

3D打印技术在肝癌精准肝切除术中的应用价值

武妍婷¹, 田庆刚², 刘路³, 刘云², 王刚⁴, 张静², 高文峰²

(1. 包头医学院 解剖教研室, 内蒙古 包头 014040; 2. 包头医学院第四附属医院 普外科;
3. 内蒙古医科大学 数字医学中心; 4. 包头医学院第四附属医院 影像中心)

摘要:目的:探索3D打印技术在原发性肝癌病人中的临床应用价值。方法:选取我院2017-06~2019-06期间收治的22例肝癌病人作为研究对象,随机分为实验组与对照组各11例,所有病人均采取了开腹手术治疗,实验组术前采用了3D打印技术进行肿瘤解剖定位与手术模拟,对照组则常规CT检查,最终比较两组术中的手术时间、出血量、肝脏血管阻断时间、切除肝脏大小、术后肝功能指标、并发症、引流管拔除时间、术后住院时间等相关指标的。结果:通过对比研究发现实验组的手术时间(min)、出血量(mL)、肝脏血管阻断时间(min)、切除肝脏标本大小(mL)、术后肝功能检查结果、术后并发症及康复情况明显优于对照组($P<0.05$)。术后ALT峰值和TBil峰值低于对照组($P<0.05$),腹腔引流管拔除时间(天)短于对照组($P<0.05$)。而两组病人术后住院时间及总并发症发生率差异无统计学意义($P>0.05$)。结论:通过3D打印技术对肝癌手术的术前模拟指导、有利于肝脏肿瘤的精准切除,提高手术质量,保障手术安全,加速肝癌病人术后康复。

关键词: 3D打印技术;精准肝切除术;肝癌

中图分类号:R735.7

文献标识码:A

文章编号:1673-9388(2020)06-0427-04

DOI: 10.19891/j.issn1673-9388.(2020)06-0427-04

THE APPLICATION VALUE OF THREE DIMENSIONAL PRINTING TECHNOLOGY IN PRECISE HEPATEC TOMY OF HEPATIC CARCINOMA

TIAN Qing-gang, WU Yan-ting, LIU Lu, et al.

(Department of General Surgery, The 4th Affiliated Hospital of Baotou Medical College, Baotou 014040 China)

Abstract: **Objective:** To explore the clinical application value of 3D printing technology in patients with primary liver cancer. **Methods:** 22 patients with liver cancer received in our hospital from June 2017 to June 2019 were randomly divided into experimental group and control group, 11 patients were treated by open surgery. 3D printing technology was used in the experimental group to locate tumor anatomy and hand surgery before operation. The control group was routinely examined by CT, and the operation time, bleeding amount and blood loss were compared. The time of hepatic vascular occlusion, the size of the liver, the liver function index, complications, drainage tube extraction time, postoperative hospitalization time and other related indicators. **Results:** The results showed that the operation time, bleeding amount, time of hepatic vascular occlusion,

收稿日期: 2020-06-21; 修回日期: 2020-10-11

作者简介: 武妍婷(1985-), 女, 包头医学院解剖教研室讲师。

通讯作者: 田庆刚, 主任医师, E-mail: tianpinggang2004@163.com 包头医学院第四附属医院普外科, 014040

size of liver specimens, liver function examination results, postoperative complications and rehabilitation were significantly better than that of the control group ($P < 0.05$). The peak ALT and TBIL were lower than that of the control group ($P < 0.05$), and the time of extraction of abdominal drainage tube was shorter than that of the control group ($P < 0.05$). The difference of hospitalization time and total complication rate between the two groups was not statistically significant ($P > 0.05$). **Conclusion:** 3D printing is helpful to the accurate resection of liver cancer, improve the quality of operation, ensure the safety of operation and accelerate the recovery of patients with liver cancer.

Key words: three-dimensional printing technology; precise hepatectomy; hepatic carcinoma

肝脏血供丰富、结构复杂、掌握肝脏的解剖结构对外科医生来说是非常重要的。传统的肝脏手术一般都是根据术前CT等相关检查明确肝脏肿瘤侵犯的范围,在距离肿瘤边缘大于2cm不规则切除或者行半肝、肝段切除,这样有可能导致术后肝功能衰竭或者肿瘤残留复发等不良后果,因此加深术前对肝脏肿瘤解剖结构的了解和术前模拟是非常必要的。而精准肝切除手术通过术前对病人的精确评估,从解剖学、生理学和病理学获得病情实证从而制订最佳手术方案^[1]。这样我们可以避免术中的损伤,术后并发症等,在保障根治肿瘤的前提下尽可能的保留肝脏的正常体积,提升肝功能的恢复情况。3D可视化是通过计算机处理技术对CT图像进行特征提取和3D重建。它是一种显示、描述和解释器官三维解剖和形态特征的工具,为临床决策提供直观、立体和准确的方法^[2],通过三维(3D)仿真软件辅助工具能够计算肝脏体积并确定肝内血管的位置关系,了解肝脏解剖、肝体积估算、灌注面积,进行手术规划,评价围手术期三维模拟的临床疗效^[3]。目前3D打印已广泛应用于医学领域,并且可以借助3D打印技术生成解剖模型,提供了完全个性化的解剖形态^[4]。本课题为开展3D精准肝切除术在肝脏肿瘤中的应用,将肝胆外科、现代影像学、计算机图像处理技术相结合,通过CT、MRI图像对肝脏肿瘤及其毗邻血管进行数字三维重建,同时通过将3D打印技术、虚拟现实、增强现实等技术交叉、融合研究,进行精准肿瘤切除手术设计、术前演

示、术中指导,拟为此类手术提供一种个性化且安全实用的手术方式。

1 材料与方法

1.1 病例资料

选取我院2017-06~2019-06收治的肝癌病人22例,随机分为两组各11例,其中实验组男VS女(6:5);年龄46~78岁,平均(61.38 ± 15.52)岁;Child-Pugh:(A级VS B级8:3);乙肝肝硬化(有VS无7:4);肿瘤最小长径4cm,最大长径11cm,平均(7.15 ± 3.53)cm,病理类型:(肝细胞VS胆管细胞9:2)。

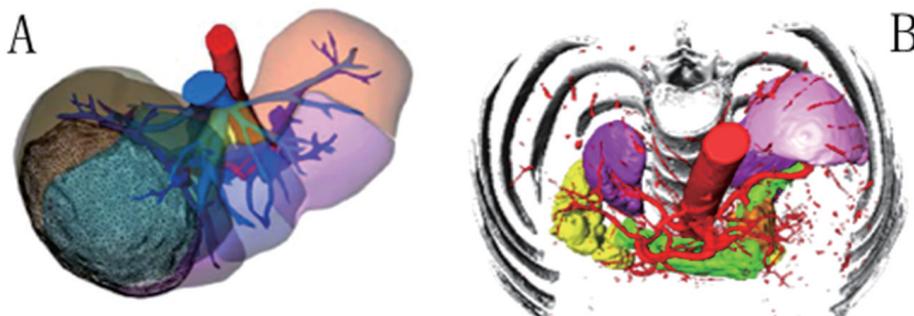
对照组11例:男VS女(7:4);年龄38~75岁,平均年龄(58.27 ± 16.58)岁;Child-Pugh:(A级VS B级9:2);乙肝肝硬化(有VS无:8:3);肿瘤最小长径3.5cm,最大长径10cm,平均(6.77 ± 3.69)cm。病理类型:(肝细胞性VS胆管细胞7:4)。

1.2 纳入标准

(1)所有病人术前诊断明确为原发性肝癌;(2)术前均未行放疗;(3)术前均完善CT并记录肿瘤的长径等相关信息;(4)所有病人均未发生远处转移;(5)所有肝癌病人术前均未行放化疗;(6)术前告知病情,并签署手术同意书。

1.3 排除标准

(1)合并其他肿瘤;(2)发生远处转移的病人;(3)合并严重的心脑肺及内分泌系统等相关疾病不



图A-B. 肝脏肿瘤与周围血管的3D可视化

Fig.A-B.3D Visualization of liver tumors and peripheral vessels

能耐受手术患;(4)肿瘤太大,肝功能差,术中需切除2/3以上的肝脏组织病人;(5)需要急诊手术治疗的病人;(6)肝癌合并肝硬化病人肿瘤太大,需要切除50%以上的病人。

1.4 方法及建模

实验组术前行腹部64排螺旋CT扫描,电压120 kV,层厚0.625mm,矩阵为512×512。行动脉期、静脉期双期增强扫描,获得薄层扫描数据。对部分肿瘤显示欠佳病人补充MRI扫描,层厚1.0mm,获得T1、T2 DICOM数据。将原始数据导入Materialise Mimics Innovation Suite 16.0软件,进行区域分割与提取,三维重建肝脏分段、瘤体及血管。最后将三维重建数据导入3D打印机进行打印,获得肝脏1:1解剖模型。在3D图像模型及打印模型上进行仿真手术演练,修改并确定手术方案^[5,6]详见下图。而对照组术前完善CT等相关检查,术前讨

论后常规手术治疗。

两组病人均采用开腹手术治疗,手术由同一组医师完成,术中快速冰冻排除肿瘤边缘阳性情况。

1.5 观察指标

两组病人的手术时间(min)、出血量(mL)、肝血管阻断时间(min)、切除肝脏标本大小(mL)、术后肝脏功能检查结果、术后并发症及康复情况、腹腔引流管拔除时间(天)、术后住院时间(天)。

1.6 统计学分析

采用IBM SPSS 22.0对实验组与对照组收集的数据进行统计分析,符合正态分布且方差齐的采用 χ^2 检验,计量资料采用t检验。以 $P<0.05$ 表示差异具有统计学意义。

2 结果

表1 两组病人手术指标比较($\bar{x}\pm s$)

Tab.1 Comparison of operation indexes between two groups (s)

组别	手术时间(min)	出血量(mL)	肝血管阻断时间(min)	切除肝脏大小(mL)
实验组	168.50 ± 62.72	273.00 ± 116.91	55.20 ± 11.93	476.80 ± 102.83
对照组	237.50 ± 60.06	413.00 ± 152.46	69.60 ± 14.37	581.40 ± 108.33
t	-2.513	-2.304	-2.438	-2.215
p	0.022	0.033	0.025	0.040

表2 两组病人术后指标比较($\bar{x}\pm s$)

Tab.2 Comparison of postoperative indexes between two groups (s)

组别	ALT峰值(U/L)	TBil峰值(U/L)	引流管拔除时间(天)	术后住院时间(天)
实验组(n=11)	332.10 ± 103.22	35.80 ± 10.76	4.30 ± 1.25	15.80 ± 3.39
对照组(n=11)	448.40 ± 109.24	49.60 ± 14.54	6.20 ± 1.55	17.20 ± 3.74
t	-2.447	-2.413	-3.017	-0.877
P	0.025	0.027	0.007	0.392

2.1 两组病人手术指标比较

实验组手术时间(min)、出血量(mL)、肝脏血管阻断时间(min)、切除肝脏标本大小(mL)均优于对照组, (P 均 <0.05) (见表1)。

2.2 两组病人术后指标比较

两组术后住院时间(天)差异无统计学意义($P>0.05$), ALT和TBil的峰值、术后腹腔引流管拔除时

间实验组均优于对照组($P<0.05$) (见表2)。

2.3 两组病人术后并发症情况比较

实验组术后出现胆漏与腹腔积液各1例;而对照组出现胆漏、腹腔积液、腹腔内出血各1例;实验组并发症发生率vs对照组并发症发生率为20% vs 30%, 差异无统计学意义($P>0.05$)。出现术后并发症的病人经积极处理后预后良好, 无围手术期病人

死亡,最终所有病人都恢复出院,术后随访半年均未见肿瘤复发

3 讨论

三维(3-D)打印技术近年来已经成为一种标准工具,用于教育、手术训练模拟和规划以及医患交流等多个医疗应用中。虽然肝脏手术理想的补充是术前使用3-D打印模型,通过创建了一个真人大小的肝脏模型,该模型具有彩色塑料血管和逼真的肿瘤外观。根据三维模型,行右肝三叶切除,清除肿瘤和癌栓包裹的门静脉束,然后在门静脉主干和门静脉左支之间进行复杂的血管重建。该模型关于解剖学发现的准确性很高。在血管重建策略复杂的情况下合理使用三维打印技术^[7]可提高解剖了解和手术计划^[8],同时也能改善手术策略和技术水平,因此术前制定详细的手术计划和解剖学评估可以最大程度地降低严重并发症的发生。近年来3D打印技术发展迅速,随着技术的不断成熟及成本的降低,其在医学领域的应用也逐渐广泛^[9]。3D打印作为一种创新工具,为外科手术带来了许多好处,它可以在相对较短的时间内针对不同的病人进行个性化分析,从而可以尽可能高效地制定术前手术计划。同样,打印带有渲染图像的3D模型可以为外科医生提供更多线索,他们可以在术前熟悉掌握肿瘤和邻近的解剖结构^[10]。然而,对于病灶情况复杂或者一些特殊位置的病灶,往往存在肿瘤与肝动脉、肝静脉及门脉分支位置不清的情况,而常规医学成像技术不能完全显示其内部真实情况,导致手术过程中肝脏体积切除过大,残余肝体积不足以维持肝脏的正常功能,从而引发肝衰竭等并发症^[11]。通过术前精确的肝体积测量、肿瘤与脉管系统的分析,可减少肝癌精准肝切除术中出血及术后胆汁瘘和肝功能障碍,甚至肝衰竭和死亡的发生率^[12]。3D打印技术可立体再现病人个体化的肝脏解剖,供应肿瘤的肝动脉和门静脉以及回流的肝静脉,清晰准确地掌握肿瘤与肝脏脉管系统的空间位置关系,有助于拟定个体化的手术方案,个体化的肝脏分段和体积计算评估并预防精准肝切除术后肝功能衰竭^[13,14]。使用3D打印模型的优越性基于至少两个关键因素:首先,器官的3D渲染仅能在监视器上提供查看解剖结构的可能性,而在打印模型上,我们则可以亲身感触目标器官,欣赏其纹理和形状,这是它的主要优势。其次,外科医生的手术表现与对

不同病人的解剖结构的理解成正比,3D打印技术的出现,允许我们对病人特定模型进行打印,极大地帮助我们理解和模拟环境^[15]。在3D打印模型上,我们可以反复,多次对肿瘤进行虚拟切除,通过对不同虚拟切除的肝脏体积的比较,以及切除平面的观察,可明确各脉管系统的切除与保留情况、剩余肝脏体积和肿瘤切缘的大小,进而选择出对病人更加适合的手术方式^[16]。

在本研究中我们发现,观察组应用3D打印技术指导后,总体效果良好,其手术时间(min)、术中出血量(mL)、肝门阻断时间(min)、切除肝体积(mL)均显著少于对照组,同时对术后恢复指标方面也起到了积极效果,术后ALT峰值和TBil峰值低于对照组,腹腔引流管拔除时间(天)短于对照组。在熊翔等^[17]的研究中,对46例精准肝切除术的肝脏肿瘤病人进行分析(观察组、对照组各23例),其中观察组术前采用3D打印技术进行术前肝脏解剖分析和术前手术模拟,观察组术前则行常规准备,结果显示应用3D打印技术有助于避免手术对机体的损伤,促进病人及早康复。刘文瑛等^[18]回顾性分析了52例在3D打印技术指导下行精准肝切除术的复杂性肝癌病人临床资料,结果也表明3D打印技术有助于精准的术前评估和手术指导,可提高复杂性肝癌手术切除的精准性和安全性。这两项研究与我们的研究基本取得了一致的结果。

综上所述,3D打印技术具有可视化、精确定位、量化等独特优势,能够改善外科医生对每个病人器官解剖结构的了解,在精准肝切除的术前评估、手术设计、术中指导等方面具有很大的实用性。同时,3D打印模型具有很高的保真度,便于外科医生更好地模拟手术中的情景,大大降低了手术对机体的创伤,保障了手术质量及安全,也利于病人术后恢复,具有很高的临床实用价值。

参考文献

- [1] Zein NN, Hanouneh IA, Bishop PD, et al. Three-dimensional print of a liver for preoperative planning in living donor liver transplantation[J]. *Liver Transpl*, 2013; 19(12):1304-1310
- [2] Fang Chihua, An Jihyun, Bruno Antonio et al. Consensus recommendations of three-dimensional visualization for diagnosis and management of liver diseases.[J]. *Hepatol Int*, 2020; 14: 437-453
- [3] 张朋飞,于松宁,雷鹏,等.3D打印技术在精准肝切除术前

nosed as fibroangioma before CT surgery;Tab.5 This is a squamous cell carcinoma of the left nasal cavity with significantly uneven enhancement, and bone destruction in the nasal septum and the inner wall of the left maxillary sinus. This carcinoma was diagnosed as varus papilloma by CT;Tab.6 Right nasal non-Hodgkin's lymphoma with uneven density and moderate enhancement was diagnosed as varus papilloma by CT

总之,CT检查对鼻腔肿瘤的诊断有一定作用,特别是增强扫描更有利于显示鼻腔肿块的位置、大小、形态、相邻结构的改变,鼻腔恶性肿瘤多表现为形态不规则、密度不均匀、不均匀强化、骨质破坏、相邻结构受累、颈部淋巴结肿大等特点^[9]。对于鼻腔体积小、密度均匀、边界清晰的肿瘤,影像学上缺乏特异性,需要结合病史,认真分析其CT平扫及增强图像,利于避免误诊,也为临床手术治疗方案的制定提供有力帮助。

参考文献

[1] BOOSI P, FARINA D, GATTA G, et al. Paranasal sinus cancer [J]. Crit Rev Oncol Hematol, 2016;98:45-61
 [2] EGGESBΦ H B. Imaging of sinonasal tumours[J]. Cancer Imaging, 2013;7(12):136-152

[3] 肖玲,陈璐,王媛媛,等.鼻腔鼻窦常见恶性肿瘤的CT和MRI影像学诊断[J].实用医学杂志,2017;33(6):986-989
 [4] 陈瑞楠,郑汉朋,许崇永,等.鼻腔鼻窦腺样囊性癌CT和MRI诊断[J].医学影像学杂志,2016;26(2):214-217
 [5] 陈秀英,韩雪立,刘东,等.鼻腔鼻窦肿瘤性疾病的CT影像学分析[J].吉林医学,2017;38(9):1659-1662
 [6] 文小婷,秦宇红,曾自三,等.副鼻窦肿瘤的CT表现在其良、恶性鉴别中的诊断价值[J].广西医科大学学报,2017;34(6):904-906
 [7] 胡军,胡凯,赵宇红,等.鼻腔鼻窦原发性恶性肿瘤的影像学表现[J].河南医学研究,2014;23(1):113-116
 [8] 陈琦,巴云鹏.67例鼻腔鼻窦腺样囊性癌的临床特征及预后分析[J].临床耳鼻咽喉头颈外科杂志,2017;31:1740-1744
 [9] 肖玲,陈璐,王媛媛,等.258例鼻-鼻窦良、恶性肿瘤的临床特征分析[J].重庆医学,2017;46(32):4508-4510

(上接第430页)

评估的应用[J].中国普通外科杂志,2017;26(07):831-837
 [4] 王峻峰,孙志为,王罡,等.肝右前叶肿瘤切除手术中3D打印模型的临床应用报道[J].重庆医学,2017;46(10):1438-1439
 [5] 刘允怡,张绍祥,姜洪池,等.复杂性肝脏肿瘤三维可视化精准诊治专家共识[J].中国实用外科杂志,2017;37(14):53-59
 [6] 黄从云,朱剑华,刘欣,等.3D打印技术在肝脏切除术中的应用[J].中国普外基础与临床杂志,2015;22(11):1351-1353
 [7] Larghi Laureiro Zoe, Novelli Simone, Lai Quirino et al. There Is a Great Future in Plastics: Personalized Approach to the Management of Hilar Cholangiocarcinoma Using a 3-D-Printed Liver Model[J]. Dig. Dis. Sci., 2020;65: 2210-2215
 [8] Celi Simona, Gasparotti Emanuele, Capellini Katia et al. 3D printing in modern cardiology[J]. Curr. Pharm. Des., 2020;75:2133-2137
 [9] Madurska MJ, Poyade M, Eason D, et al. Development of a Patient-Specific 3D-Printed Liver Model for Pre-operative Planning. Surg Innov. 2017;24(2):145-150
 [10] Streba CT, Popescu S, Pirici D, et al. Three-dimensional printing of liver tumors using CT data: proof of concept morphological study. Rom J Morphol Embryol. 2018; 59(3): 885-893

[11] 姚凤,林蓉.三维打印技术在肝脏外科和肝毒性评价中的研究进展[J].生物医学工程学杂志,2018;35(4):656-660
 [12] 李鹏鹏,刘辉,傅思源,等.肝脏三维可视化技术在第二肝门区肿瘤手术切除中的应用[J].中华外科杂志,2016;54(9):675-679
 [13] 范应方,项楠,蔡伟,等.三维可视化技术在精准肝切除术前规划中的应用[J].中华肝脏外科手术学电子杂志,2014;3(5):8-11
 [14] Fang CH, Tao HS, 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
 [15] Bastawrous S, Wake N, Levin D, et al. Principles of three-dimensional printing and clinical applications within the abdomen and pelvis. Abdom Radiol (NY), 2018; 43(10):2809-2822
 [16] 白军军,李航,孙宝震,等.数字化三维重建技术在肝癌精准肝切除术中的应用[J].中国普通外科杂志,2018;27(7):826-833
 [17] 熊翔,杨贻民.3D打印技术在精准肝切除术中的临床应用[J].临床医学工程,2018;25(11):1427-1428
 [18] 刘文瑛,杨剑,欧阳再兴,等.3D打印技术在复杂性肝癌精准肝切除术中的应用[J].肝胆胰外科杂志,2019;31(7):399-403