

Application of 3D printing technology combined with CBL teaching method in neurosurgery teaching

Daling 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 combined with case-based teaching (Case-based learning, CBL) in neurosurgical education. **Methods:** Sixty trainees who underwent standardized training in the Department of Neurosurgery of the First Affiliated Hospital of Zhengzhou University from January 2023 to December 2024 were selected, with 30 trainees in the observation group and 30 in the control group respectively. During the specific implementation process, the control group adopted the traditional teaching method, while the observation group used 3D printing technology combined with the CBL teaching method. After the teaching was completed, the clinical teaching effects of the two methods were compared through theoretical examinations, operational skills assessments, questionnaires (including satisfaction and post-class evaluations), etc. **Results:** The theoretical exam scores and practical skill assessment scores of the observation group students were (92.9 ± 2.18) points and (90.76 ± 2.01) points, respectively, both higher than those of the control group (79.46 ± 3.54) points and (78.76 ± 3.61) points, with statistically significant differences ($P < 0.05$). Additionally, the observation group students showed higher satisfaction with teaching and better clinical teaching outcomes compared to the control group, with statistically significant differences ($P < 0.05$).

Keywords

3D printing technology; CBL teaching, neurosurgery, teaching application

3D 打印技术联合 CBL 教学法在神经外科教学中的应用

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打印技术联合案例教学法(Case-based learning, CBL)在神经外科教学中的应用效果。**方法:** 选取2023年1月—2024年12月在郑州大学第一附属医院神经外科进行规范化培训学员60名, 观察组和对照组分别为30名。在具体实施的过程中, 对照组采取传统教学法, 观察组采用3D打印技术联合CBL教学方法, 教学结束之后, 通过理论考试、操作技能考核、问卷调查(包括满意度和课后评价)等方式对比两种方法的临床教学效果。**结果:** 观察组学生的理论考试成绩和技能考核成绩分别为 (92.9 ± 2.18) 分和 (90.76 ± 2.01) 分, 均高于对照组的 (79.46 ± 3.54) 分和 (78.76 ± 3.61) 分, 差异均有统计学意义($P < 0.05$), 并且观察组学员在教学满意度和临床教学效果等方面均高于对照组, 差异也有统计学意义($P < 0.05$)。

关键词

3D打印技术; CBL教学; 神经外科; 教学应用

1 引言

神经外科是一门高精尖的临床学科, 手术风险极高, 术后致死率及致残率也较高。传统的神经外科教学多采用局部解剖学教材及解剖图谱进行讲解, 学生需要把平面图像进行三维立体构象进行学习, 难度较大, 学习周期也长, 往往导致学生对神经外科的学习产生畏惧心理, 严重影响学习的

积极性^[1-2]。

案例教学法是基于临床病历, 教师引导学员针对案例进行分析、讨论等, 进而更大程度地激发学习兴趣, 是当前国内外主流的教学方式之一^[1,3]。3D打印技术通过快速定制精准模型, 已广泛应用于临床医学领域, 并逐渐应用到医学的教学当中, 它能够清楚显示颅骨、脊柱、肿瘤大小、肿瘤位置及其与周围血管和重要神经的空间解剖关系^[4]。3D打印技术联合CBL教学方式通过具体的临床病例, 并通过3D打印模型使学生较好地理解病变的位置、病变与临近骨质、血管和神经的三维关系特点, 能够将疾病及其周围结构多角度展示给学生, 培养他们的空间思维能力, 提高其对神经外科疾病的三维立体空间结构的想象, 显著提高了教学效果^[5]。

【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研究。

基于此,展开本文的研究和探讨:

2 资料与方法

2.1 一般资料

选取2023年1月—2024年12月在郑州大学第一附属医院神经外科进行规范化培训学员60名,观察组和对照组分别为30名住培学员。观察组接受3D打印技术联合CBL教学模式,对照组接受传统教学授课。在观察组中,两组在性别、年龄等方面,差异无统计学意义($P > 0.05$),具有可比性。

2.2 教学方式

2.2.1 传统教学法

采取小讲课方式,以教师主导,采取面对面授课法,以“神经外科常见疾病”为主要内容,以PPT的方式进行讲解,同时采用神经外科教材及解剖图谱进行补充。讲课前带教教师制定教学计划,并提前准备好教案,将授课提纲发给规培学员并提醒预习。3个学时为1次授课,其中前2个学时主要以多媒体课件为主,按照知识点进行讲解,最后1个学时结合典型病例进行临床教学查房并讲解。

2.2.2 3D打印技术联合CBL教学法

该教学方法以具体病例为中心,提前制作该疾病的3D打印模型,根据典型病例的3D模型围绕该疾病讲解解剖要点、病变累及范围、可能的手术入路、术中注意事项及术后可能并发症等相关问题。同时让规培学员通过典型的病例,并结合3D打印模型探讨该疾病的特点,查阅资料并相互讨论,最后带教老师根据该典型疾病和3D打印模型多角度讲解病变相关知识及遇到的问题。

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,对观察组和对照组学员进行考核,考核内容分为理论知识考核(100分)和操作技能考核(100分)。其中,理论考试主要通过试卷的形式考察住培学员对神经外科临床基础知识及诊疗思维,操作技能考核主要包括伤口换药、腰椎穿刺术等。

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,评估观察组与对照组学员对3D打印联合CBL方法及传统教学模式的满意度,其中评分(80~100)分为非常满意,(60~79)分为基本满意,<60分为不满意。

2.3.3 临床教学效果的评价

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

2.4 统计学方法

采用SPSS 29.0统计学软件分析数据,符合正态分布的计量资料采用($\bar{x} \pm s$)表示,计数资料采用例(%)表示, $P < 0.05$ 有统计学意义。

3 结果

3.1 两组学员考核成绩的比较

观察组理论考试成绩为(92.9 ± 2.18)分,操作技能考核成绩为(90.76 ± 2.01)分,对照组的理论考试成绩为(79.46 ± 3.54)分,操作技能考核成绩为(78.76 ± 3.61)分,观察组学员的理论考试成绩和操作技能考核成绩均优于对照组,两组间的差异具有统计学意义($P < 0.05$),

3.2 两组学员对临床教学满意度的比较

在学习结束后,每组学员填写满意度调查表,观察组非常满意学员10名,基本满意19名,而不满意学员仅1名;对照组学员非常满意和基本满意的学员分别为6名和15名,不满意学员有9例,根据结果不难看出观察组学员的临床教学满意度明显增高,两组间差异有统计学意义($P < 0.05$)。

3.3 两组学员对临床教学效果的评价

观察组学生的课程专注度、课程评价、教学评价和学习兴趣均高于对照组,两组间的差异有统计学意义($P < 0.05$), (见表3)。并且通过数据的分析能够看到观察组学生更加偏向认为通过两种教学方法联合的模式,对于教学效果的认可度更高。

4 讨论

神经外科一直被誉为外科金字塔的塔尖,疾病一般位于颅内和椎管内,但该部位神经解剖结构异常复杂且功能重要,相关疾病也较为复杂,手术难度大,并发症也多。对于这个特殊的专业,医生的培养难度较大,往往需要较长的周期才能够进行神经外科的手术操作^[6-7]。神经外科传统的教学模式仍是教师通过教材和解剖图谱进行“学徒式”教学为主体,但该教学模式难度较大,教学内容单一,缺乏针对性的有效教学,学员在教学医院学习中主动性及兴趣降低,是神经外科教学的难点之一^[8]。

CBL采用临床上真实的病例为基础,与临床教学密切相关的一种教学方式,抛弃了传统的填鸭式教育,这与神经外科高度依赖临床经验的特性高度契合。通过模拟真实病例,如脑肿瘤、颅脑外伤或脑血管病变,学生需整合解剖学、病理学和影像学知识,逐步形成系统性临床思维。例如,在讨论一例垂体瘤病例时,学生不仅要掌握手术入路选择,还需考虑内分泌功能影响及术后并发症管理,从而培养多维度分析能力。CBL鼓励主动探究而非被动接受知识,学生通过小组讨论提出解决方案,教师则引导其反思逻辑漏洞,最终提升独立处理疑难病例的能力。此外,神经外科知识抽象且操作性强,传统教学易导致理论与实践脱节。CBL通过真实病例将抽象理论具象化,例如,结合CT/MRI影像分析脑出血的定位与手术指征,学生能更直观理解“教科书知识”如何转化为临床决策。此外,CBL案例常设计渐进式问题链,如从初步诊断到术后随访,帮助学生建立完整的诊疗逻辑框架。研究显示,基于案例的学习能显著提高知识留存率,因

其激活了学生的主动记忆而非机械背诵。对于神经外科这类高风险学科, CBL 还能通过复盘错误案例深化对关键要点的掌握, 减少未来实践中的失误^[3,9]。所以, 本教学方法通过典型临床病例进行互动式综合教学, 极大地提高了学习积极性, 并且从教学中体会到疾病的复杂性, 提高了学员的临床实践能力。

随着医学技术的发展, 3D 打印模型逐渐应用到临床和教学之中, 在神经外科实践和训练中具有强大的潜力。具有以下特点: 第一, 3D 打印技术显著提升了学员对颅脑和脊柱复杂解剖结构的理解能力, 达到了形象化并巩固和理解复杂解剖知识的目的。第二, 3D 打印模型可以提供多视角多角度地观察病变的三维结构, 实体感强, 并明确显示病变三维解剖结构及其与周围毗邻组织的位置关系, 尤其当病变位于颅底、脊柱等部位时, 优点尤为突出。第三, 3D 打印技术不仅在教学内容的传递上更具灵活性, 还能为学员提供模型反复练习的机会。最后, 3D 打印模型缩短了学习过程, 激发了学生的积极性, 提高了学习效率^[10-13]。

相较于传统教学法, 3D 打印技术联合 CBL 教学法的引入, 将“学徒式”教学模式改为“互动式”教学模式, 充分发挥学员在临床学习中的主观能动性。它明显增加了学生对神经外科学习的兴趣, 增加学生和教师之间的交流, 同时, 在典型的临床病例中, 通过 3D 打印的颅脑及脊柱解剖模型, 学生能在短时间内理解复杂的脑部和脊柱解剖、肿瘤三维空间及周围结构的关系特点, 更快理解疾病的发生、诊断、治疗和相关并发症等^[9]。在本研究中, 传统教学的理论成绩和临床技能操作成绩分别为 (79.46 ± 3.54) 分和 (78.76 ± 3.61) 分, 而通过 3D 打印技术联合 CBL 教学法, 观察组的成绩明显增高, 分别达到了 (92.9 ± 2.18) 分和 (90.76 ± 2.01) 分, 说明 3D 打印技术联合 CBL 的教学方法可以加深学员对知识的印象, 便于理解, 成绩提高明显。同时观察组整体满意度明显高于传统带教组, 仅有 1 名学员不满意, 也说明了学员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。最后, 我们也对两组学员的临床教学效果进行评价, 通过表 3 数据我们不难发现, 观察组在课程专注度、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, 两组间的差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。这进一步说明了 3D 打印技术联合 CBL 教学模式更有利于神经外科临床思维和专注度的培养, 在很大程度上提升了学生综合思考的能力和解决临床问题的能力, 这有助于提高学员的临床理论和实践技能的掌握, 加速成长为一名合格的神经外科医师。

尽管 3D 打印技术与 CBL (案例教学法) 结合在神经外科教学中展现出显著优势 (如提升空间认知能力、模拟真实手术场景), 但其应用仍存在以下局限性: 技术成本高,

推广受限。3D 打印需要专业的设备、材料及后期处理技术, 成本较高。对于教学医院或医学院校, 尤其是资源有限的地区, 大规模应用存在经济压力。此外, 模型的维护、更新及技术人员培训均需持续投入, 限制了该技术的普及。模型仿真度与临床实际存在差距。尽管 3D 打印可还原解剖结构, 但在组织力学特性和病理生理动态变化方面仍无法完全模拟真实人体。此外, 复杂神经解剖变异 (如穿支血管走行) 可能难以精确呈现, 导致教学模型与临床实际存在偏差, 影响教学效果。因此, 我们仍需探索一种更加科学有效、切实可行的教学模式, 对于提高学生的医学理论知识和操作技能水平以及临床思维能力具有重要的现实意义。

参考文献

- [1] 黄梓雄, 李文生, 郑春霞, 等. 案例教学法联合循证医学在神经外科住院医师规范化培训中的实践成效[J]. 中国卫生产业, 2024, 21(3):209-212.
- [2] 段婉茹, 菅凤增. 神经外科专科医师规范化培训脊柱专科的教学实践[J]. 医学教育管理, 2018, 4(zl):137-140.
- [3] 李斐, 陈谦学. PDCA式案例教学法在神经外科住院医师规范化培训中的应用[J]. 中国继续医学教育, 2023, 15(10):86-90.
- [4] 茆翔. PCMC教学法联合3D打印技术在神经外科颅神经疾病实习教学中的应用研究[J]. 西部素质教育, 2022, 8(18):5-8.
- [5] 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.
- [6] 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.
- [7] 王宁. PBL联合微信在神经外科教学中的应用[J]. 中国继续医学教育, 2021, 13(8):18-20.
- [8] 束汉生, 程哲, 巢青, 等. PBL教学法结合3D打印技术在神经外科教学中的应用研究[J]. 西部素质教育, 2021, 7(17):141-143.
- [9] 吴春风, 岳洋, 李莉玲, 等. CBL与PBL结合教学法在产科临床教学中的应用研究[J]. 中国继续医学教育, 2022, 14(1):64-67.
- [10] 尹一恒, 李 腾, 王华伟, 等. 3D打印技术在颅颈交界区畸形手术治疗教学中的应用探讨[J]. 中国医学教育技术, 2018, 32(4):426-429.
- [11] 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.
- [12] 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.
- [13] 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.
- [14] 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.