来改进教学方法、提高教学质量[10]。深入实践精准肝脏外科理念的首要条件就是充分利用影像学手段掌握肝脏解剖结构[11]。长期以来,传统的医学教育模式多以传授知识为基础,采用讲座、病例学习等方式进行,学员虽然可以从 CT 、磁共振等二维影像获取肝脏解剖信息,但年轻医生临床经验不足,很难架构三维空间,容易致信息偏差,也很难做到活学活用[12]。随着以问题为导向的教学方法(problem-based learning,PBL)的普及,临床教学越来越强调以学生为中心,充分利用三维可视化等新技术、新资源调动学生积极性,鼓励发现问题、解决问题,培养学生自主学习能力和创新能力[13]。

随着医疗技术不断进步,数字虚拟技术成为实践 PBL 教学的有效工具。具体到肝脏外科临床教学中,它能够打破传统教学时空的限制,将肝脏不同分段、血管系统、肿瘤等以不同颜色、不同透明度、多角度、全方位地展示在医生面前,帮助医生直观地进行病灶观察和手术规划[14],极大程度提高了临床诊疗和医学教学质量。王宪等[15]研究表明,采取三维重建技术的教学

模式的培训医师，其在各维度的学习效果、学习的依从性和满意度评价等方面都优于采用传统多媒体教学方式的培训医师。另有研究表明，三维可视化技术在住院医师规范化培训中能够提升住培医师学习的积极性和主动性[16]。数字虚拟技术在泌尿外科、骨科等外科临床教学中广泛应用，因肝脏解剖的复杂性，其在临床教学中的应用还处于探索及经验总结阶段，需要更多的循证医学证据[17]。

本研究针对年轻医生基础解剖、疾病诊断、手术规划和教学效果满意度 4 个维度构建教学效果评价体系。在教师引导的教学过程中，发现学生对该种教学形式产生浓厚的兴趣，能够自主运用三维可视化系统学习肝脏解剖知识，对肿瘤进行肝脏区段划分，熟悉肿瘤血供系统，了解术中所需离断的管道，准确测定残肝体积等。研究结果表明，年轻医生运用三维可视化辅助教学能够取得不错的教学效果，提高了对肝脏解剖知识和肝脏疾病诊断知识的掌握，同时提高了对切肝范围、断肝平面以及残余肝脏体积等手术方案的规划能力，与相关研究[18-19]结果基本一致。笔者认为，年轻医生理论和实践水平的提高取决于三维重建可将传统二维抽象的病变信息变得直观和立体，利于掌握肝脏病灶三维空间构象、正确理解疾病对应治疗方案，此外，利用模拟手术可以多次修正手术规划方案，断肝平面以及残余肝脏体积的确定也变得更加准确合理，有效保证了肝切除手术的成功实施[20]。研究过程中，笔者也对年轻医生进行了教学效果的满意度评价，发现进行数字虚拟辅助教学的年轻医生对教学的满意度评分普遍高于对照组，表明数字虚拟辅助教学以沉浸式的计算机操作、直观的三维图像，能够激发年轻医生的学习兴趣和学习乐趣，提高学习效率，同时加深年轻医生对解剖学、影像学和手术学的认识，培养年轻医生的临床思维能力，是年轻医生十分青睐的教学模式。

综上所述，采用数字虚拟辅助教学方法能够将复杂的肝脏精准解剖问题简单化、可视化，适应了年轻医生的教学需求，提高了年轻医生的学习主动性，有助于提升教学成绩和教学效果，值得进一步实施探讨。

参考文献

[1] 夏桂辉,贾昌俊,徐锋,等.吲哚菁绿荧光成像技术在肝癌切除术中识别微小癌灶的价值[J].中国医科大学学报,2020,49(10):899-906.
[2] 尤楠,谷慧英,李靖,等.多影像融合技术在肝胆外科教学中的应用研究[J].重庆医学,2021,50(17):3050-3053.
[3] 李冬瑞,李佳璇,张斌,等.三维可视化融合成像导航系统在腹腔镜胰腺手术中的应用价值[J].中华消化外科杂志,2022,21(4):537-542.
[4] WAHBA R, DATTA R, BUßHOFF J, et al. 3D versus 4K display system - influence of "state-of-the-art" -display technique on surgical performance (IDOSP-study) in minimally invasive surgery: a randomized cross-over trial[J]. Ann Surg, 2020, 272(5): 709-714.
[5] CHENG J, WANG Z F, YAO W F, et al. Comparison of 3D printing model to 3D virtual reconstruction and 2D imaging for the clinical education of interns in hepatocellular carcinoma: a randomized controlled study[J]. J Gastrointest Oncol, 2023,14(1):325-333.
[6] 侯昌龙,王继洲,宋瑞鹏,等.术前肝静脉剥夺术同期联合精准肝动脉化疗栓塞在原发性大肝癌二期切除中应用价值研究[J].中国实用外科杂志,2022,42(6):667-671.
[7] 李涛.SWOT分析法在精准肝脏外科教学中的应用[J].中国继续医学教育,2022,14(20):124-128.
[8] 王克净,黄祖鸿,石清兰,等.肝细胞癌精准肝切除的研究进展[J].中国医药导报,2021,18(23):43-46.
[9] 尹兵,梁英健,刘连新.精准腹腔镜肝切除体系的建立与研究进展[J].腹腔镜外科杂志,2019,24(5):381-384.
[10] 宋超,章文,洪云霞,等.医学虚拟仿真教学的人工智能化前景探讨[J].医学教育研究与实践,2023,31(5):515-519.
[11] 李博,刘竞芳,鲍金鹏,等.三维可视化联合吲哚菁绿荧光影像技术在51例原发性肝癌腹腔镜切除术中的应用价值[J].山东大学学报(医学版),2022,60(3):83-88.
[12] 何康,邢天宇,李齐根,等.IQQA影像分析系统与常规教学方法在肝脏解剖教学中的对比分析[J].中国高等医学教育,2016,(6):104-105.
[13] 张国荣,徐慧颖,孙聪.基础医学整合PBL课程考核评估体系的构建与实践[J].基础医学教育,2024(2):128-132.
[14] 谭海涛,黄国秀,张其标.数字医学与3D打印技术在外科临床教学中的应用进展[J].中国医学创新,2020,17(24):165-168.
[15] 王宪强,刘洋.肝脏外科教学采用肝脏三维重建技术效果研究[J].中国现代普通外科进展,2021,24(6):464-466,470.
[16] NICOLOSI F, SPENA G. Three-dimensional virtual intraoperative reconstruction: a novel method to explore a virtual neurosurgical field[J]. World Neurosurg, 2020, 137(1): e189-e193.
[17] 吕婷,王颖,李芳薇,等.医学领域中可视化技术的应用[J].医学信息学杂志,2012,33(2):38-43.
[18] 方驰华,张鹏,刘允怡,等.肝胆外科从数字虚拟人、三维可视化到数字智能化发展的现状[J].中华外科杂志,2020,58(1):17-21.
[19] 侯建存,张雅敏.混合现实技术在肝胆外科领域中的应用[J].中华外科杂志,2022,60(1):17-21.
[20] 曾宁,车晨昊,杨静,等.数字智能化诊疗技术在肝胆外科教学中的应用[J].中国继续医学教育,2021,13(9):38-42.

（2023-07-20收稿）
（本文编校：张迪，周雪春）