

· 综 述 ·

3D 打印技术在骨盆骨折诊治中的应用现状与存在问题

周可¹, 毕大卫²

(1. 浙江中医药大学, 浙江 杭州 310053;

2. 浙江省杭州市萧山区第一人民医院, 浙江 杭州 311200)

摘 要 由于骨盆形状不规则、结构复杂, 因此骨盆骨折的诊断较为困难, 治疗较为棘手。3D 打印技术可以实现对骨盆结构的全景真实模拟, 可辅助医生进行骨盆骨折的术前诊断、术前规划和术中导航, 并能制作个体化的植入物。但也存在价格昂贵、模型制作周期长、模型模拟情况与实际不完全一致等问题。但总体上来说在骨盆骨折的诊治中应用 3D 打印技术利大于弊, 有利于提高骨盆骨折诊断的准确性及手术的精确性和安全性。本文对 3D 打印技术在骨盆骨折诊治中的应用现状与存在的问题进行了总结剖析。

关键词 骨盆; 骨折; 3D 打印; 个体化治疗; 综述

骨盆骨折是临床中较为常见的骨折类型之一, 占全身骨折的 1% ~ 3%^[1], 具有较高的致残率和病死率^[2]。但由于骨盆属于不规则的环状骨性结构, 结构复杂, 给临床诊断和治疗均带来了很大不便。3D 打印技术可以实现对骨盆结构的全景真实模拟^[3-4], 可为临床医生的诊断和治疗提供帮助。本文就 3D 打印技术在骨盆骨折诊治中的应用现状和存在的问题作一综述。

1 3D 打印的技术原理

临床进行 3D 打印前先要通过 CT 或 MRI 检查获取原始数据文件, 再经计算机辅助软件 Mimics 进行三维重建和设计后将数据输入 3D 打印机, 逐层打印, 最终完成所需实物模型^[5]。各种 3D 打印技术成形原理类似, 但是成形材料各异, 成形技术也不同。目前最常见且与骨科直接相关的成形方法包括光固化成形 (stereolithography appearance, SLA)、选择性激光烧结 (selective laser sintering, SLS)、熔融沉积成形 (fused deposition modeling, FDM) 等^[6]。其中 SLA 成形技术所使用的打印材料为光敏树脂, 特点是打印速度快、防水、表面光滑, 但有一定毒性, 常用于打印脊柱椎体模型^[7]; SLS 成形技术主要用金属材料, 如钛合金、钴铬钼合金等进行打印, 用该方法能够打印内固定材料、假体及其他内置物; FDM 成形技术的主要打印材料为蜡、聚碳酸酯等, 特点是打印速度较慢, 一般用于制作术前模型^[8]。

2 3D 打印技术在骨盆骨折诊治中的应用现状

2.1 术前诊断 临床诊断骨盆骨折的常用影像学检查为 X 线和 CT, 后者诊断的准确率要高于前者^[9]。骨盆由髌骨、坐骨、耻骨和后方的骶骨构成环状骨性结构, 形态不规则, 在二维空间上会发生影像重叠, 给临床诊断、分型及移位情况分析造成困难, 容易误诊、漏诊。通过 3D 打印制作的患者骨盆骨折模型, 可最大程度地模拟重现骨折部位骨质的详细情况。Harrison 等^[10]的研究表明, 在 3D 打印的实物模型辅助下, 诊断骨盆骨折的准确率高过 X 线和 CT。

2.2 术前规划 由于骨盆的解剖形态较为复杂, 在平面图像上很难重现骨折原貌, 加之骨盆骨折往往合并大出血, 因此减少手术时间、控制出血成为骨科医生面临的难题。通过 3D 打印获得的骨盆模型可以更加直观地了解骨折情况, 对骨折进行准确分型, 并能在模型上进行模拟复位和固定, 减少手术时间, 降低并发症的发生率^[11]。Yu 等^[12]在对 2 例骨盆骨折患者的治疗中, 通过术前影像学检查数据制作骨盆 3D 模型, 并在模型上反复进行复位演练, 最终选择髂腹股沟入路对后柱骨折块进行复位, 取得了良好的复位效果, 未造成重要血管神经损伤。

2.3 术中导航 对于一些复杂的骨盆骨折, 如骨折涉及髋臼时, 仅靠术者的经验和技巧很难达到解剖复位, 即使达到解剖复位也需要较长时间, 而且创伤较大; 另外一些关节部位的螺钉置入也较为困难, 如果位置不当极易造成严重并发症, 甚至导致手术失败^[13]。骨科内固定器械常有配套的通用瞄准器或模

板系统用于辅助术中固定,但均过于简单粗糙,精确度较差。利用 3D 打印技术制作的导航模板,具有个性化的特点,可有效帮助术者在术中进行复位、确定内固定位置和螺钉的方向及长度,提高手术成功率。张元智等^[14]通过 3D 模型充分了解骨盆骨折情况,制作导航模版,在模板辅助下精确置入了骶骨拉力螺钉。

2.4 制作个体化的植入物 在实际手术中选择内固定器械时,由于患者解剖结构的差异,尤其是在骨盆重建与修复术中,不同患者骨折移位差异较大,在统一配置的器械中往往很难找到完全匹配的内固定器械。利用 3D 打印技术制作的个体化合金材料的内固定器械,可充分考虑了患者的个体特征,使器械与受区达到最佳匹配^[15]。

骨盆骨折手术中常常需要植骨,通常采用自体骨或同种异体骨。自体骨植骨效果较好,但来源有限;同种异体骨移植不受受区大小、形状等限制,但容易发生免疫反应,而且愈合缓慢^[16]。3D 生物打印能以活细胞、生物活性因子及生物材料为基本成形单元,设计制作具有生物活性的人工器官和植入物。将用骨组织和支架材料混合打印的骨骼植入人体后,其中的骨组织可以继续生长,其他材料则降解或被吸收^[17]。

3 3D 打印技术在骨盆骨折诊治中存在的问题

虽然 3D 打印技术在骨盆骨折诊治中应用具有巨大的潜力,但目前为止其临床应用还存在一些问题。

3.1 价格昂贵 目前 3D 打印产品价格偏高,一方面是由于设备和材料被大型厂商所垄断;另一方面是由于植入物对打印材料及制作环境要求较高。因此,目前临床主要将 3D 打印技术用于术前模型制作和导航模版制作。

3.2 制作周期长 虽然 3D 打印技术又被称为快速成形技术,但在临床应用时必须先获取 CT 或 MRI 数据,再经过数据处理、重建,最终通过打印机获得 3D 模型,这一周期通常需要 2~3 d。这就导致需要急诊手术的患者无法使用,而择期手术患者也需要延长住院时间。

3.3 模型模拟情况与实际情况不完全一致 通过 3D 打印得到的仅仅是一个骨盆实物模型,但只是一个孤立的模型,忽视了软组织、体位以及手术操作的影响。术中牵拉、体位摆放及各部位复位顺序等因素,都可能造成模型模拟的情况与实际手术操作不相

符。张大伟等^[18]的研究表明,3D 打印技术可有效缩短复杂骨盆骨折的手术时间,减少创伤,对骨盆骨折的治疗具有很好的指导意义,但作为观察组采用 3D 打印技术辅助手术的 21 例患者,7 例患者术前预弯的接骨板与实际情况不符,需要术中重新塑形。

3.4 新的隐患 部分术者为了发挥骨盆模型的作用,将模型消毒后带入手术室在手术台上指导操作,但 3D 打印的材料都是高分子材料,无法进行高温消毒,有增加术中感染的风险。另外,由于模型模拟与实际操作有一定差异,实际手术中不能为了达到与模拟手术相同的效果过分剥离软组织,增大创伤。

4 小结

个体化治疗是骨科发展的重要方向^[15],虽然 3D 打印技术在骨盆骨折诊治中的应用还存在一些问题,但总的来说其利大于弊,将有利于提高骨盆骨折诊断的准确性及手术的精确性和安全性,应用前景良好。

5 参考文献

- [1] 米博斌. 骨盆骨折的治疗进展[J]. 中国矫形外科杂志, 2012, 20(12): 1111-1112.
- [2] Tachibana T, Yokoi H, Kirita M, et al. Instability of the pelvic ring and injury severity can be predictors of death in patients with pelvic ring fractures: a retrospective study[J]. J Orthop Traumatol, 2009, 10(2): 79-82.
- [3] 韩桂芬, 章静波. 塑料移植替代 3/4 颅骨 3D 打印机制造出聚合物头盖骨[J]. 基础医学与临床, 2013, 33(7): 823-823.
- [4] Rengier F, Mehndiratta A, Von Tengg-Kobligh H, et al. 3D printing based on imaging data: review of medical applications[J]. Int J Comput Assist Radiol Surg, 2010, 5(4): 335-341.
- [5] 李新春, 康麟, 庞渊. 3D 打印技术在 Pilon 骨折手术治疗中的应用[J]. 新疆医科大学学报, 2015, 38(4): 471-473.
- [6] 杜宇雷, 孙菲菲, 原光, 等. 3D 打印材料的发展现状[J]. 徐州工程学院学报: 自然科学版, 2014, 29(1): 20-24.
- [7] 马向浩, 张蕾蕾, 张颖, 等. 3D 打印技术骨科临床应用进展[J]. 中国数字医学, 2016, 11(6): 2-5.
- [8] 朱诗白, 蒋超, 叶灿华, 等. 3D 打印技术在骨科领域的应用[J]. 中华骨质疏松和骨矿盐疾病杂志, 2016, 9(1): 88-93.
- [9] 王太杰. 骨盆骨折的 X 线平片与 CT 影像分析研究[J]. 影像技术, 2016, (3): 7-8.
- [10] Hurson C, Tansey A, O'Donnchadha B, et al. Rapid prototyping in the assessment, classification and preoperative plan-

- ning of acetabular fractures [J]. Injury, 2007, 38 (10): 1158 - 1162.
- [11] Starosolski ZA, Kan JH, Rosenfeld SD, et al. Application of 3D printing (rapid prototyping) for creating physical models of pediatric orthopedic disorders [J]. Radiol, 2014, 44 (2): 216 - 221.
- [12] Yu AW, Duncan JM, Daurka JS, et al. A feasibility study into the use of three - dimensional printer modelling in acetabular fracture surgery [J]. Adv Orthop, 2015, 2015: 617046.
- [13] 张炯华, 陈林军, 陶波, 等. 早期血管栓塞预防和治疗重度骨盆骨折大出血 [J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2006, 21 (8): 631 - 632.
- [14] 张元智, 陆声, 杨勇, 等. 骶骨骨折手术导航模板的设计与临床应用 [J]. 中华创伤骨科杂志, 2009, 11 (4): 334 - 337.
- [15] 王燎, 戴尅戎. 骨科个体化治疗与 3D 打印技术 [J]. 医用生物力学, 2014, 29 (3): 193 - 199.
- [16] 胡堃, 刘斌. 骨移植材料发展趋势 [J]. 生物骨科材料与临床研究, 2010, 7 (3): 32 - 38.
- [17] Selimis A, Mironov V, Farsari M, et al. Direct laser writing: Principles and materials for scaffold 3D printing [J]. Micro-electronic Engineering, 2014, 132: 83 - 89.
- [18] 张大伟, 田越, 李杰, 等. 快速成型机在骨盆骨折治疗中的应用 [J]. 生物医学工程与临床, 2012, 16 (6): 570 - 573.
- (2016-08-21 收稿 2016-09-23 修回)

· 简 讯 ·

2015 年度“康缘杯”中华中医药学会科学技术奖获奖项目名单 (骨伤科部分)

一等奖:

无

二等奖:

无

三等奖:

项目名称: 益气活血法减少全髋关节置换术后深静脉血栓形成的基础与临床研究

完成单位: 河南省洛阳正骨医院 河南省骨科医院 中国中医科学院望京医院 河南省中医院

完成人员: 刘又文 沈素红 陈献韬 王庆丰 陈卫衡 王上增 贾宇东 张 颖

项目名称: 调曲整脊法治疗腰椎管狭窄症

完成单位: 北京昌平区光明骨伤医院 广西壮族自治区民族医院 广东省潮州市中心医院 湘潭市岳塘区中西医结合医院 广西平南县同安骨伤医院

完成人员: 王秀光 韦以宗 潘东华 韦春德 谭树生 林廷章 戴国文 吴 宁

(原载于 <http://www.cacm.org.cn/eWebEditor/UploadFile//20151216032359468.doc>)

说明: 中华中医药学会科学技术奖和李时珍医药创新奖由中华中医药学会分别于 2002 年和 2005 年经国家科技部、国家科学技术奖励工作办公室批准设立, 每年评选一次, 是国家对科研成果奖励制度实施重大改革后, 在国家中医药管理局的大力支持下批准设立的我国惟一代表中医药行业行使奖励权力的奖项, 其奖励项目代表了行业的最高水平, 对中医药科技进步和科技创新起到了重要促进作用。2008 年度中华中医药学会科学技术奖获奖项目名单 (部分) 见《中医正骨》2009 年第 8 期封二。2009 年度中华中医药学会科学技术奖获奖项目名单 (部分) 见《中医正骨》2010 年第 7 期前插页 (对目录)。2010 年度中华中医药学会科学技术奖获奖项目名单 (部分) 见《中医正骨》2011 年第 6/9 期第 19/42 页。2011 年度中华中医药学会科学技术奖获奖项目名单 (部分) 见《中医正骨》2012 年第 4 期第 43 页。2012 年度中华中医药学会科学技术奖获奖项目名单 (骨伤科部分) 见《中医正骨》2013 年第 11 期第 78 页。2013 年度中华中医药学会科学技术奖获奖项目名单 (骨伤科部分) 见《中医正骨》2013 年第 12 期第 23 页。

· 作者须知 ·

论文中“平均年龄”要用“中位数”表示

中位数是指将数据按大小顺序排列起来, 形成一个数列, 居于数列中间位置的那个数据 (或最中间两个数据的平均数)。中位数是样本数据所占频率的等分线, 它不受少数几个极端值的影响, 用它代表全体数据的一般水平更合适。因此, 论文中使用中位数表示年龄的平均水平比使用算术平均数更为合适, 计算起来也更为简便。