

DOI: 10.3969/j.issn.1005- 8982.2017.03.029  
文章编号: 1005- 8982 (2017) 03- 0136- 03

临床报道

## 3D 打印模型在肝脏肿瘤切除手术中的应用\*

王峻峰<sup>1</sup>, 孙志为<sup>1</sup>, 王罡<sup>2</sup>, 杨莹<sup>3</sup>, 李鹏<sup>3</sup>, 董坤<sup>1</sup>, 唐建中<sup>1</sup>, 李星逾<sup>1</sup>, 吕梁<sup>2</sup>  
(1. 云南省第一人民医院 肝胆外科, 云南 昆明 650032; 2. 云南省第一人民医院 放射科, 云南 昆明 650032; 3. 昆明理工大学医学院, 云南 昆明 650500)

**摘要:目的** 探讨 3D 打印模型能否有助于肝胆外科精准手术的规划及术中引导。**方法** 对肝癌患者, 利用 3D 打印模型引导肝脏肿瘤切除手术, 手术顺利, 术后患者恢复良好, 术后随访 12 个月。**结果** 肿瘤无复发。**结论** 3D 打印模型可以应用于肝胆外科手术的规划及术中引导。

**关键词:** 肝脏肿瘤; 手术; 3D 打印模型

**中图分类号:** R735.7

**文献标识码:** B

21 世纪肝脏外科手术要求手术向精准外科方向发展, 传统的医学影像学资料像, 如磁共振成像 (magnetic resonance imaging, MRI)、CT, 只能从二维平面反应患者的病灶特点, 基于影像学资料的 3D 打印技术能实现二维平面图像向实体三维物理模型的跨越式转变。近年来, 3D 打印技术已广泛应用于医学领域, 如头颈外科、生物医药研究等<sup>[1]</sup>。在医学领域, 3D 打印模型能够直观地反映患者的病灶及其周围主要血管、组织的位置关系, 有助于提高外科医师对患者进行精准手术, 特别是对于二维 CT 或 MRI 图像复杂的解剖结构和病变<sup>[2]</sup>。有研究显示, 3D 打印技术在小肝癌的手术中, 有助于获得良好地阴性手术切缘<sup>[3]</sup>。本研究结合临床, 探讨 3D 打印模型能否有助于肝胆外科精准手术的规划及术中引导。

### 1 临床资料

患者男性, 38 岁。因体检发现肝脏占位病变 1 个月, 伴体重下降 3 kg, 以肝脏占位病变收入院。既往: 乙型肝炎病史 12 年, 曾予中药及干扰素治疗。入院体检: 一般情况可, 神志清, 全身浅表淋巴结未触及肿大, 全身皮肤巩膜无黄染, 无肝掌及蜘蛛痣, 腹平坦, 未见胃肠型及蠕动波、腹壁静脉曲张, 腹软, 无压痛、反跳痛, Murphy 征阴性, 无肌卫, 肝触诊未及肿大, 肝浊音界存在, 肝区无叩痛, 移动性浊音阴

性, 肠鸣音 3~4 次/min。

CT: ① 肝硬化、脾大、门静脉高压, 侧枝循环建立; ② 肝右前叶 35 mm× 30 mm 片状低密度影, 增强扫描呈快进快出强化表现, 多考虑为占位性病变 (肝癌)。肿瘤标记物: 甲胎蛋白 1 028.79 ng/ml, 癌胚抗原 3.57 ng/ml, 糖类抗原 19 910.89 u/ml。肝功检查: 谷草转氨酶 36 u/L, 谷丙转氨酶 52 u/L, 总胆红素 24.1 μmol/L, 直接胆红素 9.6 μmol/L, 间接胆红素 14.5 μmol/L, 白蛋白 47 g/L。弥散性血管内凝血筛选: 活化部分凝血活酶时 42.7 s, 凝血酶原时间 15.2 s, 凝血酶原标准化比值 1.20, 纤维蛋白原含量 1.86 g/L。乙型肝炎 DNA 测定: 乙肝病毒 DNA 测定 (定量) 5.775× 10<sup>4</sup> IU/ml。肝炎病毒检查: 乙肝病毒表面抗原定量 (+) 139.55 IU/ml, 乙肝病毒表面抗体定量 (-) 0.12 mIU/ml, 乙肝病毒 e 抗原定量 (-) 0.01 NCU/ml, 乙肝病毒 e 抗体定量 (+) 38.66 NCU/ml, 乙肝病毒核心抗体定量 (+) 103.99 NCU/ml, 丙型肝炎抗体定性阴性 (-)。见图 1。

手术前, 采用 Slicer 软件进行虚拟肝切除, 并计算功能肝体积、肝肿瘤体积、残肝体积等。

3D 打印模型建立, 将 Slicer 重建的 3D 图像 STL 文件导入到快速成型 Cura 软件中, 采用 3dp-240 打印机 (昆明增材佳维科技有限公司) 进行打印 1:1 的 3D 物理模型, 然后进行打印后处理, 完成肝脏肿

收稿日期: 2016-06-15

\* 基金项目: 云南省卫生科技计划基金 (No. 2010NS005), 云南省科技惠民计划 (No. 2016RA011)

瘤及血管的3D打印模型制作。见图2。

手术前手术方案的制定,按标准肝脏体积计算为1 174 ml<sup>[6]</sup>,按照中国原发性肝癌诊疗规范2011年版,标准残留肝脏体积为765 ml;肝脏肿瘤位于肝脏V、VIII段,同时合并乙肝肝硬化,如果手术切除肝脏右叶,残留肝脏体积为260 ml,占标准肝脏体积22.2%,如果手术切除肝脏右前叶,残留肝脏体积为847 ml,占标准肝脏体积72.2%,如果手术切除肝脏右前叶肿瘤,残留肝脏体积为1 242 ml,超过标准肝脏体积,结合患者术前肝功能、凝血功能及肝硬化等情况,决定采用3D打印肝脏肿瘤模型引导下的肝脏中叶部分切除手术。

手术过程顺利,手术时间180 min,术中出血300 ml,根据手术前肝脏肿瘤及血管3D打印模型的引导,手术切除肝脏中叶肿瘤及周边2 cm肝脏组织,保留肝脏右前叶及右后叶的重要血管和胆管。

术后第1天:肝功能检查,谷草转氨酶356 u/L,谷丙转氨酶401 u/L,总胆红素39.0 μmol/L,直接胆红素18.6 μmol/L,间接胆红素20.4 μmol/L;急诊凝血,活化部分凝血活酶时36.7s,凝血酶原时间17.2 s,凝血酶原标准化比值1.40,纤维蛋白原含量2.04 g/L。

术后第3天:肝功能,谷草转氨酶119 u/L,谷丙转氨酶572 u/L,总胆红素25.0 μmol/L,直接胆红素12.2 μmol/L,间接胆红素12.8 μmol/L;;急诊凝血,活化部分凝血活酶时33.5 s,凝血酶原时间15.8 s,凝血酶原标准化比值1.25,纤维蛋白原含量3.88 g/L。

术后第6天:肝功能,谷草转氨酶26 u/L,谷丙转氨酶185 u/L,总胆红素28.3 μmol/L,直接胆红素13.9 μmol/L,间接胆红素14.4 μmol/L;急诊凝血,活化部分凝血活酶时34.3 s,凝血酶原时间16.4 s,凝血酶原标准化比值1.31,纤维蛋白原含量3.79 g/L。

术后病理检查:肝细胞性肝癌,肝硬化。术后14d,患者康复出院,术后1~6个月随访,无肿瘤复发,肝功能正常。见图3。

## 2 讨论

肝癌是世界最常见且恶性程度最高的肿瘤之一,而我国是肝癌高发地区之一,占世界肝癌患者总数的50%以上,并且我国也是肝癌合并肝硬化高发区。2006年董家鸿教授提出“精准肝胆外科”这一理念,其核心要求是在彻底清除目标病灶,并保证剩余肝脏解剖结构的完整性及最大的功能性体积的基础上,最大限度控制术中出血和全身性创伤侵袭,减少手术出血量、降低手术并发症发生率和病死率,提高病变的根治性、切除率及长期生存<sup>[9]</sup>。

2012年英国《经济学家》发表专题报告指出,全球工业正经历第3次工业革命,将3D打印技术作为第3次工业革命的重要标志<sup>[9]</sup>。3D打印技术可打印出肿瘤及周围血管的3D模型,临床医学借助这些模型,能将肿瘤及周围血管的细节较真实地表达出来。3D打印技术实现CT、MRI等二维影像学数据向三维物理模型的跨越式转变,3D打印模型所提供的解剖学信息比传统医学影像资料更加直观、具体,更容易分辨出器官的组织结构、解剖特点、病灶部位;病灶与周围血管、器官的位置关系。

因为3D打印实现了三维图像向三维实体模型的转变,进行肝脏手术时,手术医师将3D打印模型带入手术室,在手术中进行实时比对,为手术关键步骤提供直观的实时导航,利于关键部位快速识别和定位。能够实时引导重要脉管的分离和肿瘤病灶的切除,切除病灶和避免重要解剖结构的副损伤,从而提高手术的根治性切除率,降低手术风险<sup>[9]</sup>。

刘宇斌等<sup>[9]</sup>的研究显示,基于螺旋CT的三维重建有利于胰腺、脾脏等腹部器官的个体化手术方案的制定、风险评估及临床教学的进行。在二维影像学的基础上进行三维可视化的分析,可直观立体地观察肝静脉、门静脉、肿瘤等的三维结构与空间位置关系,根据患者个体化的血管走向,测算肝脏剩余百分比,在仿真模拟的基础上,为患者制定个性化的手

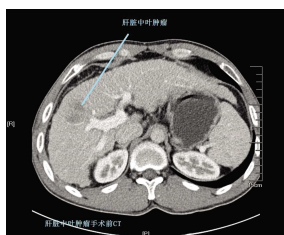


图1 肝脏中叶肿瘤手术前CT



图2 肝脏肿瘤3D打印模型

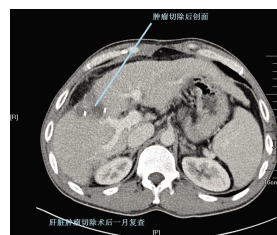


图3 肝脏中叶肿瘤切除术后1个月复查CT

术方案,能够达到最大切除病灶,保留正常肝组织的目的<sup>[9]</sup>。ZEIN 等<sup>[10]</sup>将肝脏 3D 模型用于活体肝移植中,有助于关键部位的解剖定位、肝离断面的脉管处理,并减少手术时间和并发症。据报道,美国一家医院在给一对连体婴儿实施头颅分离手术前,为确保安全,医师先用 3D 打印制作出这对婴儿的连体头颅模型,参考模型对手术方案进行优化,最后不仅手术获得成功,而且时间也由以往的 72 h 缩短至 22 h<sup>[11]</sup>。由此可见,3D 打印技术在医学模型制造方面给医患带来福音。

手术中 3D 模型引导手术和传统手术相比有什么区别?这就好比汽车的行车导航,提高了驾驶者的安全性,普及了新技术;和传统的 CT 及 MRI 平面影像资料比较,手术中肿瘤血管 3D 打印模型为手术医师提供了更加直观、立体的肿瘤血管信息,提高手术的安全性及高难度手术的普及性,为以后肝胆胰脾外科、以至其他外科手术的安全性、合理性提供了一种新的方法和思路。

如果按照传统手术方式,手术当中可能会切除过多的正常肝脏组织,术后发生肝功能失代偿的机率较高。患者肿瘤及血管的 3D 打印模型能帮助医师手术前精确规划手术方案,术中引导医生进行精准切除;对于深部肝脏手术,由于有患者肿瘤、血管具体的 3D 打印模型作为引导,手术医师不再是凭借经验手术,而是在三维导航下手术。另外,手术前医师利用肿瘤及血管的 3D 打印模型,可以让患者及其家属能更好地理解病情,了解手术的必要性及风险,更好地进行医患沟通,减少医患双方在沟通中对手术方案

理解的偏差。

#### 参 考 文 献:

- [1] MICHALSKI M H, ROSS J S. The shape of things to come 3D printing in medicine[J]. JAMA, 2014, 312(21): 2213-2214.
- [2] VENTOLA C L. Medical applications for 3D printing: current and projected uses[J]. J Clin Pharm Ther, 2014, 39(10): 704.
- [3] IGAMI T, NAKAMURA Y, HIROSE T, et al. Application of a three-dimensional print of a liver in hepatectomy for small tumors invisible by intraoperative ultrasonography: preliminary experience[J]. World J Surg, 2014, 38(12): 3163-3166.
- [4] 李富贵,严律南,李波,等.中国成人标准肝体积评估公式的临床研究[J].四川大学学报(医学版),2009,40(2):302-306.
- [5] 梁斌,曾建平,张宁,等.国际精准肝脏外科研讨会会议纪要[J].中华消化外科,2013,12(9):721-724.
- [6] 王忠宏,李扬帆,张曼茵.中国 3D 打印产业的现状及发展思路[J].经济纵横,2013,1:90-93.
- [7] 方驰华,方兆山,范应方,等.三维可视化、3D 打印及 3D 腹腔镜在肝肿瘤外科诊治中的应用[J].南方医科大学学报,2015,35(5):639-645.
- [8] 刘宇斌,方驰华,潘家辉,等.可视化仿真手术在胰腺和脾脏手术中的应用研究[J].中国现代医学杂志,2008,18(20):2920-2924.
- [9] FANG C H, TAO H S, YANG J, et al. Impact of three-dimensional reconstruction technique in the operation planning of centrally located hepatocellular carcinoma[J]. J Am Coll Surg, 2015, 220(1): 28-37.
- [10] ZEIN N N, HANOUNEH I A, BISHOP P D, et al. Three-dimensional print of a liver for preoperative planning in living donor liver transplantation[J]. Liver Transplantation, 2013, 19(12): 1304-1310.
- [11] 陈坚伟,张迪.3D 打印技术医学应用综述与展望[J].电脑知识与技术,2013,9(15):3632-3633.

(李科 编辑)