

3D打印模型在后腹腔镜下肾部分切除术中的临床应用

陈磊, 杨均显, 聂欢, 高强利

武汉科技大学附属普仁医院泌尿外科, 湖北 武汉 430081

【摘要】 目的 评估3D打印模型在后腹腔镜下肾部分切除术术前规划和术前沟通中应用的可行性和有效性。方法 选取2018年8月至2019年5月武汉市普仁医院收治的6例肾癌(T₁a期)患者。术前基于CT扫描数据,运用三维医学影像重建及引导系统,获得患者个体化的三维数字模型,并运用3D打印机打印出模型。对术中测量的和3D打印模型的肾脏长、宽、厚以及肿瘤直径进行比较;以问卷调查的形式评估术者对3D打印肾脏模型在术前规划中的意义;术前沟通对照组术者采用CT片与患者家属沟通,实验组术者采用3D打印模型与患者进行沟通,交代病情后回答手术相关问题,对其疾病掌握的相关知识进行评估。结果 成功打印出6例患者的3D肾肿瘤模型;3D打印模型与术中测量的肾脏长、宽、厚度以及肾肿瘤直径比较差异均无统计学意义($P>0.05$);手术医师对3D肾肿瘤模型从四个方面评分,其中模型的总体评价(7.8±0.8)分,肾肿瘤位置及毗邻关系(8.0±0.5)分,肾盂与肿瘤的位置关系(8.0±0.5)分,对术前手术规划的帮助程度(8.3±0.8)分;在患者术前沟通方面,3D打印模型与CT片讲解的肾脏生理功能分别为4.0分和3.5分,差异无统计学意义($P>0.05$),但在肾脏解剖(6.0分与3.0分)、病变特点(5.5分与3.0分)和手术方案及并发症(7.5与4.0分)方面比较,3D打印模型组明显优于CT片组,差异均有统计学意义($P<0.05$)。结论 3D打印模型能够准确显示肾肿瘤的解剖特点,有助于术者术前规划和术前患者的沟通。

【关键词】 肾肿瘤;后腹腔镜肾部分切除;3D打印;术前规划;术前沟通

【中图分类号】 R699.2 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1003-6350(2020)19-2494-03

Application of preoperative 3D-printing technology in retroperitoneal laparoscopic partial nephrectomy. CHEN Lei, YANG Jun-xian, NIE Huan, GAO Qiang-li. Department of Urology, Puren Hospital Affiliated to Wuhan University of Science and Technology, Wuhan 430081, Hubei, CHINA

【Abstract】 Objective To discuss the feasibility and effectiveness of 3D-printing technology for preoperative planning and doctor-patient consultation in laparoscopic partial nephrectomy (PN). **Methods** Between August 2018 and March 2019, 6 patients of kidney neoplasms of T₁ stage films were selected in present study. The 3D individual digital models were created using 3D medical image reconstructing and guiding system. The length, width, thickness and tumor diameter of the kidneys measured during operation were compared with those of 3D printing model. The efficacy of the models in preoperative planning was evaluated. Operators were asked to fill the questionnaire after operation in order to investigate the efficacy of Kidney neoplasms printed by 3D-printing technology. Before operation, the patients in the control group were communicated with the patients' families by CT films, while the patients in the experimental group were communicated with the patients by 3D printing model. After preoperative communication, the operation related questions were answered, and the related knowledge of the disease was evaluated. **Results** The 3D-printed models of kidney neoplasms of the 6 patients were set up well and all the operations were successful. There was no significant difference between 3D printing model and intraoperative measurement of kidney length, width, thickness and renal tumor diameter (all $P>0.05$). The surgeons scored four aspects of the 3D renal tumor model: the overall evaluation of the model was (7.8±0.8) points, the position of the renal tumor and the adjacent relationship was (8.0±0.5) points, the relationship between the renal pelvis and the tumor was (8.0±0.5) points, and the degree of help for the preoperative planning was (8.3±0.8). In preoperative communication, there was no difference for renal function (4.0 vs 3.5, $P>0.05$) between the 3D print model group and CT films group, and there were significant differences for renal anatomy (6.0 vs 3.0, $P<0.05$), pathological features (5.5 vs 3.0, $P<0.05$) and operation scheme and operative complications (7.5 vs 4.0, $P<0.05$) between the 3D print model group and CT films group. **Conclusion** 3D-digital models could exhibit the anatomical characteristics of kidney neoplasms. It can help the urologist in making preoperative planning and doctor-patient communication.

【Key words】 Kidney neoplasms; Retroperitoneal laparoscopic partial nephrectomy; 3D-printing technology; Preoperative planning; Doctor-patient preoperative communication

肾癌是最常见的泌尿系恶性肿瘤之一,发病率占成人恶性肿瘤的2%~3%,男女患者发病率比例约为1.83:1。在过去的30年里,该疾病的发生率以2%~3%的速度增加,这与CT等影像学检查大量应用于泌尿

外科有关。肾癌的治疗手段以手术治疗为主,手术成功的基础在于准确的理解肾实质与肾肿瘤的解剖学特点,而3D打印技术能够在术前有效建立目标区域的三维解剖结构,在骨科、整形外科已经取得了显著

基金项目:2017—2018年度湖北省卫生计生委科研项目(编号:WJ2017F036)

通讯作者:陈磊, E-mail: 303946254@qq.com

的成效。本文旨在评估3D打印技术在肾肿瘤手术术前规划和术前沟通中的应用价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2018年8月至2019年5月武汉科技大学附属普仁医院收治的6例肾癌(T_{1a}期)患者。纳入标准:(1)术前CT均诊断为肾实质性占位肿瘤,肿瘤直径≤4 cm;(2)术前凝血功能,肝肾功能、血糖、心肺功能无明显异常;(3)年龄>18周岁且<80周岁。排除标准:(1)合并出血或出血倾向的疾病;(2)合并肝肾功能不全;(3)有明显心肺功能障碍性疾病;(4)局部和远处转移、伴有肾静脉瘤栓以及位置较深的肾中央型肿瘤。6例患者中男性4例,女性2例;年龄42~76岁,中位年龄68岁;CT检查提示肿瘤直径2.2~4.0 cm,平均(3.3±0.7) cm;肿瘤位于左侧4例,右侧2例;术前均未发现淋巴结及远处转移。向所有参与者介绍3D打印的基本原理和特点,患者均签署知情同意书,同意行后腹腔镜肾部分切除术。

1.2 研究方法

1.2.1 建立3D打印模型 6例肾肿瘤患者采取西门子64排薄层CT进行肾脏CT平扫+增强,并由此获得解剖学数据,通过计算机解剖学软件处理数据重建3D图片,最后通过3D打印机打印个体化的3D解剖模型。3D模型采用树脂打印原料,同时使用红色以强化病变组织,以利于观察整个肿瘤的特点以及肿瘤与周围正常肾组织的关系。

1.2.2 肾脏肿瘤3D模型测量值与术中肾脏测量值 6例患者均采用后腹腔镜肾部分切除术,术中完全游离肾,肾血管,并测量肾脏的长,宽,厚以及肾肿瘤直径,术前根据3D打印模型测量相应肾脏的长、宽、厚度以及肾肿瘤直径。比较术前3D重建模型中肾脏各项指标与实际肾脏情况,以评估3D打印模型是否能够替代显示肾脏解剖。

1.2.3 术前规划效果评估 设计问卷,每次手术后由主刀医生对肾肿瘤患者肾脏的3D打印模型进行评估,包括4方面的问题(共10分):(1)模型的总体评价;(2)肾肿瘤位置及毗邻关系;(3)肾盂与肿瘤的位置关系;(4)对术前手术规划的帮助程度。

1.2.4 术前谈话效果评价 术前对照组:术者使用CT片向患者家属交代病情;实验组:术者使用3D打印模型向患者交代病情。术前谈话内容包括:(1)肾脏生理功能(4分);(2)解剖特点(肿瘤的位置、大小、与肾盂,肾血管的关系等(6分));(3)病变的性质、位置、特点(6分);(4)手术方案及手术并发症(8分)。以上四个方面,共24分,最后根据得分情况对两种不同术前谈话方式的效果进行评估。参与的患者及家属均为没有医学背景知识的非医务人员。

1.3 统计学方法 应用SPSS19.0统计学软件分析数据。计量资料以均数±标准差($\bar{x}±s$)表示,3D打印模型及实际测量值比较采用配对 t 检验。应用3D打

印模型前后回答问题正确数的中位数对比采用非参数Wilcoxon秩和检验, $\alpha=0.05$ 为检验水准。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 肾肿瘤肾脏模型 成功打印出6例患者的3D打印肾肿瘤肾脏模型,该模型明确反映了肾脏的形态特征、肾脏血管、肾肿瘤之间的位置关系(图1)。术者根据肾肿瘤肾脏的3D打印模型进行术前规划,设计手术入路,所有患者均顺利完成手术,术中出血少,无术中及术后输血,无漏尿、大出血等并发症。

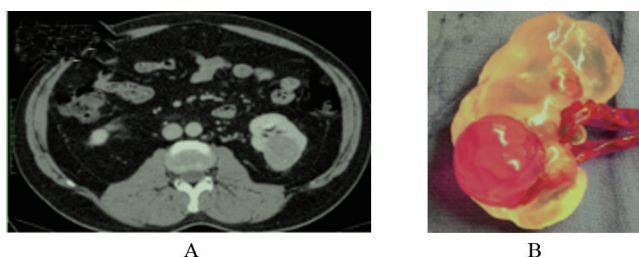


图1 患者肾脏的CT增强图片及3D打印模型照片

注:A,增强CT发现左肾中下极肿瘤;B,同一病例左肾的3D打印模型,并可见左肾中下极肿瘤,以及肾门的主要血管。

2.2 肾脏肿瘤3D模型测量值与术中肾脏测量值比较 术前3D模型的测量值与术中实际测量的肾脏值比较,差异均无统计学意义($P>0.05$),见表1。

表1 肾脏肿瘤3D模型测量值与术中肾脏测量值比较($\bar{x}±s$, cm)

项目	3D模型测量	肾脏实际测量	t 值	P 值
肾脏长度	11.6±0.8	11.6±1.1	-0.259	0.806
肾脏宽度	6.7±0.6	6.8±0.9	-1.228	0.274
肾脏厚度	5.5±0.7	5.6±0.9	-1.053	0.341
肿瘤直径	3.3±0.7	3.4±0.3	-0.916	0.402

2.3 3D打印模型术前评估的结果 对3D打印模型的问卷调查中,模型的总体评价(7.8±0.8)分,肾肿瘤位置及毗邻关系(8.0±0.5)分,肾盂与肿瘤的位置关系(8.0±0.5)分,对术前手术规划的帮助程度(8.3±0.8)分。

2.4 3D打印模型和CT片术前沟通结果比较 术前沟通中,肾脏生理功能采用3D打印模型沟通和采用CT片沟通的得分比较差异无统计学意义($P>0.05$);但在肾脏解剖、病变特点和手术方案及并发症方面比较,3D打印模型组明显优于CT片组,差异均有统计学意义($P<0.05$),见表2。

表2 3D打印模型和CT片术前谈话后回答手术相关问题得分比较(分)

项目	3D打印模型	CT片	Z 值	P 值
肾脏生理功能	4	3.5	-0.561	0.575
肾脏解剖	6	3	-2.966	0.003
病变特点	5.5	3	-2.950	0.003
手术方案及并发症	7.5	4	-2.950	0.003

3 讨论

3D打印技术是一项工业技术,是通过3D打印机采用分层、叠加成型的方式逐层增加材料来生成3D实体。3D打印技术已经广泛应用于工程设计、制造,

医学领域^[1]。

近些年来随着3D打印技术的进步和医学影像学的发展,3D打印技术被逐步引入到外科临床,包括教学模型的制作,手术训练,术中种植体以及外科工具的制作^[2-4],尤其在术前规划当中3D打印起到了重要作用^[5-9]。术前根据患者的CT或者MRI影像获取解剖数据,应用3D打印机精确的打印出每一例病变区域的个体化解剖模型。术者再据此模型制定详细的手术方案,决定手术路径,评估手术可能出现的风险,从而缩短手术时间,提高手术成功率。YANG等^[5]借助3D打印模型可以充分了解骨折块间的三维结构、明确骨折的分类、了解各骨折碎块间的关系,并指出3D打印模型提供的个性化解剖模型能够协助术者在术前模拟手术,预判术中可能出现的并发症,从而提高手术成功率,减少术后并发症。李明等^[6]在治疗髌臼骨折的过程中利用3D模型对骨折类型分类,能够准确的进行术前评估,并制订优良的手术治疗方案,取得了良好的治疗效果。

骨科应用3D打印技术主要是制作骨组织的模型,这种类型的影像处理相对简单,而对于肾脏及肝脏这种解剖结构相对复杂的内脏器官,不仅包含有软组织,还包含复杂的空腔管道系统,例如动静脉系统、尿路系统、胆道系统等。因此,这种类型的器官影像学处理和3D打印模型的建立相对更为复杂。目前,相关研究不是很多,文献报道3D打印的腹腔内脏器模型效果和精度上都很不错。ZEIN等^[7]通过6例肝脏移植供、受体3D打印模型与术中肝脏进行比较发现,3D打印模型能够精确显示受体和供体的肝脏内部胆道和血管结构,平均误差<4 mm,可以用来指导肝脏移植供受体大小的选择,提高移植成功率。RYAN等^[8]将动脉瘤与颅骨整体打印,清楚显示动脉瘤的大小、生长部位、生长方向以及周围解剖结构,制造出符合要求的模型,真实模拟动脉瘤夹闭术入路,并在9例颅内动脉瘤夹闭术中取得了不错的效果。国内学者魏晓松等^[9]在经皮肾镜手术中引入3D打印技术,术前建立模型确定肾脏结构、结石大小、形状及与12肋的关系,据此设计穿刺点、穿刺深度、穿刺的目标肾盏。认为3D打印模型能够明确反应结石的大小和位置,对设计出最佳穿刺通道及穿刺肾盏有一定帮助。

后腹腔镜肾部分切除术是目前T_{1a}期肾癌外科治疗的标准术式^[10],术者能够成功顺利的完成该手术的基础是精确的理解患侧肾脏的解剖结构。传统的术前规划通常基于二维的CT和MRI图像,需要医生具有较强的空间想象能力和丰富的手术经验,这需要长期的临床训练才能达到。而3D打印模型能够清楚的在术前模拟出个体化的解剖结构,降低了手术规划的难度。

在本研究中,成功打印了6例肾肿瘤肾脏的模型,并利用该模型进行腹腔镜下肾部分切除术的术前规划。我们对腹腔镜手术术中测量肾脏的几项重要数

据(包括肾脏的长、厚、宽以及肾肿瘤直径)与3D打印模型进行比较,两组差异无统计学意义。表明3D打印模型能够比较精确的显示肾脏的解剖结构,尤其是肾脏肿瘤与肾脏血管的关系。另外,术者对6例3D模型的评估结论也证实该模型能够帮助手术医生通过视觉和触觉来获得个体化的解剖模型,能够减少因医生经验欠缺造成的误差,对术前规划的价值不言而喻。此项研究还分析了3D打印模型应用于术前沟通的情况。对于没有任何医学知识背景的患者和患者家属而言,术前谈话是难以理解的,通过个性化的3D打印模型展现肾脏的解剖结构,患者和家属可以通过触摸感受到病变肾脏的结构特点,有助于患者及家属理解病情和手术的方式,减少因沟通产生的纠纷。

本研究也存在一些不足之处:(1)无法将肾脏实质与肾盂肾盏分别显示出来,因此,术者术前规划时还是需要借助排泄期CT影像图片来分辨肿瘤与集合系统的关系。这是今后的一个研究方向;(2)由于成本原因,参与本研究的病例太少,还需要大样本的研究来印证。

3D打印在泌尿外科的应用优势明显,术前规划,术前沟通,临床教学等方面应用前景广阔。但由于3D打印的成本问题,一直限制其在临床和教学中的实际应用,随着材料科学和3D打印设备的发展,相信未来制约发展的成本问题会最终解决,帮助临床医生精准医疗,确保疗效做出贡献。

参考文献

- [1] 胡迪·利普森,梅尔巴·库曼. 3D打印:从想象到现实[M]. 北京:中信出版社, 2013: 14-17.
- [2] MALIK HH, DARWOOD AR, SHAUNK S, et al. Three-dimensional printing in surgery: a review of current surgical applications [J]. J Surg Res, 2015, 199(2): 512-522
- [3] HONIGMANN P, THIERINGER F, STEIGER R, et al. A simple 3-dimensional printed aid for a corrective palmar opening wedge osteotomy of the distal radius [J]. J Hand Surg Am, 2016, 41(3): 464-469.
- [4] WANIBUCHI M, NOSHIRO S, SUGINO T, et al. Training for skull base surgery with a colored temporal bone model created by three-dimensional printing technology [J]. World Neurosurg, 2016, 91(7): 66-72.
- [5] YANG L, GROTTKAU B, HE Z, et al. Three dimensional printing technology and materials for treatment of elbow fractures [J]. Int Orthop, 2017, 41(11): 2381-2387.
- [6] 李明,孙亮,马腾,等. 3D打印快速成型技术在髌臼骨折分型及年轻医生培养中的应用[J]. 中华创伤骨折杂志, 2017, 19(2): 140-145.
- [7] ZEIN NN, HHANOUNEH IA, BISHOP PD, et al. Three-dimensional print of a liver for preoperative planning in living donor liver transplantation [J]. Liver Transpl, 2013, 19(8): 1304-1310.
- [8] RYAN JR, ALMEFLY KK, NAKAJI P, et al. Cerebral aneurysm clipping surgery simulation using patient-specific 3D printing and silicone casting [J]. World Neurosurg, 2016, 88(4): 175-181.
- [9] 魏晓松,刘征,庄乾元,等. 3D打印技术在经皮肾镜取石术术前规划及医患沟通中的应用研究[J]. 中华泌尿外科杂志, 2015, 36(12): 881-885.
- [10] SMITH ZL. Current status of minimally invasive surgery for renal cell carcinoma [J]. Curr Urol Rep, 2016, 17(6): 1-7

(收稿日期:2020-04-11)