

Teaching application of 3D printing technology in intradural and extradural communicating tumors

Dalin Ding Fengjiang Zhang*

Department of Neurosurgery, First Affiliated Hospital of Zhengzhou University, Zhengzhou, Henan, 450000, China

Abstract

Objective: To explore the application effects of 3D printing technology in teaching intradural and extradural communicating tumors. **Methods:** A total of 40 trainees from the spinal cord and spine specialty group of the Department of Neurosurgery at the First Affiliated Hospital of Zhengzhou University who underwent standardized training from January 2022 to March 2025 were randomly divided into an experimental group (using 3D printed models for teaching) and a control group (traditional teaching). The effectiveness of the two teaching methods was compared through theoretical exams, skill assessments, satisfaction surveys, and post-class evaluations. **Results:** The experimental group showed significantly better performance in theoretical exam scores (92.4 ± 2.28 vs. 78.45 ± 4.32 , $P < 0.05$), skill assessments (90.15 ± 1.46 vs. 79.15 ± 3.28 , $P < 0.05$), satisfaction surveys ($P < 0.05$), and post-class teaching effect evaluations ($P < 0.05$) compared to the control group. **Conclusion:** 3D printing technology enhances the intuitive understanding of anatomy and simulates surgical scenarios, significantly improving the teaching effectiveness of spinal tumors and providing important evidence for innovation in medical education.

Keywords

3D printing technology; intradural and extradural communicating tumors; standardized training; teaching application

3D 打印技术在椎管内外沟通性肿瘤中的教学应用

丁大领 张风江*

郑州大学第一附属医院神经外科, 中国·河南 郑州 450000

摘要

目的: 探讨3D打印技术在椎管内外沟通性肿瘤中教学的应用效果。**方法:** 选取2022年1月—2025年3月在郑州大学第一附属医院神经外科脊髓脊柱专业组进行规范化培训学员40名, 随机分为实验组(采用3D打印模型教学)和对照组(传统教学), 通过理论考试、技能考核、满意度调查及课后评价等方式对比两种教学方法的效果。**结果:** 实验组在理论考试成绩(92.4 ± 2.28 vs. 78.45 ± 4.32 , $P < 0.05$)、技能考核(90.15 ± 1.46 vs. 79.15 ± 3.28 , $P < 0.05$)、满意度调查($P < 0.05$)及课后教学效果评价($P < 0.05$)均显著优于对照组。**结论:** 3D打印技术通过加强解剖直观性、模拟手术场景等方式, 显著提升脊柱肿瘤的教学效果, 为医学教育创新提供重要依据。

关键词

3D打印技术; 椎管内外沟通性肿瘤; 规范化培训; 教学应用

1 引言

椎管内外沟通性肿瘤一般从椎间孔突到椎旁, 呈哑铃型, 多发生于颈椎。这类肿瘤大多为良性肿瘤, 通过手术完全切除并治愈。然而, 椎管及椎旁解剖结构复杂, 肿瘤易导致对周围血管、神经根和脊髓的压迫, 手术切除难度较大^[1-2]。传统教学依赖二维影像和理论讲解, 学生对这类肿瘤难以形成立体解剖认知, 导致临床思维与操作能力不足。近年来,

在脊柱肿瘤领域, 3D打印技术通过精准还原患者解剖结构, 不仅用于术前规划和模拟手术操作, 还可作为教学工具, 帮助学生掌握肿瘤侵犯范围、手术入路选择及内置物设计等关键技能, 3D打印模型可明显提升学生对复杂手术的理解, 缩短学习曲线^[3-5]。本研究旨在验证3D打印技术在该领域教学中的实际效果, 为医学教育改革提供数据支持。

2 资料与方法

2.1 一般资料

选取2022年1月—2025年3月在郑州大学第一附属医院神经外科脊髓脊柱专业组进行规范化培训学员40名, 随机分为实验组(采用3D打印模型教学)和对照组(传统教学)。在实验组中, 男性14名(70%), 女性6名(30%),

【作者简介】丁大领(1980-), 男, 中国河南信阳人, 博士, 副主任医师, 从事神经外科相关疾病的研究。

【通讯作者】张风江(1982-), 男, 中国山西运城人, 硕士, 副主任医师, 从事神经外科相关疾病的研究。

平均 (22.9 ± 1.61) 岁。对照组男性 12 名 (60%)，女性 8 名 (40%)，平均 (22.85 ± 1.46) 岁，实验组和对照组在性别和年龄方面无统计学差异 ($P > 0.05$)，具有可比性。

2.2 教学方式

2.2.1 3D 打印技术教学法

基于临床真实病例的椎管内外沟通性肿瘤的 CT/MRI 数据资料，通过我院 3D 打印医学中心打印 1:1 脊椎肿瘤模型，标注肿瘤边界、毗邻血管及神经等结构。教学内容：包括肿瘤分型、手术入路模拟、术中注意事项及术后并发症处理等方面。让学生通过典型的病例及 3D 打印模型，深刻理解该类疾病特点及治疗原则等相关知识。

2.2.2 传统教学法

采取传统的讲课方式，包括 PPT 讲解、手术视频讲解等方式。以教师主导，采取面对面授课法，以“椎管内外沟通性常见肿瘤”为主要内容，提前准备好教案，将授课提纲发给规培学员并提醒预习。

2.3 观察指标

2.3.1 理论知识和操作技能的考核

采用本科室自制的考核评分表，对实验组和对照组学员进行理论考试和操作技能考核，每项分值 100 分。理论知识涵盖脊椎肿瘤分型、手术原则及并发症处理等。操作技能考核主要包括伤口换药、引流管拔出、手术入路设计等。

2.3.2 临床教学满意度的调查

采取本科室自制的满意度调查表，评估实验组和对照组学员对两种教学模式的满意度，分为非常满意 (80~100)，基本满意 (60~79) 和不满意 (< 60)。满意度 = (非常满意 + 基本满意) / $20 \times 100\%$ 。

2.3.3 课后教学效果的评价

采取本科室自制的教学效果评价表，内容包括课程评价、教学评价和学习兴趣等方面。

2.4 统计学方法

运用 SPSS 29.0 软件进行统计学分析，计数资料采用例 (%) 表示，以例数和百分比表示，符合正态分布的计量资料采用 ($\bar{x} \pm s$) 表示，两组间的比较采用独立样本 t 检验，计数资料两组间的比较采用 χ^2 检验， $P < 0.05$ 有统计学意义。

3 结果

3.1 两组学员在理论考试成绩和技能考核成绩的比较

实验组理论考试成绩为 (92.4 ± 2.28) 分，对照组的理论考试成绩为 (78.45 ± 4.32) 分，实验组理论考试成绩高于对照组，两组间的差异具有统计学意义 ($t=12.76$, $P < 0.05$)。同时，我们也看到实验组技能考核成绩为 (90.15 ± 1.46) 分，而对照组成绩为 (79.15 ± 3.28) 分，实验组技能考核成绩也高于对照组，两组对比具有统计学意义 ($t=13.69$, $P < 0.05$) (见表 1)。

表 1 两组学员考核成绩的比较 (分, $\bar{x} \pm s$)

组别	理论考试成绩	技能考核成绩
观察组	92.4 ± 2.28	90.15 ± 1.46
对照组	78.45 ± 4.32	79.15 ± 3.28
t 值	12.76	13.69
p 值	< 0.05	< 0.05

3.2 两组学员对教学满意度的比较

在学习结束后，每组学员填写教学满意度调查表，结果发现实验组学员非常满意 7 人，基本满意 12 人，不满意者仅 1 人，满意度 95%，而对照组学员中非常满意 4 人，基本满意者 9 人，不满意者 7 人，满意度 65%，不难看出实验组学员对教学满意度明显增高对照组，两组对比具有明显的统计学差异 ($P < 0.05$)。

3.3 两组学员对课后教学效果的评价

同时，我们对课后教学效果的评价也发现，实验组学员在课后课程评价、教学评价和学习兴趣的分值分别为 (84.15 ± 3.52) 分、(91.2 ± 2.83) 分和 (90.4 ± 3.39) 分，明显高于对照组学员的 (78.7 ± 5.15) 分、(76.95 ± 4.55) 分和 (78.8 ± 5.13) 分，两组学员在课程评价、教学评价和学习兴趣的各项对比中，实验组学员分值均明显增高，对比均有统计学意义 ($P < 0.05$)。

4 讨论

椎管内外沟通性肿瘤一般早期无症状或者较轻且缺乏特异性，容易被漏诊或误诊，多见于颈段，胸段及腰段次之。临床表现多种多样，最常见的为神经根性疼痛，部分出现神经根走行区域的麻木感，病情较重者出现肢体无力甚至行走困难^[6-7]。同时，脊柱脊髓部位解剖结构相对复杂，其周围有重要的神经和脊髓，局部构造相对抽象，学生掌握难度较大，需要学生在学习中有良好的三维空间构想^[8-10]。医学高校和教学医院在脊柱脊髓教学中，传统教学方法与实际操作存在较大差异性，往往教学方式相对保守和单一。

3D 打印技术作为一个新兴技术在世界范围内迅速发展，其应用领域不断扩大。通过 3D 打印技术可以将虚拟的计算机辅助设计模型，准确、快速地转化为三维实物原型。在脊柱手术领域，通过提取 CT、MRI 扫描数据重建三维模型，应用 3D 打印技术重建脊柱三维解剖结构，可以使医生和学生更加直观、准确地理解脊柱病变处的空间解剖结构，作出更准确的诊断，术前模拟手术操作、制定个体化手术方案。3D 打印技术一方面能够提高手术的成功率，缩短手术时间，有效减少术后并发症的发生，另一方面可以更加直观、逼真地观察解剖构造，提高学生对脊柱疾病的三维立体空间结构印象，使其迅速掌握该疾病特点及常规手术入路，显著提高了教学效果和教学质量^[11-12]。

3D 打印技术在椎管内外沟通性肿瘤中的教学具有多种优势具体表现在：(1) 3D 打印技术教学法帮助学生建立三

维解剖空间:3D打印模型可以提供多视角的三维结构,实体感强,可明确地反映其三维空间关系与周围毗邻结构位置关系,显著提升了学生对脊柱复杂解剖结构的理解能力。在本研究中,3D打印技术教学组的理论考试成绩明显高于对照组($P < 0.05$),说明3D打印技术教学法可以加深学员对知识的印象,便于理解,成绩提高明显^[13]。(2)3D打印技术教学法帮助学生进行术前评估和规划:3D打印技术通过制作出1:1的真实模型,不仅能够还原脊柱的病变情况,如肿瘤的大小,椎管内外肿瘤的生长情况、肿瘤的边界范围、骨质侵蚀情况、肿瘤旁血管、脏器等毗邻解剖结构,帮助学生评估手术风险,从视觉上最大限度还原真实的情况^[14-15]。同时3D打印的三维实体模型还能帮助学生进行术前手术切口设计、手术入路选择等,尽量减少患者的组织损伤和离断,使术后切口恢复更迅速^[16-17]。本研究中,3D打印技术实验组的技能考核成绩也明显高于对照组,两组对比有统计学差异,说明3D打印技术方法可以帮助学生对肿瘤周围空间结构的理解,能明显提高学习效率及临床技能。

(3)3D打印技术教学法能够帮助学生进行更好的医患沟通与宣教。良好的医患沟通是建立医患信任关系的基础,也是每位学生首先要掌握的基本功。学生可以通过3D打印实体模型向病人及家属讲解该疾病的发生原因、发展过程、相关的治疗方法与术后护理方案,有效提高患者依从性,树立并增强患者治疗疾病的信心。同时给病人传播健康知识,普及其所患疾病的基本知识,有利于医患沟通,最大程度减少患者面对疾病的不良情绪,从而使患者能更好地配合各项医疗工作^[18]。(4)3D打印技术教学法能显著提升学生们的学习兴趣,促进医学生之间的对话,活跃课堂气氛。同时,学生可以直观地了解相关知识,弥补以往教学方法的缺陷,增强学生的思维和积极性,提高自我学习能力和解决问题的能力。也基于此,本研究中实验组对教学的整体满意度明显高于传统组,同时我们也发现,实验组在课程评价、教学评价和学习兴趣等方面的分值均高于对照组,说明学生更愿意接受将抽象概念形象化和可视化的学习方式,更愿意融入可视化的3D模型教学之中^[19-22]。

综上所述,通过3D打印技术可提升学生的学习兴趣 and 整体教学效果,促进知识的掌握,从而提升学生的考核成绩和自我认知能力,促进综合教学效果的改善。同时,通过3D打印技术进行教学,也可充实学生的理论知识体系,提高学生的创造力及临床思维能力,有效启发学生思考,提升学生的评判性思维能力,为以后的临床实习打下坚实的基础。

参考文献

- [1] Lei DQ, Zhou YC, Yao DX, et al. Efficacy of unilateral hemilaminectomy for intraspinal tumor resection: a systematic review and meta-analysis[J]. *Ann Palliat Med*, 2021,10(2):984-999.
- [2] 冒平,王乙锴,杜昌旺,等.椎管哑铃形肿瘤的个体化显微外科治疗分析[J]. *西安交通大学学报(医学版)*, 2020,41(2):235-239.
- [3] 王举磊,王宝,陈慧芸,等.3D打印技术联合CBL教学模式在神经外科医师规范化培训中的应用[J]. *医学教育研究与实践*, 2023, 31(2):258-262.
- [4] 冒平,王拓. PBL教学法联合三维重建技术在神经外科教学中的应用[J]. *中国继续医学教育*, 2024, 16(4):20-24.
- [5] 刘丽君,红宇,王睿君,等. 脊柱脊髓数字化三维重建辅助3D打印技术在医学影像教学中的应用[J]. *中国继续医学教育*, 2025, 17(4):114-118.
- [6] Wang PB, Ma K, Chen TN, et al. Risk factor analysis for progressive spinal deformity after resection of intracanal tumor-a retrospective study of 272 cases[J]. *BMC Neurol*, 2020,20(1):34.
- [7] 蒋文举,王永志,杨俊,等. 经通道微创手术切除腰椎间盘突出与传统椎板切除术的对比[J]. *中华医学杂志*, 2020,100(4):274-278.
- [8] 陆琳松,吴晶,王浩. 三维重建打印技术在脊柱畸形疾病教学中的应用[J]. *中国卫生产业*, 2022, 19(7):186-188.
- [9] 向光宇,李家贺,季刚,等. 基于薄层CT影像的3D虚拟重建及打印技术在“网络云+双轨”教学中的应用研究[J]. *中华医学教育探索杂志*, 2023, 22(8):1196-1200.
- [10] 安纲,刘一嘉,张开永,等. 数字化技术辅助治疗额眶部骨纤维异常增殖症[J]. *中华整形外科杂志*, 2022,38(4):412-417.
- [11] 雷鹏飞,朱晓波,张驰,等. 混合式固定3D打印多孔钽块修复全膝关节置换术中巨大骨缺损的早期研究[J]. *中华骨科杂志*, 2024, 44(22):1457-1463.
- [12] 王炜,王润辰,郝哲学. 基于薄层CT影像 3D 打印技术在胸外科规培教学中的应用[J]. *中华医学教育探索杂志*, 2022, 21(11):1558-1560.
- [13] 王凯,张翔宇,吴浩. 3D打印技术在脊柱胸腰椎内固定培训中的应用效果研究[J]. *医学教育管理*, 2024, 10(5):572-576.
- [14] Labrom FR, Izatt MT, Claus AP, et al. Adolescent idiopathic scoliosis 3D vertebral morphology, progression and nomenclature: a current concepts review[J]. *Eur Spine J*, 2021, 30(7):1823 -1834 .
- [15] 仵博宇,叶开,王江华,等. 3D打印技术在脊柱外科中的应用进展及其局限性[J]. *武警医学*, 2023, 34(1):71-75.
- [16] 蔡明均,刘逸,黄永灿,等. 3D打印技术在脊柱外科的应用进展[J]. *手术电子杂志*, 2023, 10(2):1-9.
- [17] 张同同,王中华,文杰,等. 3D打印模型在颈椎肿瘤手术切除与重建中的应用[J]. *中国组织工程研究*, 2021, 25(9):1335-1339.
- [18] 樊荣,关志,江雯红,等. 3D打印技术在骨科护理中的应用现状[J]. *全科护理*, 2020, 18(9):1061-1063.
- [19] 张涛,陈正,刘晟,等. 3D打印模型在颅脑损伤教学中的应用探索[J]. *中国继续医学教育*, 2022, 14(17):115-118.
- [20] 张婷,魏志玄,张峰. 3D打印技术在神经外科教学中的应用研究[J]. *中国继续医学教育*, 2022, 14(5):127-131.
- [21] 王升儒,杜悠,余伟杰,等. 3D打印技术在脊柱畸形椎弓根螺钉置入教学中的应用[J]. *中华骨与关节外科杂志*, 2021, 14(9):784-787.
- [22] 张存鑫,王德春,吕超亮. 3D打印技术在脊柱外科应用现状与未来[J]. *中国矫形外科杂志*, 2025, 33(5):448-453.