·临床教学·

# 基于四位一体翻转课堂的3D技术辅助教学在神经外科临床教学中的应用

肖群根[1]　刘慧勇[1]　刘俊峰[1]　谭舟彬[1]　陈娟[1]　朱明欣[1]　汤乔颖[2]
[1]华中科技大学同济医学院附属同济医院神经外科，武汉 430030；[2]华中科技大学同济医学院附属同济医院超声影像科，武汉 430030
通信作者：汤乔颖，Email：tangqiaoying@126.com

**【摘要】 目的** 探讨基于“四位一体”翻转课堂的3D技术辅助教学在神经外科临床教学中的应用效果，为优化医学教育模式提供依据。**方法** 选取2020年6月至2024年6月第二临床学院八年制学生及神经外科专业研究生50名。对照组（$n$=25）采用常规教学；试验组（$n$=25）采用“四位一体”翻转课堂结合3D技术，涵盖特色教材（含3D模型图）、互联网平台（视频库、虚拟仿真模块）、移动交互端（实时问答）及虚拟仿真技术。通过理论考核（神经解剖学、临床应用能力等，总分100分）、操作考核（手术设计、无菌观念等，总分100分）及教学质量问卷评价效果，采用SPSS 22.0进行独立样本$t$检验。**结果** 试验组理论考核总分高于对照组[（86.52 ± 5.21）vs.（73.56 ± 6.32），$P$<0.001]，其中案例分析题得分差异最大[（26.03 ± 3.65）vs.（22.22 ± 3.50），$P$=0.001]。操作考核中，试验组在“手术流程设计”[（26.30 ± 4.14）vs.（ 21.44 ± 3.45），$P$<0.001]和“无菌观念”[（8.18 ± 0.98）vs.（6.64 ± 0.79），$P$<0.001]表现更优。教学质量问卷显示，试验组在“临床实践技能强化”[（23.13 ± 1.39）vs.（21.45 ± 1.86），$P$=0.001]和“自主学习动力”[（21.84 ± 1.60）vs.（19.75 ± 1.45），$P$<0.001]得分更高。**结论** “四位一体”翻转课堂结合3D技术能显著提升神经外科教学效果，尤其在临床思维与实践能力培养方面优势明显，值得推广。

**【关键词】** 神经外科；　翻转课堂教学；　3D打印；　临床教学
**【中图分类号】** R-05
**基金项目**：湖北省自然科学基金面上项目（2022CFB300）；2024年华中科技大学第二临床学院课程思政教学研究项目（TJSZ2024057）
DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20241011-02071

**Application of 3D technology-assisted teaching based on the four-in-one flipped classroom in clinical teaching of neurosurgery**

*Xiao Qungen[1], Liu Huiyong[1], Liu Junfeng[1], Tan Zhoubin[1], Chen Juan[1], Zhu Mingxin[1], Tang Qiaoying[2]*
*[1]Department of Neurosurgery, Tongji Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430030, China; [2]Department of Ultrasound Imaging, Tongji Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430030, China*
*Corresponding author: Tang Qiaoying, Email: tangqiaoying@126.com*

**【Abstract】 Objective** To explore the application effect of 3D technology-assisted teaching based on "four-in-one" flipped classroom in clinical teaching of neurosurgery, and provide a basis for optimizing the medical education mode. **Methods** A total of 50 students from the Second Clinical College were selected between June 2020 and June 2024, including eight-year program medical students and postgraduate neurosurgery students. The control group ($n$=25) received the conventional teaching mode. The experimental group ($n$=25) was taught using the "four-in-one" flipped classroom combined with 3D technology, including characteristic textbooks with 3D model drawings, Internet platforms (video libraries and virtual simulation modules), mobile interactive terminals (real-time question and answer), and virtual simulation technology.

Effectiveness was evaluated through theoretical assessment (e. g., neuroanatomy and clinical application ability, with a total score of 100 points), operational assessment (e.g., surgical design and aseptic concept, with a total score of 100 points), and a teaching quality questionnaire. Independent samples *t*-test was conducted using SPSS 22.0. **Results** The total score of theoretical assessment was higher in the experimental group than that in the control group [(86.52 ± 5.21) vs. (73.56 ± 6.32), *P*<0.001], with the largest difference observed in case analysis questions [(26.03 ± 3.65) vs. (22.22 ± 3.50), *P*=0.001]. In the operational assessment, the experimental group performed better in "surgical process design" [(26.30 ± 4.14) vs. (21.44 ± 3.45), *P*<0.001] and "aseptic concept" [(8.18 ± 0.98) vs. (6.64 ± 0.79), *P*<0.001]. The teaching quality questionnaire showed that the experimental group scored higher in "clinical practice skill enhancement" [(23.13 ± 1.39) vs. (21.45 ± 1.86), *P*=0.001] and "self-directed learning motivation" [(21.84 ± 1.60) vs. (19.75 ± 1.45), *P*<0.001]. **Conclusions** The combination of "four-in-one" flipped classroom and 3D technology can significantly improve the teaching effectiveness of neurosurgery, especially in the cultivation of clinical thinking and practical abilities. This approach is worth promoting.

【**Key words**】 Neurosurgery;　Flipped classroom teaching method;　3D printing;　Clinical teaching

**Fund program:** Natural Science Foundation of Hubei Province (2022CFB300); 2024 Ideological and Political Education Research Project of the Second Clinical College, Huazhong University of Science and Technology (TJSZ2024057)

DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20241011-02071

随着医学教育的不断革新，传统教学已难以满足神经外科临床教学的高标准需求。神经外科手术操作复杂、风险高，对医学生的解剖知识、空间思维及临床实践能力要求极为严格。然而，传统课堂以理论讲授为主，学生缺乏直观、动态的学习体验，导致理论与实践脱节。如何利用现代教育技术提升教学效果，成为医学教育领域的重要课题。 近年来，3D技术以其立体化、交互性强的特点，为医学教学提供了新的解决方案。通过3D建模、虚拟仿真等技术，学生能够多角度观察复杂解剖结构，模拟手术操作，从而深化对神经外科知识的理解。与此同时，“四位一体”翻转课堂模式（特色教材、课程云平台、移动交互端以及虚拟仿真模块四大板块）打破了传统教学的时空限制，强调学生自主学习和师生互动，为临床教学注入了活力[1-3]。将3D技术与翻转课堂结合，有望弥补传统教学的不足，实现“理论—实践—创新”能力的阶梯式提升。本研究旨在探讨基于“四位一体”翻转课堂的3D技术辅助教学在神经外科临床教学中的应用效果，为优化医学教育方法提供实证依据，推动精准化、个性化教学的发展。

## 1　对象与方法

### 1.1　研究对象

选取2020年6月至2024年6月华中科技大学同济医学院第二临床学院八年制学生及神经外科专业研究生50名，其中包括八年制学生31名，研究生19名。其中，对照组25人，年龄（25.34 ± 2.35）岁；试验组年龄（24.68 ± 2.47）岁。两组学员性别、年龄、学历比较，差异均无统计学意义（$\chi^2$=0.08、0.97、0.76，*P*=0.782、0.341、0.382）；两组学生上学期主要专业课期末考核成绩平均为（81.56 ± 8.45）分、（82.12 ± 7.97）分，差异无统计学意义（$\chi^2$=0.24，*P*=0.811），有可比性。为确保两组教学效果具有可比性，两组学生学习周期与每节课的课时时长均一致，教学周期均为入科至出科，课时时长均为每节课45 min。

### 1.2　教学方法

#### 1.2.1　对照组

采用常规教学模式授课。①理论教学：教师为主导进行理论知识讲授，以传统PPT、二维解剖图谱和教科书为基础，讲解脑血管、颅底、脊髓等解剖结构，以及肿瘤与创伤等疾病的病理机制，讲授手术入路原则。辅以静态图像和文字说明，学生通过笔记记录关键知识点。另外，采用手术观摩的形式，学生在手术室旁观真实手术过程，观察主刀医生的操作步骤。并基于典型病例（如脑出血、胶质瘤）的影像资料（CT/MRI）和临床表现进行分析，讨论诊断与治疗方案。②实践教学：使用传统模拟工具（如动物组织标本、简易模型）进行基础操作练习，并在

医师指导下参与器械传递、术中监测等辅助操作，逐步接触真实手术环境。

**1.2.2** 试验组

采用基于四位一体翻转课堂的3D技术辅助教学。个性化3D打印模型制备：根据典型病例（如颅脑肿瘤）的MRI影像数据，选择柔性材料作为打印材料，使用SLA打印技术（光固化立体成型技术）制备高精度3D打印模型。要求模型需准确反映病变部位的解剖结构、病灶与周围组织的关系，以及可能涉及的血管和神经通路。四位一体包括特色教材的设计与应用、课程互联网平台的建设与使用、移动交互端的开发与应用以及虚拟仿真模块的设计与应用4个板块。将翻转课堂的实施与3D技术的应用紧密融合，进一步提升学员的操作能力（表1、图1）。

**1.3** 教学评价

**1.3.1** 理论和操作考核

课程结束后，由授课教师设计理论考核问卷；另外根据神经外科手术类型、要点设计操作考核项目，两者总分均为100分（表2、表3）。

**1.3.2** 教学效果评价

教学效果评价问卷聚焦临床实践技能强化、求知欲与自主学习动力增强、团队沟通与协作能力增强以及教学氛围积极4大维度。于课程结束后两组学员填写，记录各项得分与总分。Cronbach's $\alpha$ 系数0.833，结构效度>0.7。

**1.4** 统计学方法

采用SPSS 22.0对数据进行统计分析。计量资料经正态性检验，符合正态分布的数据均采用（均数 ± 标准差）表示，组间比较采用独立样本 $t$ 检验。检验水准 $\alpha$=0.05。

**表1**　四位一体翻转课堂结合3D技术的教学流程与内容

| 四位一体 | 内容（结合3D技术） | 翻转课堂引入 |
|---|---|---|
| 特色教材设计与应用 | 开发适应神经外科临床教学的特色教材讲义，讲义涵盖基础知识、临床技能、治疗方法及案例分析。提前1天将制备好的颅脑肿瘤3D打印模型发送给学员，供其预习并初步了解模型内容；<br>利用3D建模技术制作3D模型图，辅助教材中的理论知识讲解；<br>结合3D打印模型展示病变部位及其与周围组织的关系，例如使用3D重建及打印技术显示肿瘤与周围血管的关系（图2） | ①学生课前通过线上平台自主学习教材内容。②提供视频讲解、动画示范等多种形式帮助理解复杂概念 |
| 互联网平台建设与使用 | 搭建一个神经外科专业的学习平台，包括课程视频（手术录像、经典案例等）、资料库（讲座、文献等）、课后讨论板块和在线考试系统等功能；<br>在平台嵌入3D虚拟仿真模块，提供手术操作和诊断训练，也可供学员访问个性化3D打印模型数据进行预习 | 学生需完成平台上的指定视频观看任务，并在讨论区提出至少一个问题或分享学习心得 |
| 移动交互端开发与应用 | 利用移动设备和网络工具，使用3D动态图像或模型，实现课堂的即时问答与讨论；<br>教师在网络学习平台上布置课后作业、小测验等，了解学生对知识点的掌握情况，及时调整教学的侧重点 | 教师通过移动交互端实时发布问题，例如“如何判断脑肿瘤是否压迫视神经？”抽选一位学员，让其进行反向教学，教师根据学员的讲授情况，提出问题并纠正 |
| 虚拟仿真模块设计与应用 | 开发神经外科手术操作和临床诊断仿真模块，利用创建沉浸式学习环境。例如：通过高精度3D建模展示脑肿瘤或血管畸形的详细情况 | 教师结合3D打印模型进行手术演示，然后抽取学员进行特定的操作任务模拟虚拟手术反向教学，教师根据学员的操作和讲授情况，提出问题并纠正 |

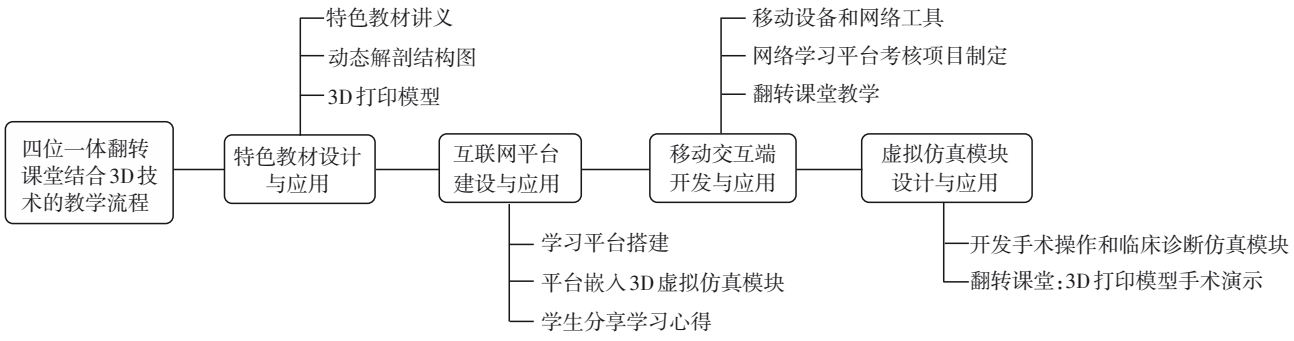
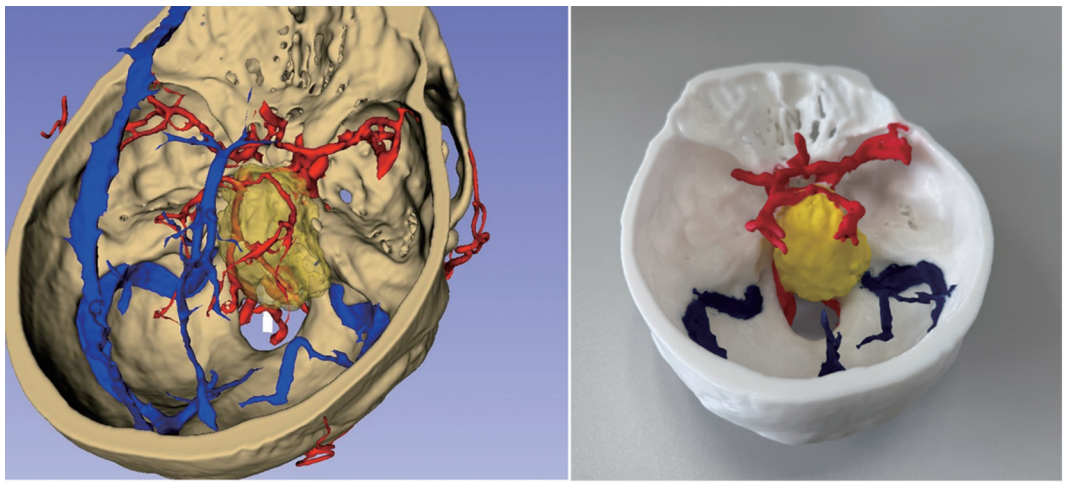



**图1**　四位一体翻转课堂结合3D技术的教学流程



A. 3D重建技术重建斜坡肿瘤与周围血管的关系　　B. 根据3D重建数据制作的3D打印模型用于教学

注：黄色为肿瘤，红色为动脉血管，蓝色为静脉血管。

**图2**　3D重建及打印技术显示肿瘤与周围血管的关系

**表2**　理论考核量表

| 评估维度 | 题型 | 考核要点 | 评分标准 |
|---|---|---|---|
| 神经解剖学与病理学知识 | 单选题（20分） | 熟悉脑部、脊髓等神经结构的详细解剖，包括血管、神经核团的位置和毗邻关系，掌握神经传导、神经递质等生理机制，理解神经系统疾病的病理生理过程 | 共20题，每题1分，答错不倒扣 |
| | 多选题（30分） | | 共15题，每题2分，漏选1分，错选不得分 |
| 临床应用能力 | 简答题（20分） | 熟知常见神经外科疾病的诊断标准、临床表现和治疗原则，了解神经外科常用药物的作用机制、副作用和使用方法，如脱水药、抗癫痫药等 | 共2题，回答完整且正确得满分，漏掉关键点每项扣2分 |
| | 案例分析题（30分） | | 共2题，能根据影像学检查结果回答正确诊断且提出合理的治疗方案得满分，漏掉重要诊断依据每项扣2分 |

**表3**　操作考核量表

| 评估维度 | | 考核要点 | 分值 | 评分标准 |
|---|---|---|---|---|
| 操作准备（16分） | 操作者准备 | 着装规范，工作服整洁，佩戴口罩、帽子；清洁双手 | 5 | 一项不符合要求扣1分 |
| | | 评估患者情况，核对患者信息，查看操作部位 | 5 | 一项不符合要求扣1分 |
| | 物品准备 | 标记笔、头颅CT或MRI片 | 6 | 一项不符合要求扣2分，扣完为止 |
| 操作流程（44分） | 体位 | 患者体位应避免过度扭曲颈部 | 5 | 体位不正确不得分 |
| | 手术设计过程 | 根据头颅CT或MRI病变所在大致位置，确定解剖标志 | 5 | 未完成不得分 |
| | | 根据头颅CT或MRI，测量病变所在最大层面到解剖标志的距离 | 10 | 未完成不得分 |
| | | 皮瓣设计：皮瓣基底有一定宽度，且朝向供血动脉，避免术后切口愈合不良。 | 10 | 不符合要求不得分 |
| | 注意事项 | 手术入路尽量减少对皮神经主干的损伤；手术切口应避免损伤容貌，尽量位于发际内 | 6 | 一项不符合要求扣2分，扣完为止 |
| | 操作后 | 协助患者整理衣裤及舒适体位 | 4 | 未完成不得分 |
| | | 整理物品，垃圾分类放置 | 4 | 不符合要求不得分 |
| 整体评价（40分） | 无菌观念 | 器械取用、戴手套等操作遵循无菌原则 | 10 | 一次不符合要求扣2分，扣完为止 |
| | 人文关怀 | 操作者自我介绍 | 3 | 未介绍不得分 |
| | | 观察、询问患者不适感及安慰患者 | 3 | 未完成不得分 |
| | | 操作后整理复原患者衣物 | 4 | 未完成不得分 |
| | 操作熟练 | 操作流畅 | 5 | 操作不熟练，每处扣1分，扣完为止 |
| | | 程序正确 | 5 | 程序颠倒一次扣1分，扣完为止 |
| | | 完成时间 | 10 | 超过规定时间20%不得分 |

## 2　结果

### 2.1　理论和操作考核成绩对比

试验组学员理论与操作各项考核成绩均高于对照组，差异有统计学意义（表4、表5）。

### 2.2　两组教学质量对比

试验组学生教学质量各项得分与总分均高于对照组，差异有统计学意义（表6）。

**表 4**　理论考核成绩对比[$n$=25,($\bar{x} \pm s$),分]

| 考核维度 | 具体项目 | 对照组 | 试验组 | $t$值 | $P$值 |
|---|---|---|---|---|---|
| 神经解剖学与病理学知识 | 单选题 | 14.80 ± 3.04 | 17.13 ± 2.41 | 3.00 | 0.004 |
| | 多选题 | 21.11 ± 3.62 | 25.70 ± 3.83 | 5.30 | <0.001 |
| 临床应用能力 | 简答题 | 15.43 ± 3.13 | 16.66 ± 3.12 | 2.52 | 0.015 |
| | 案例分析题 | 22.22 ± 3.50 | 26.03 ± 3.65 | 3.77 | 0.001 |

**表 5**　操作考核成绩对比[$n$=25,($\bar{x} \pm s$),分]

| 评估维度 | | 对照组 | 试验组 | $t$值 | $P$值 |
|---|---|---|---|---|---|
| 操作准备(16分) | 操作者与物品准备 | 11.34 ± 1.15 | 13.79 ± 1.38 | 9.60 | <0.001 |
| 操作流程(44分) | 体位+手术设计过程 | 21.44 ± 3.45 | 26.30 ± 4.14 | 4.51 | <0.001 |
| | 注意事项+操作后 | 9.70 ± 1.35 | 12.04 ± 1.52 | 5.76 | <0.001 |
| 整体评价(40分) | 无菌观念 | 6.64 ± 0.79 | 8.18 ± 0.98 | 6.12 | <0.001 |
| | 人文关怀 | 7.46 ± 1.10 | 8.69 ± 1.22 | 3.74 | <0.001 |
| | 操作熟练 | 12.40 ± 4.17 | 15.05 ± 4.33 | 3.44 | 0.001 |

**表 6**　教学质量对比[$n$=25,($\bar{x} \pm s$),分]

| 组别 | 临床实践技能强化 | 求知欲与自主学习动力增强 | 团队沟通与协作能力增强 | 教学氛围积极 | 总分 |
|---|---|---|---|---|---|
| 对照组 | 21.45 ± 1.86 | 19.75 ± 1.45 | 20.77 ± 1.80 | 19.86 ± 1.72 | 66.67 ± 5.69 |
| 试验组 | 23.13 ± 1.39 | 21.84 ± 1.60 | 23.05 ± 1.74 | 22.92 ± 1.63 | 90.64 ± 5.34 |
| $t$值 | 3.62 | 4.84 | 4.55 | 6.46 | 15.36 |
| $P$值 | 0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 |

## 3　讨论

### 3.1　基于四位一体翻转课堂的3D技术辅助教学的优势分析

本研究通过对比传统教学与四位一体翻转课堂结合3D技术的教学模式，发现后者在神经外科临床教学中展现出显著优势。试验组学员在理论考核和操作考核中的成绩均优于对照组，表明四位一体翻转课堂结合3D技术模式能够更有效地提升学员的综合能力。首先，特色教材设计与应用通过3D打印模型、动态图像和案例分析，使抽象复杂的神经解剖结构可视化，帮助学员建立空间思维[4-5]。例如，3D打印的颅脑肿瘤模型直观展示了肿瘤与血管、神经的毗邻关系，弥补了传统二维影像的局限性。此外，互联网平台与移动交互端的引入，使学员能够随时随地进行自主学习，并通过在线讨论和即时问答深化理解。教师通过移动端实时反馈，进一步优化了教学互动性。虚拟仿真模块的应用是另一大亮点。该模块提供的沉浸式手术模拟环境，使学员能够在无风险的情况下反复练习手术操作，如肿瘤切除路径规划、血管神经保护等关键步骤[6-9]。这种“学—练—纠错”的闭环学习模式，显著提升了学员的临床操作信心和精准度。

### 3.2　教学效果的多维度提升

教学效果评价问卷显示，试验组学员在“临床实践技能强化”“求知欲与自主学习动力”“团队协作能力”和“教学氛围”四大维度均优于对照组。具体表现为：①临床实践技能得到强化。学员通过3D打印模型和虚拟仿真训练，能够更准确地识别病变与周围结构的关系，并在操作考核中展现出更高的规范性（如无菌观念、手术入路设计等）。②自主学习动力得到增强。翻转课堂要求学员课前通过线上平台预习，这种“先学后教”的方式激发了学员的探索欲望。例如，案例分析题的正确率提升，说明学员能够更主动地整合理论知识解决临床问题。③团队协作能力得到提升：小组讨论和反向教学环节（如学员讲授“如何判断肿瘤压迫视神经”）促进了知识共享，培养了团队合作意识。

### 3.3　3D技术与翻转课堂的协同效应

本研究验证了3D技术与翻转课堂的协同效应。传统3D技术辅助教学虽能提供直观的学习工具，但缺乏系统化的教学模式支持[10-12]。而四位一体翻转课堂通过“线上预习—课堂深化—虚拟训练—反馈修正”的闭环设计，将3D技术的优势最大化。例如，学员在课前通过3D模型预习，课堂上结合教师讲解深化理解，最后通过移动端测试查漏补缺。这种分层递进的学习路径，符合“认知—实践—创新”的医学教育规律。

### 3.4　研究的局限性

尽管本研究取得了积极成果，但仍存在以下局

限性：本研究受样本量限制，未来可扩大样本范围，纳入不同层次医疗机构的学员以验证普适性。同时，教学技术成本问题，由于3D打印和虚拟仿真模块的应用成本较高，可能限制其在基层医院的推广。未来可探索低成本解决方案，如开源3D建模软件或云端虚拟仿真平台[13]。再者，本研究仅评估了短期教学效果，未来需跟踪学员的长期临床表现，以验证教学模式的持续影响力。未来研究方向包括结合人工智能技术，开发智能化的3D教学系统，例如通过机器学习分析学员操作数据，提供个性化指导。同时探索混合现实技术在神经外科教学中的应用，进一步提升沉浸感和交互性。

## 4　结语

本研究证实，基于四位一体翻转课堂的3D技术辅助教学能够显著提升神经外科临床教学效果。其优势在于整合了现代教育技术与新型教学模式，通过多维度、交互式的学习路径，培养学员的理论知识、实践技能和团队协作能力。未来可通过优化技术成本、扩大应用范围，进一步推动该模式在医学教育中的普及。

**利益冲突**　所有作者声明不存在利益冲突

**作者贡献声明**　肖群根、刘俊峰、陈娟、朱明欣：教学实施、数据收集、论文撰写；刘慧勇：3D模型；谭舟彬：数据分析；汤乔颖：教学设计、修改论文

### 参考文献

[1] 谢晖，陈雪利，陈丹，等. 基于“特色教材+课程云平台+移动交互端+虚拟仿真模块”四位一体的内涵式《微生物与免疫学》课程混合教学研究[J]. 中国免疫学杂志，2019，35(17)：2141-2146. DOI: 10.3969/j.issn.1000-484X.2019.17.019.

[2] Wang Y, Su WJ, Li JC, et al. Flipped Classroom Model in the standardized training of anesthesiology residents [J]. Asian J Surg, 2023, 46(11): 4899-4900. DOI: 10.1016/j.asjsur.2023.05.177.

[3] 哈力木拉提·木尔提扎，哈尔满·阿吉汗，田野，等. 3D打印技术及以问题为导向的教学方法在血管外科临床实习教学中的应用[J]. 中国血管外科杂志(电子版)，2023，15(3)：262-264.

[4] Wu J, Liang B, Lu S, et al. Application of 3D printing technology in tumor diagnosis and treatment [J]. Biomed Mater, 2023, 19(1). DOI: 10.1088/1748-605X/ad08e1.

[5] Li Y, Liu J, Xu S, et al. 3D bioprinting: an important tool for tumor microenvironment research [J]. Int J Nanomedicine, 2023, 18: 8039-8057. DOI: 10.2147/IJN.S435845.

[6] 牛舜，马保安，龙华，等. 3D打印膝关节模型在八年制医学生骨关节炎教学中的作用[J]. 基础医学与临床，2020，40(3)：407-410. DOI: 10.16352/j.issn.1001-6325.2020.03.039.

[7] Wang L, Du B, Fang D, et al. Flipped classroom assisted by Rain Classroom for anatomy practical classes: Challenges and opportunities of anatomy education [J]. Anat Sci Educ, 2024, 17(2): 297-306. DOI: 10.1002/ase.2348.

[8] 姚运峰，官建中，肖玉周，等. 3D打印术前规划模型在骨盆髋臼骨折临床规范化培训教学中的应用[J]. 蚌埠医学院学报，2024，49(7)：982-985. DOI: 10.13898/j.cnki.issn.1000-2200.2024.07.032.

[9] 沈忠飞，郭燕君，王吉锡，等. 基于SPOC和病例引导的翻转课堂模式在系统解剖学理论教学中的应用[J]. 解剖学杂志，2023，46(3)：259-261.

[10] 王浩龙，李增辉，赵磊，等. 基于百度云盘的翻转课堂教学模式结合案例教学法在普外科临床教学中的应用[J]. 中国临床医生杂志，2023，51(1)：123-126.

[11] Karuppiah R, Munusamy T, Ahmad Bahuri NF, et al. The utilisation of 3D printing in paediatric neurosurgery [J]. Childs Nerv Syst, 2021, 37(5): 1479-1484. DOI: 10.1007/s00381-021-05123-w.

[12] 曹馨元，刘润竹，张翰林，等. 3D打印模型在人体胚胎学实验教学翻转课堂中的应用[J]. 解剖学报，2021，52(3)：479-484. DOI: 10.16098/j.issn.0529-1356.2021.03.023.

[13] 吴杲，吴显宁. 情景模拟教学结合迷你临床演练评估在胸外科住院医师规范化培训中的应用[J]. 中华全科医学，2021，19(9)：1569-1572. DOI: 10.16766/j.cnki.issn.1674-4152.002114.

（收稿日期：2024-10-11）
（本文编辑：唐宗顺）

欢迎订阅，欢迎赐稿！