

# 3D 打印技术在复杂关节周围骨折临床带教中的应用

蒙德鹏, 陈 宇, 林浩东, 欧阳跃平, 赵良瑜

(第二军医大学长征医院骨科, 上海 200003)

**摘要:**目的 将 3D 打印教具应用于骨创伤科复杂关节周围骨折的临床教学中, 探索该方法的教学效果。方法 随机抽取 60 名在长征医院骨创伤科轮转的上海住院医师规范化培训学员进入研究, 随机分为试验组和对照组, 每组 30 人。挑选典型的股骨髁、胫骨平台骨折病例, 使用 CT 断层扫描, 数字成像及 3D 打印技术制成 3D 树脂标本。对照组采用单纯常规教学法, 试验组在此基础上结合 3D 打印标本进行临床带教。比较两组学员的基本资料和出科考试成绩。结果 两组学员经管患者数量、经管关节骨折患者数量和教学满意度评分比较, 差异无统计学意义 ( $P>0.05$ )。试验组出科理论考核成绩为  $(82.14\pm13.25)$  分, 高于对照组的  $(64.47\pm11.12)$  分, 差异有统计学意义 ( $P<0.05$ )。结论 3D 打印技术对复杂关节周围骨折教学效果有辅助促进作用, 具有良好的教学应用前景。

**关键词:** 三维; 打印; 教学; 创伤

中图分类号: R683

文献标识码: B

DOI: 10.3969/j.issn.1006-1959.2018.23.008

文章编号: 1006-1959(2018)23-0026-03

## Application of 3D Printing Technology in the Clinical Teaching of Complex Articular Fracture

MENG De-peng, CHEN Yu, LIN Hao-dong, OUYANG Yue-ping, ZHAO Liang-yu

(Department of Orthopedics, Changzheng Hospital, Second Military Medical University, Shanghai, 200003, China)

**Abstract:** Objective The 3D printing teaching aid was applied to the clinical teaching of complex periarticular fractures in the trauma department of bone trauma, and the teaching effect of the method was explored. Methods 60 standardized training trainees of Shanghai resident physicians in bone trauma rotation in changzheng hospital were randomly selected to enter the study. They were randomly divided into experimental group and control group, 30 in each group. Typical cases of femoral condyle and tibial plateau fractures were selected and 3D resin specimens were prepared by CT tomography, digital imaging and 3D printing. The control group adopted the simple conventional teaching method, and the experimental group conducted clinical teaching combined with 3D printed specimens on this basis. To compare the basic data and test scores of the two groups. Results There was no statistically significant difference between the two groups in the number of patients with menstrual canal, the number of patients with menstrual canal joint fracture and the teaching satisfaction score ( $P>0.05$ ). The theoretical assessment score of the test group was  $(82.14\pm13.25)$ , higher than that of the control group  $(64.47\pm11.12)$ , the difference was statistically significant ( $P<0.05$ ). Conclusion 3D printing technology can assist and promote the teaching effect of complex periarticular fractures and has a good prospect of teaching and application.

**Key words:** Three-dimensional; Printing; Teaching; Trauma

3D 打印概念最开始由 Charles Hull 在上世纪 80 年代提出并发明了相关技术, 属快速成形技术的一种, 是通过层层沉淀制作物件<sup>[1]</sup>。随着技术的发展, 目前已实现 3D 物件的高精度、低成本、快速制作及在生物医学领域的发展<sup>[2-4]</sup>。除了可用于辅助手术策略、内植物制作及组织工程, 3D 打印另一个重要的医学应用是进行医学教育<sup>[5,6]</sup>。随着交通及经济的高速发展, 高能量损伤导致的复杂骨折越来越常见。骨创伤是骨科的基础学科, 骨折致伤机制复杂, 骨折类型多变。复杂关节周围骨折相关内容的讲授一直是骨科临床带教的难点<sup>[7]</sup>。本研究拟将 3D 打

印教具应用于骨创伤科复杂关节周围骨折的临床教学中, 探索该方法的教学效果。

### 1 对象与方法

**1.1 研究对象** 随机抽取 2014 年 1 月~2018 年 1 月 60 名在长征医院骨创伤科轮转的上海住院医师规范化培训学员进行研究, 按轮转先后顺序进行编号随机分为试验组和对照组, 每组 30 例。试验组男性 18 人, 女性 12 人, 年龄 25~29 岁, 平均年龄  $(27.19\pm2.21)$  岁; 对照组男性 17 人, 女性 13 人, 年龄 25~28 岁, 平均年龄  $(26.43\pm1.57)$  岁。两组学员在年龄、性别上比较, 差异无统计学意义 ( $P>0.05$ ), 具有可比性。

**1.2 纳入及排除标准** 纳入标准: ①长征医院外科规范化培训基地学员; ②非骨创伤科专业; ③至少经管过一位关节内骨折患者。排除标准: ①资料不完整; ②有明显错误、前后矛盾而导致结果不可信; ③骨创

作者简介: 蒙德鹏 (1984.2-), 男, 广西南宁人, 博士, 主治医师, 讲师, 研究方向: 骨关节损伤修复

通讯作者: 赵良瑜 (1972.12-), 男, 北京人, 博士, 副主任医师, 副教授, 研究方向: 骨创伤救治与修复

伤本专业学员。

**1.3 方法** 由长期承担第二军医大学本科教学工作的 2 位高年资医师(含副主任医师 1 名,主治医师 1 名)向两组学员进行统一授课,两组学员所处的教学环境相同,授课为小班制,4~6 人/次,授课内容为 20 min 的“肘关节、膝关节周围解剖、AO 骨折分类与治疗原则”。课堂上结合幻灯、X 线及 CT 图象讲授肘窝、腘窝、肱骨髁、股骨髁、胫骨平台处应用解剖、骨折分类与治疗等知识。理论课后,两组学员均参加日常查房,及常规经管患者。试验组完成统一的授课后由 1 位主治医师单独进行 3D 教具的带教。挑取典型的复杂肘关节、股骨髁、胫骨平台骨折病例,使用 64 排螺旋 CT(Philips, 荷兰)对患者局部进行断层扫描。将所得数据录入 Mimics 17.0 软件(Materialise 公司,比利时)并进行 3D 数字化模型建模<sup>[8]</sup>,所得数字模型以“STL”格式输入银格 3D 打印机(SLA-I2,银格 3D 打印实业公司,中国),使用 Somos 8000 工业级光敏树脂制作等比例模型<sup>[9]</sup>。学员们根据打印出来的骨折实物模型,加深对该部分人体解剖形态知识及骨折分类、骨折机制及内固定放置等内容的理解和学习。

**1.4 结果评价** 骨创伤科轮转期 1 个月结束后,对两组学员进行问卷测试,测试内容包括专业考核及一般调查,专业考核为一份总分 100 分的复杂关节周围骨折理论考卷,题型均为选择题,主要包括肘窝、腘窝、肱骨髁、股骨髁、胫骨平台处局部解剖(35 分),关节骨折 AO 分型(25 分),关节内骨折治疗原则(40 分)。一般调查内容包括调查对象的年龄、轮转期间经管患者数量、经管关节内骨折患者数量、对教学的满意度等。教学满意度采用自制量表,根据问卷调查的一般原则制成,总分为 100 分,该量表由表头、一般情况及 20 余个彼此有关系的问题组成。

**1.5 统计学方法** 所有的调查数据采用双录入法,并经核查、校正,直至得到一个正确的数据集。对数据录入 Excel Office 2007,采用 SPSS18.0 统计学软件进行统计分析处理,计数资料以(%)表示,采用  $\chi^2$  检验,计量资料以( $\bar{x} \pm s$ )表示,采用  $t$  检验。 $P < 0.05$  表示差异具有统计学意义。

## 2 结果

两组学员经管患者数量、经管关节骨折患者数量和教学满意度评分比较,差异无统计学意义( $P > 0.05$ );试验组学员理论考试分数高于对照组,差异具有统计学意义( $P < 0.05$ ),见表 1。

表 1 两组学员基本资料、理论考试分数对比( $n=30, \bar{x} \pm s$ )

组别	经管患者 数量	经管关节骨折 患者数量	教学满意度 评分(分)	理论考试 分数(分)
试验组	5.13±0.21	1.14±0.29	93.81±6.72	82.14±13.25
对照组	5.21±0.14	1.31±0.23	92.78±6.56	64.47±11.12
$t$	0.49	1.19	0.49	3.31
$P$	0.62	0.22	0.63	0.002

## 3 讨论

骨创伤科是骨科学的基础,长期以来承担大量的包括本科生、住院医师规培学员及主治医师专业化培训学员在内的各级带教任务<sup>[10]</sup>。人体股骨、胫骨髁部形态不规则,腘窝、肘窝处解剖复杂,重要血管集中<sup>[11,12]</sup>。关节内及关节周围骨折多由巨大的外界暴力导致,骨折类型无统一的模式。粉碎严重的骨折失去正常的形态和解剖标识,对该部分内容的教学与识记是骨创伤科临床带教长期以来的难点。如何更好的掌握关节处的解剖,如何更好的学习骨折分类和治疗,如何对学员进行有效的教学,不断促使临床带教老师改进教学方法。

在过去,学生们常通过尸体解剖、医学图谱来学习解剖学知识。而捐献尸体来源受到诸多限制,学生只能通过大组学习进行尸体操作,动手操作机会很少。解剖图谱为二维平面图片,缺乏空间细节,限制了学生们的理性认识。CT 三维重建技术虽然能图像化的显示立体的结构,但这种图像化的辅助资料但无法给学术触觉上的反馈,仍不是理想的教学辅助方法。

随着计算机技术的发展,各种数字化虚拟现实技术得以实现。其中 3D 打印逐渐应用于临床。已有大量报道报道了 3D 标本在教学领域的有效性及仿真性<sup>[13-15]</sup>。一项随机对照试验对比研究了 3D 打印技术模型辅助教学与传统的解剖图谱教学在医学教育中的有效性。一位健康志愿者接受 CT 三维扫描后其肝脏组织被制成 3D 打印标本。经 6 位专家评估,3D 打印标本被认为或强烈认为具有极强的仿真性。此外,参与测试的还有一定数量的医学生,他们被随机分入两组,分别进行 3D 打印标本和传统医学图谱标本的学习,在 1 h 和 5 d 后分别进行评测,结果显示无论是 1 h 还是 5 d 后,3D 打印标本辅助教学组比传统医学图谱教学组教学效果均更好。此外,传统医学图谱标本组的学生在 5 d 时间点的记忆效果较 1 h 时间点的记忆效果下降明显<sup>[13]</sup>。一项对接受 3D 打印教具培训后的学生的问卷调查结果显示,

90%的被访者较推荐或强烈推荐使用 3D 打印教具对腹部病理解剖进行辅助教学。100%的被访者强烈推荐将该 3D 打印教具融合入现有的医学教学课程中<sup>[14]</sup>。一项双盲随机对照试验被用以评估 3D 打印辅助教学的有效性。参与测试的学生被随机分入 3 组,分别按下列 3 种方法进行课程学习:单独使用尸体标本,单独使用 3D 打印标本以及联合上述两种标本。结果表明 3D 打印标本较尸体标本效果显著<sup>[15]</sup>。

3D 打印因诸多优势在外科教学领域得到及其广泛的应用<sup>[16-18]</sup>。但目前尚没有一项专门的关于复杂关节周围骨折等相关知识进行 3D 打印辅助教学的研究报道。基于此,我们设计了该项研究,对比传统方法和传统结合 3D 打印辅助教学两种方法的教学效果,结果显示,接受 3D 打印辅助教学方法结合传统教学法的学生,在出科考理论考核分数上更有优势。

本研究同样存在以下不足:对股骨髁、胫骨平台等部分进行 3D 打印耗时在 10 h~3 d 不等。此外,3D 打印技术增加患者的额外花费也是另一个潜在的应用限制。有些血管、神经、脏器等软组织器官的模拟与还原对打印机的要求很高,这也限制了 3D 打印在教学中的应用。

尽管本研究存在上述不足,展望未来,随着更精妙的计算机软硬件的发明和经济的发展,3D 打印的时间耗费和成本花费必将越来越低。3D 打印的应用将不限于复杂骨折,必将在包括复杂脏器及血管神经解剖等教学及临床带教方面得到更广泛的应用。

#### 参考文献:

- [1]Gross BC,Erkal JL,Lockwood SY,et al.Evaluation of 3D printing and its potential impact on biotechnology and the chemical sciences[J].Anal Chem,2014,86(7):3240-3053.
- [2]Biglino G,Capelli C,Leaver LK,et al.Involving patients,families and medical staff in the evaluation of 3D printing models of congenital heart disease [J].Commun Med,2015,12 (2-3):157-169.
- [3]Liu K,Lyu B,Ren X,et al.Prior transcatheter aortic valve implantation evaluation with 3D printing technology:a case report [J].Chin J Cardiol,2015,43(7):634-635.
- [4]Lee WS, Lee DH, Lee KB.Evaluation of internal fit of interim crown fabricated with CAD/CAM milling and 3D printing system[J].J Adv Prosthodont,2017,9(4):265-270.
- [5]Abouhashem Y,Dayal M,Savanah S,et al.The application of 3D printing in anatomy education[J].Medical Education Online,2015,20(1):29847.
- [6]Shelmerdine SC,Simcock IC,Hutchinson JC,et al.3D printing from Microfocus Computed Tomography (micro-CT) in Human Specimens:Education and Future Implications[J].Br J Radiol,2018,91(1088):20180306.
- [7]Cannada LK.Orthopaedic trauma education: how many to train and how to pay for it?[J].J Orthop Trauma,2014,28(Suppl 10):S23-S26.
- [8]蒙德鹏,欧阳跃平,侯春林.花瓣状多轴锁定板固定髌骨 Y 形骨折的有限元分析[J].中国修复重建外科杂志,2017,30(12):1456-1461.
- [9]Smith ML,Jones JFX.Dual -extrusion 3D printing of anatomical models for education [J].Anatomical Sciences Education,2018,11(1):65-72.
- [10]Civil IDS.Simulation in trauma education:beyond ATLS[J].Injury -international Journal of the Care of the Injured,2014,45(5):817-818.
- [11]Bowman KFJ,Sekiya JK.Anatomy and Biomechanics of the Posterior Cruciate Ligament,Medial and Lateral Sides of the Knee [J].Sports Medicine and Arthroscopy Review,2010,18(4):222-229.
- [12]Flandry F,Hommel G.Normal anatomy and biomechanics of the knee[J].Sports Med Arthrosc,2011,19(2):82-92.
- [13]Kong X,Nie L,Zhang H,et al.Do Three -dimensional Visualization and Three -dimensional Printing Improve Hepatic Segment Anatomy Teaching? A Randomized Controlled Study [J].Journal of Surgical Education,2016,73(2):264-269.
- [14]Jones DB,Sung R,Weinberg C,et al.Three -dimensional modeling may improve surgical education and clinical practice [J].Surg Innov,2016,23(2):189-195.
- [15]Lim KH,Loo ZY,Goldie SJ,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].Anat Sci Educ,2016,9(3):213-221.
- [16]Martelli N,Serrano C,van den Brink H.Advantages and disadvantages of 3 -dimensional printing in surgery:a systematic review[J].Surgery,2016,159(6):1485-1500.
- [17]Kono K,Shintani A,Okada H,et al.Preoperative simulations of endovascular treatment for a cerebral aneurysm using a patient-specific vascular silicone model [J].Neurol Med Chir (Tokyo),2013,53(5):347-351.
- [18]Liu Y,Xu L,Zhu H,et al.Technical procedures for template-guided surgery for mandibular reconstruction based on digital design and manufacturing[J].Biomed Eng Online,2014(13):63.

收稿日期:2018-5-7;修回日期:2018-5-17

编辑/张建婷