

·临床研究 Clinical research·

3D 打印在布-加综合征介入治疗中应用初步研究

仝启元, 平杰, 魏梦雪, 许伟, 徐浩, 祖茂衡, 张文耀, 周凡

【摘要】目的 探讨 3D 打印模型在指导布-加综合征(BCS)血管内介入治疗中的临床应用及教学价值。**方法** 选取 1 例典型下腔静脉型 BCS 患者,通过 MR 增强扫描提取 DICOM 格式原始 MRA 数据, Simpleware 软件提取数字化数据并重建获得 BCS 3D 模型,3D 打印机按 1:1 比例打印出 BCS 3D 实体模型。经验丰富的主任医师对 BCS 3D 打印模型进行模拟介入治疗。**结果** 成功获取 BCS 3D 打印模型。在模型上模拟手术操作,主任医师向低年资医师及医学生示范 BCS 介入治疗。BCS 3D 打印模型能较好地模拟 BCS 介入治疗,指导教学实践促进医患沟通。**结论** BCS 3D 打印模型可真实地反映下腔静脉及肝静脉空间架构特征,对术者制定手术方案、模拟操作及指导教学实践具有参考价值;可直观地反映病变部位及形态,提高患者对疾病的认识,加强了医患沟通。

【关键词】 布-加综合征; 3D 打印; 介入治疗; 手术模拟

中图分类号:R575.2 文献标志码:B 文章编号:1008-794X(2017)-08-0732-04

Application of 3D-printing technique in interventional treatment of Budd-Chiari syndrome: a preliminary study NAI Qiyuan, PING Jie, WEI Mengxue, XU Wei, XU Hao, ZU Maoheng, ZHANG Wenyao, ZHOU Fan. Department of Interventional Radiology, Affiliated Hospital of Xuzhou Medical University, Xuzhou, Jiangsu Province 221006, China

Corresponding author: XU Wei, E-mail: xuwei0202@qq.com

【Abstract】Objective To explore the clinical application of 3D-printing model in guiding interventional management of Budd-Chiari syndrome (BCS) and in teaching practice. **Methods** A patient with typical BCS of inferior vena cava type was selected. By using MR enhanced scanning, the original MRA data of DICOM format were extracted, and then the digital data were extracted and reconstructed to obtain 3D BCS model by Simpleware software. The 3D BCS entity model, using 1:1 ratio, was printed out by a 3D printer. An experienced chief physician made a simulated interventional manipulation on this 3D BCS entity model. **Results** The BCS 3D model was successfully printed. Simulated operation could be easily performed on the 3D-printing model, in this way the chief physician could make a demonstration of interventional procedure of BCS to the junior doctors and medical students. Interventional therapeutic manipulation for BCS could be well demonstrated on the 3D-printing model of BCS, which was very helpful in guiding teaching practice and in promoting the communication between doctors and patients. **Conclusion** The BCS 3D-printing model can truly reflect the spatial architecture features of the inferior vena cava and the hepatic veins, which are very valuable for the making of surgical plan, for the demonstration of simulation operation, and for teaching practice. Moreover, 3D-printing model can stereoscopically display the location and morphology of the lesion, which can improve patient's understanding of the disease, thus, the communication between doctors and patients can be strengthened. (J Intervent Radiol, 2017, 26: 732-735)

【Key words】 Budd-Chiari syndrome; 3D printing; interventional therapy; operation simulation

DOI:10.3969/j.issn.1008-794X.2017.08.015

作者单位: 221006 江苏 徐州医科大学附属医院介入放射科(仝启元、许伟、徐浩、祖茂衡、张文耀、周凡)、影像科(平杰);徐州医科大学(魏梦雪)

通信作者: 许伟 E-mail: xuwei0202@qq.com

介入治疗已成为布-加综合征(BCS)首选治疗方法,其成功与否及并发症发生概率,很大程度上取决于下腔静脉或肝静脉闭塞的解剖结构^[1]。术前超声、CT 及 MRI 等影像技术能够全面评估下腔静脉阻塞情况,但穿刺开通阻塞部位时仍属“盲视”操作。由于血管影像重叠,DSA 常规体位(后前位和左侧位)不能全面客观地反映下腔静脉闭塞位置、形态及其与侧支血管的关系,而术前获得病变实物模型将会进一步提升术者对病变部位解剖形态的了解,有助于体外进行预操作,既可提高手术安全性,又能为低年资医师提供示范效应,甚至使患者对疾病有较大程度认知。本研究以下腔静脉型 BCS 患者为对象,初步探讨 3D 打印技术制作高精度 BCS 模型在临床治疗、教学培训及医患沟通中的应用。

1 材料与方法

1.1 研究对象

在徐州医科大学附属医院介入放射科 2012 年 1 月至 2013 年 12 月临床确诊为 BCS 患者中选取 1 例典型下腔静脉型 BCS 患者,其主要临床表现为腹胀;查体发现腹部膨隆,腹壁静脉曲张,有移动性浊音,下肢色素沉着;彩色多普勒超声及 MRA 检查诊断为下腔静脉型 BCS。患者已签署特殊治疗知情同意书。

1.2 MRA 检查与 BCS 模型构建

采用美国通用公司 Signa Excite 3.0T MR 系统,

8 通道腹部 TORSOPA 线圈扫描(参数:T1WI、T2WI 及 LAVA 三期增强)。经肘静脉以流率 3.0 ml/s 注入增强对比剂 Gd-DTPA 28 ml,动态增强扫描于倒计时 17 s 时注入对比剂,倒计时 7 s 时嘱患者屏气,静脉期延长 50 s,延迟期延长 120 s;冠状位增强始于注入对比剂后 3、4 min,矢状位增强始于注入对比剂后 5 min,延期轴位启动时间平均 6~7 min。选取 MRI 扫描数据,以医学数字成像和通信(DICOM)文件格式存储至可读写光盘。

影像存档及通讯系统(PACS)影像工作站中导出图像,取得 DICOM 格式数据文件,将其导入 Simpleware 3D 建模软件,选择 MRA 影像图并点击导入,Simpleware 界面上有轴向、冠状面、矢状位视图和 3D 视图相互关联,可被定位工具和鼠标快速定位(图 1)。采用阈值选取、3D 区域增长和空洞填充技术获取下腔静脉蒙罩,调整影像阈值范围为 125 Hu,提取所要重建模型的组织轮廓;由于下腔静脉管壁较薄,周围组织区分困难,此时通过阈值调整所得影像为充满对比剂的无管壁血管腔 3D 模型;复制该模型,将其向外扩张 2 mm,得到包含血管壁的模型,再通过逻辑算法去除血管内含对比剂部分,取得含血管壁的空腔模型,并对生成的 3D 模型进行平滑(smooth)处理,即去除细小部分(noise)以提高模型整体质量,最后导出 STL 文件,BCS 3D 模型构建完成(图 2)。

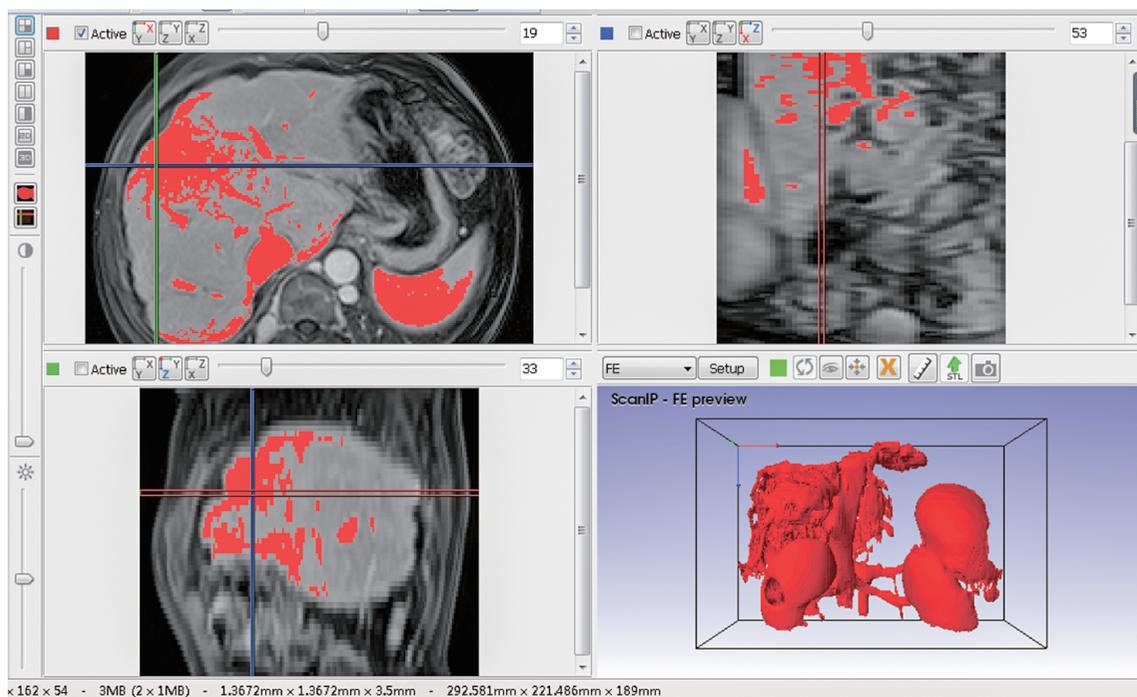


图 1 Simpleware 界面视图

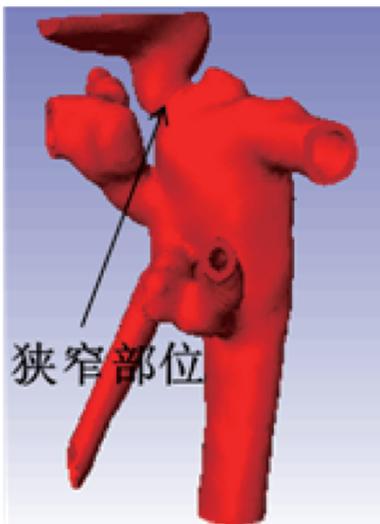


图 2 MRA 数据构建 BCS 3D 模型



图 3 MRA 数据获取 3D 打印 BCS 模型

本研究所用 3D 打印机最小打印厚度为 0.03 mm, 打印材料为无毒、透明、软质、热塑性材料——光敏树脂, 由聚合物单体和预聚体组成, 在一定波长紫外光(250~300 nm)照射下立刻引起聚合反应并完成固化, 同时可与周围材料粘接。打印以 STL 文件格式 3D 模型为基础, 按 1:1 逐层自下而上依次打印, 每层片均由上层堆积而成, 且上层对当前层还起到定位和支撑作用, 从而打印出复杂的立体结构。打印完毕去除支撑杆后进行后处理, 使打印出的下腔静脉 3D 模型在保证形态结构精度前提下表面光滑, 提高视触觉效果。

2 结果

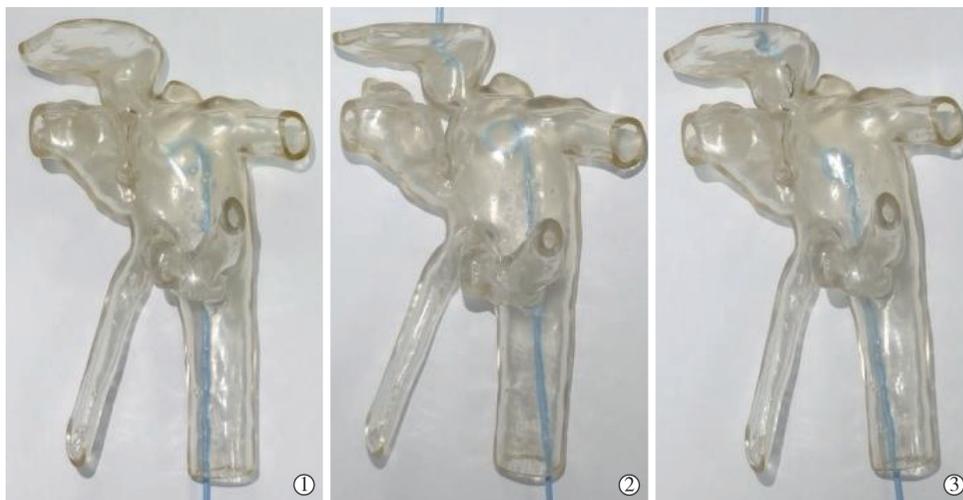
2.1 BCS 3D 实体模型成功打印

成功打印出 BCS 3D 模型(图 3), 显示了下腔静脉、肝静脉及狭窄部位形态, 并能直观显示立体

解剖学结构, 较为真实地显现各血管间相对位置关系。打印的 3D 模型与构建模型相比较, 表现出较好的一致性。

2.2 模拟穿刺及教学示范

介入手术前结合患者 MRA 资料及 3D 打印 BCS 模型, 观察到下腔静脉狭窄及狭窄段交通支空间分布情况、各交通支与隔膜位置关系及直径大小, 并在模型内进行手术模拟操作。首先模拟穿刺右侧股静脉成功后, 置入猪尾导管至下腔静脉肝后段(图 4①)作造影, 明确侧支血管位置; 模拟穿刺右侧颈静脉成功后, 导丝导引下置入单弯导管至下腔静脉近右心房处(图 4②)作造影, 明确下腔静脉闭塞段具体位置; 进一步以导丝探查狭窄闭塞部位(图 4③)。结果提示, 模拟操作能够发现技术难点, 探讨解决难点的关键, 评估治疗方案的可行性; 可向低年资医师及医学生模拟示范, 提升对病变解剖



①猪尾导管由股静脉穿入;②单弯导管由颈内静脉穿入;③导丝经单弯导管探查狭窄段

图 4 3D 打印 BCS 模型模拟穿刺

结构及手术过程的进一步认识。

2.3 辅助患者理解疾病,加强医患沟通

为了更好地加强医患沟通,术前介入医师可用 3D 打印模型向患者及其家属直观地解释病情,使其了解手术过程及术中可能遇到的难题、手术风险及相应措施等,从而充分理解与配合,同时利于患者治疗和康复,协调当前医患关系。

3 讨论

3D 打印是一种以数字模型文件为基础,运用粉末状金属或塑料等可粘合材料,通过逐层打印方式构造物体的快速成型技术^[2],采用该技术打印的实体模型能直观反映病变部位形态及解剖学结构。BCS 介入治疗中术者依靠 X 线透视及造影,结合术前影像资料理解血管走行及空间分布,穿刺下腔静脉闭塞处,无论是经股静脉途径还是经颈内静脉途径,均有可能误穿“危险”侧支血管,导致血管破裂出血。因此,若能立体重建患者影像资料并转换为实物模型,即可为术者提供直观而更具参考价值的信息。3D 模型能更清晰地显示 BCS 患者肝静脉与下腔静脉狭窄段的关系,反映狭窄段周围交通支分布情况。BCS 患者血管存在差异,无法精确定量测量,而 3D 模型等比例显示管径大小,使个体化测量成为可能^[3]。下腔静脉 3D 打印技术可能成为指导 BCS 治疗的重要辅助手段。

介入医师可通过术前 3D 打印 BCS 模型了解患者肝静脉、下腔静脉及侧支循环解剖细节,选择最佳破膜点,选择合适的球囊及支架,甚至进行模拟穿刺破膜,以制定出更有针对性的诊疗方案,这对年轻医师开展介入手术有一定积极意义。3D 打印有助于实现手术治疗安全性和高效性,降低患者手术风险,降低射线辐射量。医患沟通中,可用 3D 打印模型向患者解释病情,使之对疾病有一个直观认识,了解手术过程、可能遇到的难题及风险,促进医患沟通与理解,起到重要的治疗辅助作用^[4-5]。

通过制作模型开展操作教学,可能比计算机模拟或非病变模型模拟更直观。3D 打印模型带来的触觉感受,有助于医学生方便、完整、准确地学习下腔静脉血管解剖结构等;其立体解剖学体验,更是弥补了解剖学教科书上平面视图的不足^[4],因此在教学领域的应用也很有前景^[6]。

3D 打印技术是一项具有工业革命意义的高新制造技术,也面临多方面挑战,如材料、精细程度等尚需进一步发展完善,以更好地发挥其在医学领域,尤其是在血管疾病研究中的应用价值。总之,本研究设计的 BCS 3D 模型成功率高,成本较低,不仅能够辅助制定复杂 BCS 患者手术方案,提升术者对病变解剖的认识,减少手术并发症,增强医患沟通,而且对教学实践有很好的指导意义。

[参考文献]

- [1] 祖茂衡,徐浩,顾玉明,等.布-加综合征介入治疗——导丝贯穿法行下腔静脉和肝静脉成形术[J].介入放射学杂志,2006,15: 521-523.
- [2] Chang JB, Small KH, Choi M, et al. Three-dimensional surface imaging in plastic surgery: foundation, practical applications, and beyond[J]. *Plast Reconstr Surg*, 2015, 135: 1295-1304.
- [3] Oryan A, Alidadi S, Moshiri A, et al. Bone regenerative medicine: classic options, novel strategies, and future directions[J]. *J Orthop Surg Res*, 2014, 9: 18.
- [4] 陈川,周耕,卢川,等.三维打印快速仿形技术在介入医学领域的应用价值[J].介入放射学杂志,2016,25: 734-737.
- [5] 陈光忠,李鉴轶,秦琨,等.3D打印技术在颅内动静脉畸形血管内介入治疗中的初步应用[J].中国脑血管病杂志,2016,13: 25-28.
- [6] Waran V, Narayanan V, Karuppiah R, et al. Utility of multimaterial 3D printers in creating models with pathological entities to enhance the training experience of neurosurgeons[J]. *J Neurosurg*, 2014, 120: 489-492.

(收稿日期:2016-10-29)

(本文编辑:边 倍)