

## · 综述 ·

## 3D打印技术医学教育实践应用研究进展

白智刚,鲁海文\*

(内蒙古医科大学附属医院 影像诊断科,内蒙古 呼和浩特 010050)

关键词:医学教育;3D打印;放射;仿真

中图分类号:G420

文献标识码: B

文章编号:2095-512X(2021)S1-0157-04

医学理论知识学习与实践技能培训是高等医学教育培养合格毕业生的重要途径。2014年6月《关于医教协同深化临床医学人才培养改革的意见》当中已经提出要“全面建立以‘5+3’为主体的具有中国特色的医学人才培养体系”<sup>[1]</sup>。因此,如何提高我国高等医学教育水平,培养创新型、技能型、应用型等复合人才,是亟待解决的关键问题。

作为研究人类健康与疾病的学科,医学教育教学过程中教学标本或模型是必不可少的。然而随着现代社会的发展,尤其是伦理与成本等因素的限制,可供医学教学使用的大体标本越来越少,经学生解剖练习过后的大体标本也无法重复使用。另外,传统的教学模型也同样存在种类不全、制作死板、结构暴露不清的问题,致使教学效果大打折扣,严重影响教学水平的提高<sup>[2]</sup>。

## 1 3D打印概述

3D打印是近年来新兴的制造技术,它以数字模型文件为基础,采用金属、高分子塑料、光敏聚合物甚至生物细胞等可粘合材料,通过逐层堆积的方式快速构建3D立体模型。从1986年Charles W. Hull开发了第一台商业3D打印机以来<sup>[3]</sup>,人们可以通过3D打印机方便地生产各种结构复杂、生产难度大并且没有大规模生产需要的产品,这种特性使得3D打印技术在包括医学教育等诸多领域中得到广泛应用。

## 2 3D打印教学模型

利用CT、MRI获得的真实人体扫描数据,通过3D打印技术可制作出人体任意部位高精度3D模型,无论是正常人体结构还是病理解剖模型都可以通过影像资料轻松获取,并将这种高精度的3D模型应用在医学教学当中。这不仅能使更加直观地了解人体各部位的细微结构和位置关系,还能够调动学生学习的积极性,促进学生从被动记忆型向思考型和创新型改变,并且避免了标本中甲醛液对师生健康造成的损害<sup>[4]</sup>。

3D打印模型可以应用于临床课程的教学并带来良好的效果。Kah Heng等<sup>[5]</sup>对比了分别使用心血管尸体标本材料、3D打印模型和尸体标本和3D打印模型结合使用进行心血管部位解剖自我指导学习的效果,测试结果显示使用3D打印模型的小组测试得分显著高于尸体标本组和两种结合使用的小组,表明3D打印模型代替传统标本会给解剖学习带来一定的益处。

而在实践技能操作中,学生借助3D打印的操作模型,不仅可以了解到操作部位的解剖结构与位置关系,还可以进行实际操作练习,有效提高学习效率。Jelliffe等<sup>[6]</sup>收集了正常和后凸脊柱患者的胸部CT扫描数据,并从中分割出胸椎,生成并打印脊柱的3D模型,然后把它放在装满了不同类型的硅胶的特制盒子内,以模仿人体组织,制成人体脊椎仿真操作模型。14名受试医生在使用此模型进行胸部硬膜外穿刺培训后,对模型在触诊棘突、针头穿过硅胶时的真实感和超声波逼真度给予高度的评价。Goudie等<sup>[7]</sup>使用3D打印制作的心血管模型,对受试学生进行了插入导丝和支架操作的现场培

基金项目:内蒙古自治区关键技术攻关计划项目(2019GG156)

作者简介:白智刚(1981-),男,内蒙古医科大学附属医院影像诊断科副主任医师。

通讯作者:鲁海文,副主任医师,硕士研究生导师,E-mail:Luhaiwen0302@126.com 内蒙古医科大学附属医院影像诊断科,010050

训,通过对30名参与学生反馈结果的评估,认可了将3D打印心血管模型作为模拟操作模型的培训效果。

从以上研究可以看出,将3D打印模型应用于医学教学过程中的实用性和效果都是毋庸置疑的。同时,目前3D打印机的价格已经大幅下降,而且国内也有大批3D打印机的生产商,可以方便地购买到经济实惠且能满足教学需求的3D打印机。另外,随着技术的发展,3D打印所消耗的时间也大幅缩短<sup>[8]</sup>。因此,将3D打印技术制作的高精度、高仿真的教学模型广泛应用在日常教学中的也是可行的。

### 3 3D打印结合新型教学法

目前的医学教学已经开始尝试各种不同的教学模式,通过3D打印制作的教学模型不仅应用传统的教学方式,其高度的仿真性和个性化的特性也使3D打印模型可以与其他各种教学模式相结合,从而获得更好的教学效果。目前已经有研究开始尝试将3D打印技术与PBL、CBL等教学模式甚至多种方法联合应用于医学教学当中。

#### 3.1 3D打印技术联合PBL模式

基于问题的学习(problem-based learning, PBL)教学模式是以问题为基础,学生为主体,老师为导向的学习方式。基于问题的学习教学模式中,老师围绕相关疾病的诊断、治疗等要点提出相应问题,由学生带着问题自主收集相关资料。另外,学生也可由老师的指导下成立小组进行讨论,基于问题进行学习、讨论相关知识点。PBL教学模式可显著提升学生自主学习的热情,并且引导、帮助学生更加牢靠的掌握专业知识,培养学生发现问题和解决问题的能力<sup>[9]</sup>。然而这种教学模式仍存在不足,一旦学生对所讲疾病认知不足,就会使得其缺乏讨论兴趣<sup>[10]</sup>。而人体与疾病的复杂性使得学生很难通过二维的平面资料完全掌握疾病的特点。郑<sup>[11]</sup>等研究显示,将3D打印模型联合PBL的教学方法应用于肿瘤外科住院医师规范化培训的临床教学中,经过3个月的学习,3D打印结合PBL法可实现包括执业真题成绩、出科理论和前沿知识等理论成绩的明显提高,并且学生满意度也明显高于对照。另外一项研究显示,使用3D打印模型结合PBL教学组学生教学吸引力、知识掌握程度、知识理解深度、思考启发力、总体满意度5项评分均高于传统教学组<sup>[12]</sup>。

#### 3.2 3D打印技术联合CBL模式

基于案例的学习(case-based learning, CBL)教学模式是以临床案例为基础,通过设计相关问题来引导学生以案例问题为中心展开讨论的一种小组讨论式教学法。美国神经学教授Barrow在1986年首次尝试将案例教学法引入医学教学领域<sup>[13]</sup>。它通过病例引导学生进行分析和思考,避免了传统灌输式、填鸭式教学,实现学生临床分析能力与解决问题能力的提高。丁等<sup>[14]</sup>尝试将3D打印技术与CBL教学模式联合应用在先天性脊柱侧弯的教学当中,直观的将畸形的脊柱结构特点呈现在学生面前,“化难为易”,通过与传统影像资料的对比,不仅增进了学生们疾病本身的了解,并且加深了学生对脊柱解剖结构的认知,提高了临床阅片的能力。另一项研究显示,3D打印技术+骨盆移位计算软件联合应用于骨盆复位教学中可使教学吸引力、认识深度、手术方案制定能力、操作熟练度、总体满意度与实训考核等方面教学效果获得显著提高,并且极大减少年轻医生学习周期,增强了受训者对病情分析和术前计划制定能力,提高了整个学习过程的学习兴趣,增强自主力与自信心<sup>[15]</sup>。

#### 3.3 3D打印技术联合Sandwich教学法

Sandwich教学法是一种“学习—实践—学习”的教学模式。将这种教学方法应用在临床实践教学,能让学生更好地参与课堂,发挥学生的主观能动性,提高课堂效率。但是,由于人体疾病解剖结构的复杂性,带教老师无法将疾病的形态学表现直观展示,显著影响学生对疾病的深入理解。杜团队将Sandwich教学法联合3D打印技术应用于介入科见习医生的临床教学中,观察组学生的临床实践成绩明显高于对照组学生,3D打印模型正好弥补了Sandwich教学模式的不足,有效提高了学生学习兴趣,增强其学习欲望,提高学习效率。

#### 3.4 3D打印技术联合TBL模式

基于团队的学习(team-based learning, TBL)模式是以教师讲授与学生团队协作、小组讨论相结合的新型教学模式。这种模式有助于促进学习者的团队协作精神、注重人的创造性、灵活性。张宇团队发现在将TBL教学法应用在马蹄形畸形的临床教学中时,由于学生对踝部解剖了解不透彻而仍感到教学内容理解困难、缺乏感性体验,于是团队将3D打印模型引用TBL教学过程中,显著提高了住院医师马蹄足畸形诊疗的临床教学效果。

#### 3.5 3D打印技术联合多种教学模式

基于循证医学的教学法(evidence-based learn-

ing, EBL)教学法是1992年由Gordon Guyatt教授于1992年提出,这种教学方法强调在临床实践中发现问题,依据循证医学思路解决问题。李潍将PBL与EBL教学联合3D打印技术应用在骨外科的临床教学中,发现学生在学习积极性、文献检索及分析能力、临床诊治思维、分析解决问题能力方面的能力均有所提高。而另一项将PBL+CBL教学模式结合3D打印技术应用在呼吸系统疾病的教学中的研究显示,3D打印技术联合PBL+CBL教学模式,加强了学生对于理论知识的掌握程度,提高了学习的积极性,拓展了学生临床思维,加强学生团队合作的能力。

#### 4 3D打印结合其他现代技术

虚拟现实技术(virtual reality, VR)是一项囊括计算机、电子信息与仿真技术为一体的全新实用技术,其基本方式是通过计算机技术模拟虚拟环境,从而实现环境沉浸感。目前,虚拟现实技术也已经成为促进教育发展的一种新型教育手段。杨等分析了应用基于VR及3D打印技术的解剖病理仿真实验室进行教学的优势,将利用CT、MRI等扫描获得的影像学数字资料整合到VR互动实验平台或3D打印成具体的实物,构建解剖病理仿真实验室,不但能够节省购置、维护尸体的费用,让学生不限场地和时间地在虚拟尸体标本上反复操作,使学生获得良好的沉浸式体验,提高教学质量和效率。高等尝试将3D打印技术及VR技术联合应用在重度下肢畸形矫正的临床教学中,结果显示,采用3D打印与VR虚拟模型等手段辅助教学的试验组在主观问卷调查自我评价得分和临床考核得分方面,均显著优于采用传统教学方法的对照组,说明在传统教学模式基础上结合3D打印技术及VR虚拟演示,可以提高学生对复杂畸形特点的理解和对多段截骨技术的掌握,弥补了传统教学的不足,具备更好的教学效果。

#### 5 3D打印医学教育局限性

目前,3D打印应用于医学教学仍存在一些为题,如3D打印技术材料学领域,包括材料过于单一、人体器官模型使用的钛合金金属粉末成本高,以及3D打印技术普及速度相对缓慢等问题,并且若使用3D打印模型进行教学,师生均需要一定的时间适应这种新兴的教学方式。还需要注意的是,通过3D打

印技术打印组织器官可能存在伦理问题。

#### 6 展望

3D打印技术并且凭借其个性化、精准化的优点,拥有着良好的展现人体形态学的能力,在医学教学中能够显著提升教学效果,激发出学生学习的积极性和自主性,还能锻炼学生的动手能力,促使学生将书本知识和实践相结合。虽然目前3D打印仍然存在一些问题,但随着应用技术的创新优化,3D打印一定会引起行业重视,从而在医学教育领域得到广泛应用。

#### 参考文献

- [1]教育部,国家卫生计生委,国家中医药管理局,等.教育部等六部门关于医教协同深化临床医学人才培养改革的意见[J].中国乡村医药,2015;22(02):103-104
- [2]易传安,龙哲,胡祥上.医学形态学实验教具存在的问题及应对措施[J].局解手术学杂志,2014;23(4):441-442
- [3]Leong KF, Cheah CM, Chua CK. Solid freeform fabrication of three-dimensional scaffolds for engineering replacement tissues and organs [J]. Biomaterials, 2003;24(13):2363-2378
- [4]张凯玥,薛春源,张桐桐.3D打印技术在医学教学中的应用探索[J].医学理论与实践,2019;32(24):4094-4095
- [5]Alexander LK, Yaw LZ, Stephen G, et al. Use of 3D printed models in medical education: A randomized control trial comparing 3D prints versus cadaveric materials for learning external cardiac anatomy [J]. Anatomical sciences education, 2016;9(3): 213-221
- [6]Jelliffe J, Yanick B, Jeffrey B, et al. Use of 3-Dimensional Printing to Create Patient-Specific Thoracic Spine Models as Task Trainers [J]. Regional Anesthesia and Pain Medicine, 2017;42(4):469-474
- [7]Christine G, Jason K, Michael B, et al. The Use of 3D Printed Vasculature for Simulation-based Medical Education Within Interventional Radiology. 2019;11(4): e4381
- [8]袁青,崔旭蕾,阮侠,等.3D打印技术在麻醉模拟教学中的应用[J].基础医学与临床,2018;38(12):1821-1823
- [9]康慧斌,黄庆,张洪兵,等.3D打印技术在颅内动脉瘤开颅夹闭手术中的应用[J].转化医学电子杂志,2017;4(12):26-29
- [10]黄庆,王刚,张洪兵.3D打印技术在脑血管疾病临床教学中的应用[J].转化医学电子杂志,2017;4(3):90-92
- [11]郑春雷,王玉龙,赵晶莹,等.3D打印技术联合PBL教学模式在肿瘤外科住院医师规范化培训临床教学中的应用价值[J].中国医学装备,2018;15(9):100-103
- [12]吴爱悯,王凯,王鉴顺,等.3D打印技术辅助PBL教学法在临床医学本科生骨科疾病教学中的实践应用[J].转化医学电子杂志,2017;4(6):90-92

[13] Carder L, Willingham P, Bibb D. Case-based, problem-based learning: information literacy for the real world [J]. *Research Strategies*, 2001; 18(3):181-190

[14] 丁金勇, 谭成双, 徐继禧, 等. 3D打印技术联合CBL教学法在先天性脊柱侧弯教学中的应用[J]. *中国继续医学教育*, 2019; 11(32):35-37

[15] 张孜孜, 姚琦, 彭焱, 等. CBL教学模式下骨盆移位计算软件联合3D打印在骨盆复位架技术临床教学中的应用[J]. *中国组织工程研究*, 2018; 22(19):3067-3071

## 经皮冠状动脉介入治疗术后患者生存质量的研究进展

谢学良<sup>1</sup>, 王呼萍<sup>2</sup>

(1. 内蒙古医科大学, 内蒙古 呼和浩特 010059; 2. 内蒙古医科大学附属医院 护理部)

**关键词:** 经皮冠状动脉介入治疗; 生存质量; 影响因素; 干预; 研究进展

**中图分类号:** R543.3

**文献标识码:** B

**文章编号:** 2095-512X(2021)S1-0160-03

冠状动脉粥样硬化性心脏病, 简称冠心病, 亦称缺血性心脏病, 是指冠状动脉粥样硬化使血管腔狭窄、阻塞和(或)因冠状动脉功能性改变(痉挛)导致心肌缺血缺氧或坏死而引起的心脏病<sup>[1]</sup>。《中国心血管病报告 2018》概要<sup>[2]</sup>指出, 我国现患冠心病人数为 1100 万, 且患病率仍处于上升趋势。随着导管技术的不断更新与发展, 经皮冠状动脉介入治疗<sup>[3]</sup> (percutaneous coronary intervention, PCI) 是指通过导管技术将狭窄抑或是闭塞的冠状动脉疏通, 以达到重新恢复正常血流灌注的目的, 现如今成为治疗冠心病的重要治疗方式之一<sup>[4]</sup>。然而, 随着人们生活水平的提高, 患者对健康的追求已从单纯注重延长生存时间转变为注重生活质量的提高。在关注 PCI 带来益处的同时, 也更重视现存的潜在问题。如何采取有效的措施来提高 PCI 术后患者的生存质量, 减少术后并发症, 目前受到越来越多的关注。本文对冠心病 PCI 术后患者的生存质量相关研究进行综述, 分析其影响因素, 为提高临床患者术后的生存质量, 制定相关的干预措施提供依据。

### 1 生存质量的概念

生存质量, 又称生活质量, 是一个非常广泛的概念, 包括个体的心理状态、社会功能及生理健康等方面, 侧重个体的主观感受<sup>[5]</sup>; Kang K<sup>[6]</sup>等研究表明, 生活质量用于衡量疾病对患者生活的影响, 包

括生理、情感和社会影响三个方面。世界卫生组织 (WHO) 对于生存质量的定义为不同价值观念以及不同民族中的个人, 与其自身目的、希望以及密切相关事情生存状态的体验<sup>[7]</sup>。关于患者术后生活质量的概念目前没有达成共识, 但是可以明确, 影响术后生存质量的因素是多元的。目前, 得到多数学者认同的生存质量概念至少包括四个维度<sup>[8]</sup>: 心理健康、精神健康、社会健康和身体健康状况。

### 2 生存质量的评价

单纯倾听患者主观陈述很难判断患者的生存质量状况, 一般情况下, 对 PCI 术后患者生存质量的测量需要借助相关量表, 通过不同维度的衡量, 最终得到量化的数据。对于 PCI 术后生存质量量表大致可以分为普适性量表和特异性量表两类, 其中普适性量表包括简明健康状况量表 (SF-36)、简易健康量表 (SF-12) 等; 特异性量表包括中国心血管病人生活质量评定问卷 (CQQC)、西雅图心绞痛量表 (SAQ)、简版西雅图心绞痛量表 (SAQ-7)、冠心病心绞痛生活质量问卷 (APQLQ) 等<sup>[9]</sup>。其中 SF-36 量表得到较为广泛的应用, 它是由美国一家研究所研制, 1991 年浙江大学医学院教研室翻译了中文版的 SF-36。SF-36 量表对 1 个自我健康评价和 8 个维度方面进行测量, 其中包括躯体疼痛、总体健康、社会功能、生理职能、活力、情感职能、生理功能和心

作者简介: 谢学良 (1995-), 男, 内蒙古医科大学 2019 级在读硕士研究生。

通讯作者: 王呼萍, 主任护师, E-mail: 2275896682@qq.com 内蒙古医科大学附属医院 护理部, 010050