

3D 打印技术在泌尿外科临床教学中的应用进展

葛鹏, 许阳*

徐州医科大学附属医院泌尿外科 江苏徐州

【摘要】3D 打印是一种创新的制造方法, 能将数字 3D 对象快速转换为物理和触觉模型, 近年来, 在泌尿外科临床教学中发挥着越来越重要的作用。本文就 3D 打印技术在泌尿外科临床教学中的应用进展作一综述。

【关键词】3D 打印; 临床教学; 泌尿外科

Current application progress of 3D printing technology in clinical teaching of urology

Peng Ge, Yang Xu*

Department of Urology, the Affiliated Hospital of Xuzhou Medical University, Xuzhou, China

【Abstract】 3D printing is an innovative manufacturing method, which can quickly convert digital 3D objects into physical and tactile models. In recent years, it plays an increasingly important role in the clinical teaching of urology. This article reviews the application of 3D printing technology in clinical teaching of urology.

【Keywords】 3D Printing; Clinical Teaching; Urology

3D 打印技术是一种快速成型技术, 利用计算机提供的三维数据结合 3D 打印机等设备逐层打印创建实物模型, 起源于 19 世纪 80 年代, 最早应用于航空、汽车等工业领域, 近年来在医学上的应用不断发展^[1]。外科教学是培养医学人才的重要手段, 然而, 传统单一的教学方法具有内在的缺陷, 已经无法满足临床教学的需要^[2]。3D 打印模型具有立体、直观等特点, 既可以丰富教学内容、加深学生对于器官与组织病理生理的理解, 又可以缩短低年资医师手术学习曲线, 在临床教学中发挥越来越重要的作用^[3]。本文就 3D 打印技术在泌尿外科临床教学中的应用进展作一综述。

1 3D 打印应用于泌尿外科解剖学教育

医学是一门实践性强的学科, 而解剖又是医学的基础。自人体解剖学开始以来, 由于社会宗教、道德偏见等原因, 人体解剖一直是争议的对象。早期尸体来源主要依赖于死刑犯尸体、墓地盗用的尸体和来自医院与监狱的无人认领的尸体等, 目前逐渐过渡到遗体捐献^[4]。然而, 尸体作为一种教学手段, 仍然存在着许多问题, 如缺乏专门的管理人

员和有效数量的尸体解剖标本、解剖实验室维护成本高昂、伦理方面的问题以及长期暴露和接触标本带来的健康风险等^[4]。3D 打印为解剖学教育提供了新思路。

解剖器官是 3D 打印在外科领域中应用的常见例子, 解剖学本质上是一门 3D 学科, 3D 数字模型可以成为现有医学和解剖学教学方法的宝贵补充^[5]。Javan 等^[1,6]应用尼龙或石膏进行 3D 打印, 将前列腺等模型用于临床教学, 对前列腺的结构和疾病进行详细讲解, 效果满意。类似的, Ebbing 等^[7]利用 MRI 图像结合 3D 打印模型探讨对于肿瘤病灶的识别能力, 结果表明, 与单独使用 MRI 相比, 3D 打印模型提高了医学生准确识别癌症病灶位置的能力, 为医学生提供了更好的定向指导。Knoedler 等^[8]将 CT 横断面图像导入 3D 打印机, 建立肾脏肿瘤模型, 该模型采用分区分色的方法, 正常肾实质透明, 肾脏可疑病变为红色。他们招募了 23 名解剖学和影像学知识有限的一年级医学生作为研究对象, 对比单纯 CT 图像与 3D 模型对于解剖的理解情况, 研究表明, 由 3D 打印机构建的个性化物理 3D 肾肿

*通讯作者。

瘤模型可显著提高学员对解剖学的理解。Marconi 等^[9]发现, 预定进行腹腔镜肾切除术的 15 名患者的 3D 打印模型有助于医学生、外科医生和放射科医生更快、更准确地识别解剖结构。Lee 等^[10]的研究得到了类似的结论。这些研究表明, 3D 打印模型在促进解剖学学习方面优于传统的 2D 图像(如 CT 和 MRI 等), 或将在评估解剖知识掌握上发挥一定的作用。

2 3D 打印应用于泌尿外科手术教学

传统的泌尿外科教学通常是基于哈尔斯特德“看一、做一、教一”的学徒方法, 这种方法取决于病人的数量以及接触病人的途径^[11]。由于手术培训时间和患者安全等问题, 传统的临床教学面临挑战, 因此在手术室外对缺乏经验的外科医生, 特别是住院医生进行培训是必不可少的一环^[11,12]。3D 打印在泌尿外科教学应用之一是制作培训模型, 已成为了手术培训的一部分^[12]。与传统培训相比, 3D 打印技术可提供灵活的练习机会和安全的练习环境, 培训时既可以使用用于泌尿外科评估目的的标准化模型, 也可以使用在培训期间可能没有机会看到的罕见并发症和解剖变异模型^[13]。

来自加拿大的 Blankstein 等^[14]探讨了基于 3D 打印技术制作的模型在输尿管镜培训中的作用, 该研究共包含 10 名受试者, 受试者进行为期 2 周的培训, 每个参与者都完成了一项标准化的模拟检查任务(硬性膀胱镜检查, 放置输尿管入路鞘, 柔性输尿管肾镜检查), 对比培训前后的评分, 结果显示培训后的平均任务完成时间(9.37 vs 15.76 min, $p = 0.001$)和整体成绩得分(25.25 vs 19.20 min, $p = 0.007$)明显优于培训前。张鹏等^[15]报道了 3D 打印在骶神经调节手术培训教学中的应用。研究者通过结合术前基于 CT 影像制作 3D 打印等比例模型与术中 3D 导航模板来辅助教学, 结果表明所有参与者最终均能独立完成骶神经调节穿刺戳孔操作。Golab 等^[16]报道了使用 3D 硅胶肾脏模型进行腹腔镜肾部分切除术训练, 在正式手术之前, 先在硅胶模型的腹腔镜模拟器中进行操作, 获得充分的经验后再施行手术, 结果显示术中活体肾肿瘤手术平均时间(16 min)略短于硅胶模型用时(17 min)。这说明在硅胶模型的训练中获得的经验改进了实际手术, 可以减少术中肾缺血的需要/持续时间。Uwechue 等^[17]创建了一个用于机器人辅助肾移植的新型 3D 打印

混合模拟模型, 该模型由一个真人大小的解剖骨盆, 一个没有血管的肾脏, 以及一个基座组成, 基座用来支持肾脏在骨盆内处于正确的手术位置, 用于训练肾移植的关键步骤——血管吻合, 通过使用皮下注射针往血管内注射盐水来测试血管吻合通畅性。该模型的目的是以定时和可重复的方式优化外科医生在血管吻合方面的培训, 以便客观评估其能力。

除此以外, 3D 打印技术在经皮肾镜手术^[18]、血管相关性疾病^[19]等教学方面也展示了一定的优越性。

3 3D 打印技术应用于泌尿外科临床教学的现状与展望

泌尿外科临床教学涉及的内容多, 加上知识内容复杂抽象, 导致许多学生不能真正的理解知识, 学习效率较低。常规教学方法注重知识传输式教学, 主要以理论讲解为主, 但是往往局限于 2D 图象, 很难构建清晰的空间立体感, 这导致教学过程中学生的参与度较低, 教学效果有限。泌尿外科隶属于外科系统, 是一门非常考验操作的学科, 医生通常需要多年的培训才能变得技术熟练。3D 打印技术的融入, 丰富了临床教学的形式, 提高了教学的效果, 成为了一种新的医学教育模式。医学 3D 打印模型可以在不损害患者安全的情况下缩短医学生学习曲线的长度, 对医学教育, 特别是泌尿外科教育产生了深远的影响。

3D 打印应用于临床, 目前还存在一定的局限性。第一, 价格偏高。任何新技术出现, 往往最初的可变成本很高。3D 打印技术作为一种新型的技术, 面临着同样的问题。然而, 随着低成本 3D 打印机和开源建模软件可用性的增加, 这一现状正在逐步改善。同时, 成本和收益之间需要仔细权衡。Komai 等^[20]的研究探讨了 3D 模型的经济问题, 与没有 3D 模型的相比, 使用 3D 打印的肾脏显著缩短了手术持续时间(3.3 vs 6.3 min, $p = 0.021$)。由于手术时间跟花费成相关, 平均手术花费约为每分钟 62 美元, 节省手术时间的费用(186 美元)几乎可覆盖 3D 模型成本的一半(450-680 美元)。第二, 基于 3D 打印模型的研究样本量往往比较小, 真实的临床效果难以确定; 第三, 3D 打印往往需要专业的公司进行操作, 耗时长。第四, 3D 打印的实物模型往往缺乏病灶周围缺乏软组织, 尚不能完全反疾病的真实状态^[2]。

3D 打印在某种意义上说, 可能代表着医学教育、外科实践和外科演练的下一代革命, 3D 打印技术的进一步发展完善, 将有助于临床教学的大力普及。

参考文献

- [1] 张敏, 李庆元, 王玮. 3D 打印在泌尿外科临床与教学中的新进展[J]. 中华泌尿外科杂志, 2018, 39(5): 398-400.
- [2] 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.
- [3] 熊波波, 张劲松, 李宁, 等. 3D 打印技术在泌尿外科疾病中的应用进展[J]. 现代临床医学, 2020, 46(6): 468-471.
- [4] Hildebrandt S. Capital punishment and anatomy: history and ethics of an ongoing association[J]. Clin Anat, 2008, 21(1): 5-14.
- [5] Chen G, Jiang M, Coles-Black J, et al. Three-dimensional printing as a tool in otolaryngology training: a systematic review[J]. J Laryngol Otol, 2020, 134(1): 14-19.
- [6] Javan R, Herrin D, Tangestanipoor A. Understanding Spatially Complex Segmental and Branch Anatomy Using 3D Printing: Liver, Lung, Prostate, Coronary Arteries, and Circle of Willis[J]. Acad Radiol, 2016, 23(9): 1183-1189.
- [7] Ebbing J, Jaderling F, Collins J W, et al. Comparison of 3D printed prostate models with standard radiological information to aid understanding of the precise location of prostate cancer: A construct validation study[J]. PLoS One, 2018, 13(6): e199477.
- [8] Knoedler M, Feibus A H, Lange A, et al. Individualized Physical 3-dimensional Kidney Tumor Models Constructed From 3-dimensional Printers Result in Improved Trainee Anatomic Understanding[J]. Urology, 2015, 85(6): 1257-1261.
- [9] Marconi L, Desai M M, Ficarra V, et al. Renal Preservation and Partial Nephrectomy: Patient and Surgical Factors[J]. Eur Urol Focus, 2016, 2(6): 589-600.
- [10] Lee H, Nguyen N H, Hwang S I, et al. Personalized 3D kidney model produced by rapid prototyping method and its usefulness in clinical applications[J]. Int Braz J Urol, 2018, 44(5): 952-957.
- [11] Childs B S, Manganiello M D, Korets R. Novel Education and Simulation Tools in Urologic Training[J]. Curr Urol Rep, 2019, 20(12): 81.
- [12] Ghazi A E, Teplitz B A. Role of 3D printing in surgical education for robotic urology procedures[J]. Transl Androl Urol, 2020, 9(2): 931-941.
- [13] Cacciamani G E, Okhunov Z, Meneses A D, et al. Impact of Three-dimensional Printing in Urology: State of the Art and Future Perspectives. A Systematic Review by ESUT-YAUWP Group[J]. Eur Urol, 2019, 76(2): 209-221.
- [14] Blankstein U, Lantz A G, D'A H R, et al. Simulation-based flexible ureteroscopy training using a novel ureteroscopy part-task trainer[J]. Can Urol Assoc J, 2015, 9(9-10): 331-335.
- [15] 张鹏, 张建忠, 吴栗洋, 等. 3D 打印等比例模型和导航模板在骶神经调节手术培训教学中的意义[J]. 中国病案, 2020, 21(10): 98-100.
- [16] Golab A, Smektala T, Kaczmarek K, et al. Laparoscopic Partial Nephrectomy Supported by Training Involving Personalized Silicone Replica Poured in Three-Dimensional Printed Casting Mold[J]. J Laparoendosc Adv Surg Tech A, 2017, 27(4): 420-422.
- [17] Uwechue R, Gogalniceanu P, Kessar N, et al. A novel 3D-printed hybrid simulation model for robotic-assisted kidney transplantation (RAKT)[J]. J Robot Surg, 2018, 12(3): 541-544.
- [18] 胡腾飞. 3D 打印技术在经皮肾镜治疗肾结石中的研究进展[J]. 微创泌尿外科杂志, 2018, 7(2): 141-144.
- [19] 宋斌, 张波. 3D 打印模型在泌尿外科血管相关性疾病教学中的应用探讨[J]. 心脏杂志, 2019, 31(3): 369-372.
- [20] Komai Y, Sugimoto M, Gotohda N, et al. Patient-specific 3-dimensional Printed Kidney Designed for "4D" Surgical Navigation: A Novel Aid to Facilitate Minimally Invasive Off-clamp Partial Nephrectomy in Complex Tumor Cases[J]. Urology, 2016, 91: 226-233.

收稿日期: 2021 年 10 月 20 日

出刊日期: 2021 年 11 月 22 日

引用本文: 葛鹏, 许阳, 3D 打印技术在泌尿外科临床教学中的应用进展[J]. 国际临床研究杂志, 2021, 5(4): 58-61.

DOI: 10.12208/j.ijcr.20210040

检索信息: RCCSE 权威核心学术期刊数据库、中国知网 (CNKI Scholar)、万方数据 (WANFANG DATA)、Google Scholar 等数据库收录期刊

版权声明: ©2021 作者与开放获取期刊研究中心 (OAJRC) 所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS