

## · 论著 ·

# 三维可视化技术在儿童实体肿瘤手术中的应用价值研究



全文二维码

廖文戈 朱俊杰 张昊东 黄鸿 王志刚 彭强

电子科技大学附属妇女儿童医院 成都市妇女儿童中心医院外二科, 成都 611731

通信作者: 彭强, Email: pengqiangpq@sina.com

**【摘要】 目的** 探讨术前三维可视化技术在儿童实体肿瘤手术中的应用价值。 **方法** 回顾性分析电子科技大学附属妇女儿童医院·成都市妇女儿童中心医院 2019 年 1 月至 2021 年 12 月收治的 23 例接受手术治疗的实体肿瘤患儿临床资料,按照术前是否完善三维可视化分为研究组( $n=11$ )和对照组( $n=12$ )。研究组基于 CT 数据对患儿影像学结果进行三维可视化处理,通过可视化模型了解肿瘤及周围脏器血管的空间三维关系,明确邻近血管有无变异情况,进行精确的术前规划(组织血管保护、预切除路径等),并在三维模型指导下行儿童实体肿瘤切除手术;对照组仅在传统 CT 图像指导下完成手术。收集两组患儿的一般资料和术中资料,并进行比较分析。 **结果** 23 例均顺利完成手术。研究组和对照组的年龄分别为( $3.1 \pm 0.9$ )岁和( $2.1 \pm 0.6$ )岁;体重分别为( $12.2 \pm 2.7$ )kg 和( $15.7 \pm 2.5$ )kg;住院时间分别为( $11.4 \pm 1.8$ )d 和( $13.4 \pm 1.6$ )d;手术时间分别为( $330.4 \pm 61.0$ )min 和( $208.8 \pm 30.7$ )min;术中出血量分别为( $43.6 \pm 17.6$ )mL 和( $204.2 \pm 70.2$ )mL;术中输血人数分别为 1 例和 6 例;肿瘤最大直径分别为( $8.0 \pm 0.8$ )cm 和( $10.5 \pm 1.2$ )cm;体积误差值分别为( $4.3 \pm 0.9$ )cm<sup>3</sup> 和( $15.4 \pm 1.6$ )cm<sup>3</sup>;研究组发生贫血 1 例、低蛋白血症 1 例、凝血功能异常 1 例,对照组发生贫血 3 例、低蛋白血症 1 例、凝血功能异常 1 例。研究组的术中出血量[( $43.6 \pm 17.6$ )mL 比( $204.2 \pm 70.2$ )mL]、术中输血人数(1/11 比 6/12)均少于对照组,差异具有统计学意义( $P < 0.05$ )。 **结论** 术前三维可视化技术是评估儿童实体肿瘤手术可切除性的有效且简便的方法,对提高儿童实体肿瘤手术的精准性和安全性具有重要价值。

**【关键词】** 实体肿瘤疗效评价标准; 成像, 三维; 外科手术; 儿童**基金项目:** 2021 年成都市医学科研课题(2021030)

DOI:10.3760/cma.j.cn101785-202112034-010

## Application of three-dimensional visualization technology for pediatric solid tumors

Liao Wenge, Zhu Junjie, Zhang Haodong, Huang Hong, Wang Zhigang, Peng Qiang

Department of Pediatric Surgery II, Chengdu Women's and Children's Central Hospital, School of Medicine, University of Electronic Science and Technology of China, Chengdu 611731, China

Corresponding author: Peng Qiang, Email: pengqiangpq@sina.com

**【Abstract】 Objective** To explore the application value of preoperative three-dimensional visualization technology for pediatric solid tumors. **Methods** Retrospective analysis was performed for 23 children with solid tumors from January 2019 to December 2021. According to whether or not three-dimensional visualization was applied preoperatively, they were divided into two groups of study ( $n=11$ ) and control ( $n=12$ ). The research team performed three-dimensional visualization of computed tomography (CT) images, explored the spatial and three-dimensional relationship between tumors and adjacent organs and blood vessels and clarified whether or not adjacent blood vessels had mutations. Precise preoperative planning was implemented under the guidance of three-dimensional model. The control group was operated merely under the guidance of traditional CT images. General profiles and intraoperative data of two groups were compared. **Results** All operations were successfully completed. The age of study and control groups was[( $3.1 \pm 0.9$ ) vs. ( $2.1 \pm 0.6$ ) year], body weight[( $12.2 \pm 2.7$ ) vs. ( $15.7 \pm 2.5$ ) kg] and length of hospitalization[( $11.4 \pm 1.8$ ) vs. ( $13.4 \pm 1.6$ ) day]. Regarding intraoperative data, operative duration of study and control groups was[( $330.4 \pm 61.0$ ) vs. ( $208.8 \pm 30.7$ ) min],

intraoperative blood loss [ (43.6 ± 17.6) vs. (204.2 ± 70.2) mL ] and frequency of intraoperative blood transfusion (transfusion/non-transfusion) [ (1/10) vs. (6/6) ], maximal tumor diameter [ (8.0 ± 0.8) vs. (10.5 ± 1.2) cm ] and volume error values [ (4.3 ± 0.9) vs. (15.4 ± 1.6) cm<sup>3</sup> ]. Regarding perioperative complications, anemia (n = 1 vs. 3), hypoproteinemia (n = 1 vs. 1) and abnormal coagulation function (n = 1 vs. 1) occurred in study group. In control group, anemia (n = 3), incision infection (n = 0), hypoproteinemia (n = 1) and abnormal coagulation function (n = 1). Intraoperative blood loss, blood transfusion and volume error of study group were all smaller than those of control group. The inter-group difference was statistically significant ( $P < 0.05$ ). **Conclusion** Preoperative three-dimensional visualization technology is both effective and convenient for assessing the resection of solid tumors. It is of a great value for improving the accuracy and safety of solid tumors in children.

**[Key words]** Response Evaluation Criteria in Solid Tumors; Imaging, Three-Dimensional; Surgical Procedures, Operative; Child

**Fund program:** Chengdu Medical Research Project in 2021 (2021030)

DOI:10.3760/cma.j.cn101785-202112034-010

儿童实体肿瘤约占儿童恶性疾病的 40%, 其发病隐匿、进展迅速, 且易发生早期转移。外科手术是儿童实体肿瘤综合治疗的基石<sup>[1]</sup>。儿童实体肿瘤解剖位置往往邻近重要脏器及血管, 术前精准评估和优化设计手术方案极其重要<sup>[2]</sup>。目前常规使用的辅助评估手段包括腹部超声、CT 及 MRI 等检查, 随着数字化医学的迅速发展, 基于 CT 数据的三维可视化技术在成人肿瘤外科已经广泛应用, 但在腹膜后肿瘤手术(特别是在儿童实体肿瘤手术)中的应用较少<sup>[3]</sup>。三维可视化技术能精准显示肿瘤与临近重要脏器、血管的关系, 甚至可以通过模拟图像进行切除路径的术前规划, 有助于儿童实体肿瘤手术由传统外科手术模式转为精准外科手术模式<sup>[4]</sup>。本研究旨在初步探讨术前三维可视化技术在儿童实体肿瘤手术中的应用价值。

## 资料与方法

### 一、研究对象

回顾性分析电子科技大学附属妇女儿童医院·成都市妇女儿童中心医院 2019 年 1 月至 2021 年 12 月收治的实体肿瘤患儿临床资料。纳入标准: ①经病理学检查确诊为儿童实体肿瘤; ②手术方式为传统开腹一期切除手术的实体肿瘤患儿。排除标准: ①手术方式为腹腔镜切除手术或开腹部分肿瘤活检手术的实体肿瘤患儿; ②患儿配合度及依从性差; ③存在明确的心、肺功能衰竭或凝血功能障碍等手术禁忌证。最终共 23 例患儿纳入本研究。按术前是否完善三维可视化处理分为研究组和对照组。本研究通过成都市妇女儿童中心医院伦理委员会批准[科研伦审 B2021(34)号], 患儿家属均

知情同意并签署知情同意书。

### 二、研究方法

#### (一) 术前瘤体 CT 检查

使用 64 排螺旋 CT(美国 GE 公司)对 23 例患儿行上腹、下腹及盆腔增强 CT 扫描(动脉期、静脉期、门静脉期)检查, 对不能配合检查的患儿, 给予镇静处理后再进行检查。CT 扫描层厚度为 0.625 mm, 将扫描完成的数据传输至放射影像科工作站处理, 并以 DICOM 文件格式输出并存储。

#### (二) 术前瘤灶三维可视化成像

行三维可视化成像前告知患方该项技术对术前评估的必要性和目的, 患方签署三维可视化成像同意书后, 应用三维可视化技术明确瘤灶、脏器、血管的解剖位置关系, 术前模拟手术路径及术中指导手术。本研究均采用海信计算机辅助手术系统(Hisense CAS)及外科智能显示系统(Hisense SID), 将存储的 CT 扫描的动脉期、静脉期、门静脉期 DICOM 文件导入海信三维成像系统中, 利用系统设置相关参数并进行标记分割, 分别对脏器、瘤灶、血管生成立体图像, 最后将各自立体图像进行图像整合, 并对不同的结构组织赋予不同的颜色进行区分, 在整合的图像界面可以进行旋转、透明、调节大小等处理, 并对可疑淋巴结和血管内瘤栓进行标记, 多角度观察肿瘤解剖学位置及其邻近的腹腔其他重要脏器、血管之间的毗邻关系。

#### (三) 手术方法

术前完善心肺功能、血常规、生化、凝血及影像学检查。所有患儿的手术由同一团队完成; 麻醉方式均为气管插管全身麻醉。对腹膜后实体肿瘤患儿, 在切除瘤体时通过三维可视化技术的立体图像, 监测肿瘤与周围组织的毗邻关系, 寻找邻近重

要血管予以结扎或保护,完整游离肿瘤组织,清扫周围淋巴结组织,实现 R0 切除。对肝脏实体肿瘤患儿,先解剖第一、第二肝门,预置阻断带,采用 Pringle 法阻断出入肝血流。在保障切缘阴性的原则下,于距离瘤灶约 1 cm 处标记切肝线,沿标记的切肝线采用超声刀进行瘤灶与正常肝组织之间的劈离,完整切除肝脏瘤灶,切除过程中保护肝内重要管道。

#### (四)相关参数计算方法

术中切除瘤体体积计算方法: $V = 4/3\pi * (D/2)^3$  (D 为肿瘤最大长径);体积误差值等于术前测量瘤体体积减去术中切除瘤体体积的绝对值<sup>[5]</sup>。

#### 三、统计学处理

采用 SPSS 17.0 进行统计学分析。手术时间、手术出血量、住院时间等计量资料采用  $\bar{x} \pm s$  表示,组间比较采用独立样本  $t$  检验;性别等计数资料采用频数、构成比表示,组间比较采用  $\chi^2$  检验或 Fisher 精确概率法。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 结 果

研究组术中出血量、术中输血人数均少于对照

组,差异有统计学意义( $P < 0.05$ );两组患儿年龄、性别、体重、住院时间、手术时间、肿瘤最大长径以及并发症发生率差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。见表 1 至表 3。

典型病例:患儿女,3 岁 6 个月,因发现腹腔包块 3 d 入院。CT 显示:左肾上腺区见一团块影,影像学诊断考虑神经母细胞瘤。基于 CT 图像进行三维可视化,根据所得图像资料进行手术,术后病理结果证实为节细胞性神经母细胞瘤(混杂型)。三维可视化技术在儿童腹膜后神经母细胞瘤手术中的应用情况见图 1。

## 讨 论

医学的数字化发展使基于 CT 影像学数据的三维可视化技术为快速、精准、高效制造个性化模型提供了解决方案<sup>[6]</sup>。相较于成人,儿童因其腹腔容积、血管直径小等解剖学特点,加之实体肿瘤膨胀性生长和异质性等病理学特点,CT 图像中的瘤体与周围脏器挤压效应以及实性弱强化效果较成人明显,这对儿童实体肿瘤三维可视化技术的区分勾画、精准分割和血管成像等技术环节提出了更高的

表 1 两组实体肿瘤患儿一般资料比较

Table 1 Comparing general profiles between two groups

分组	例数	年龄( $\bar{x} \pm s$ , 岁)	性别(例)		体重( $\bar{x} \pm s$ , kg)	住院时间( $\bar{x} \pm s$ , d)
			男	女		
研究组	11	3.1 $\pm$ 0.9	6	5	12.2 $\pm$ 2.7	11.4 $\pm$ 1.8
对照组	12	2.1 $\pm$ 0.6	7	5	15.7 $\pm$ 2.5	13.4 $\pm$ 1.6
$t/\chi^2$ 值		$t = -0.889$	$\chi^2 = 0.344$		$t = 0.957$	$t = 0.881$
P 值		0.378	0.861		0.352	0.407

表 2 两组实体肿瘤患儿术中资料比较

Table 2 Comparing intraoperative data between two groups

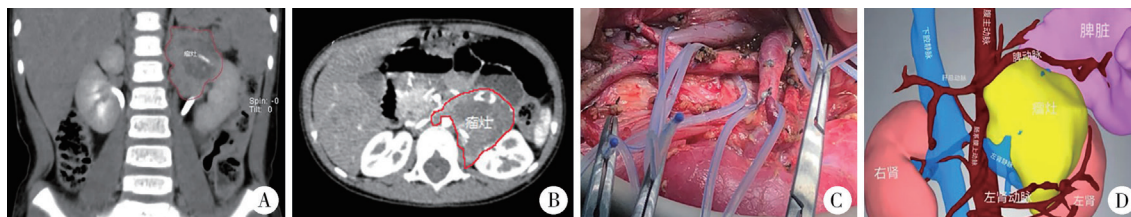
分组	例数	手术时间( $\bar{x} \pm s$ , min)	术中出血量( $\bar{x} \pm s$ , mL)	术中是否输血(例)		肿瘤最大长径( $\bar{x} \pm s$ , cm)	体积误差值( $\bar{x} \pm s$ , cm <sup>3</sup> )
				输血	未输血		
研究组	11	330.4 $\pm$ 61.0	43.6 $\pm$ 17.6	1	10	8.0 $\pm$ 0.8	4.3 $\pm$ 0.9
对照组	12	208.8 $\pm$ 30.7	204.2 $\pm$ 70.2	6	6	10.5 $\pm$ 1.2	15.4 $\pm$ 1.6
$t/\chi^2$ 值		$t = 1.834$	$t = -2.128$	$\chi^2 = 4.537$		$t = 1.675$	6.073
P 值		0.078	0.045	0.033		0.104	0.038

表 3 两组实体肿瘤患儿围手术期并发症情况比较(例)

Table 3 Comparing preoperative complications between two groups(n)

分组	例数	贫血	切口感染	低蛋白血症	凝血功能异常
研究组	11	1	0	1	1
对照组	12	3	0	1	1
P 值					0.221





注 A、B:患儿术前 CT 影像,提示左肾上腺区包块,最大横截面范围约  $4.4\text{ cm} \times 4.5\text{ cm}$ ,其内见多发不规则钙化影,增强后不均匀强化,可见囊变坏死区,病变边界欠清,可见腹主动脉分支供血,脾脏动静脉受压前移、左肾动静脉受压前移,部分包绕,胰腺体尾部及左肾受压移位,相邻腹膜后见多个肿大淋巴结影;C:三维可视化技术辅助下瘤体 R0 切除术中情况;D:通过术前三维可视化技术重建后瘤体与周围脏器、血管毗邻关系的立体图

图 1 三维可视化技术在儿童腹膜后神经母细胞瘤手术中的应用情况

Fig. 1 Application of three-dimensional visualization technique for pediatric neuroblastoma

要求<sup>[7-8]</sup>。目前该项技术在儿童实体肿瘤方面已得到初步应用,在腹膜后神经母细胞瘤方面,国外学者利用 CT 辅助下的三维技术为实体肿瘤患儿手术提供了重要帮助,降低了术后并发症发生率<sup>[9]</sup>。范煦等<sup>[10]</sup>也利用该项技术来辅助儿童肾上腺区巨大肿瘤的腹腔镜手术治疗,并指出由于肾上腺区肿瘤特定的解剖位置在一定程度上增大了腹腔镜手术的难度,特别在肿瘤出现边缘明显坏死、与周围脏器分界不清等情况时,仅依靠二维 CT 影像检查结果指导手术存在局限性,而三维可视化图像术前可以立体显露重要解剖标记及其与肿瘤的位置关系,宏观的立体图可为外科医师提供术中指导<sup>[11]</sup>。

肝脏肿瘤及肾脏的外科手术正由传统的外科模式向精准外科手术模式发展<sup>[12-13]</sup>。赵頔等<sup>[14]</sup>在儿童复杂肝母细胞瘤肝切除术前使用三维可视化技术对肝脏体积进行测量,评估最大可切除肝体积,以保证足够的残余肝体积。应用该技术可使复杂肝母细胞瘤手术的安全性得到提升,使部分 POSTTEXT III/VI 期患儿安全地实施扩大肝切除术,从而避免接受肝移植。本研究中,1 例肝母细胞瘤患儿经术前新辅助化疗后,应用三维可视化成像技术,精确计算出残余肝体积分数(POST-TEXT 的 65%),并根据病灶肝内解剖位置模拟手术切除路径,避免因切除范围过大导致术后肝功能衰竭和小肝综合征等并发症。另一方面,肝内病灶与肝内动脉、静脉、门静脉及肝内胆道的毗邻关系得以清晰展现,在切除瘤体过程中可适时根据三维影像进行肝内切除路径的调整和重要管道的辨识与保护,保证了手术的精准性和安全性<sup>[15]</sup>。目前计算机辅助手术系统获取了我国儿童各年龄段肝脏体积,初步建立了中国小儿肝脏体积的范围标准,为我国小儿肝脏体积模型的改进和完善作出了重大贡献。

胡正飞等<sup>[16]</sup>在成人肾肿瘤微创手术中通过三维空间测量与传统 CT 平面测量的对比得出,三维

空间测量比传统 CT 平面测量更具优势,能够指导腹腔镜下精准化的血管处理、肿瘤切除和缺损修补等操作,并显著减少热缺血时间。目前已有三维可视化技术用于儿童肾脏疾病(如肾重复)外科治疗的文献报道,但儿童肾母细胞瘤却鲜有报道<sup>[17]</sup>。本研究中,我们对诊断为肾母细胞瘤的患儿进行术前影像学三维可视化处理,明确了瘤体与患肾的解剖位置关系,清楚显示了肾脏周围可疑转移淋巴结。目前三维可视化技术的临床应用优势除了术前规划手术切除路径和术中实时导航外,还增强了患方对肿瘤部位、来源、特性、手术目标等信息的理解,提高了患方治疗方案选择的满意度。但该技术临床应用中也存在着一定的局限性,一方面成像技术费用属于自费范畴,增加了治疗成本;另一方面对于肿瘤破裂出血、肿瘤扭转等急诊情况,因得出成像重建结果需要一定的时间,故对急诊病例应用该技术并不适合<sup>[17]</sup>。鉴于儿童实体肿瘤的复杂性、多样性,本中心发现对于富含黏液或高蛋白分子及实性弱强化的肿瘤(如以囊性为主的畸胎瘤、生殖源性肿瘤等),以及术前已行辅助化疗的肿瘤,因肿瘤自身的负荷效应,加之化疗后与周围组织粘连较为明显,故区分染色度不明显,导致了不同认知程度的操作者在成像重建时手动勾画的病灶范围有所不同。MRI 在软组织对比度方面明显高于 CT,在腹膜后软组织肿瘤成像方面, MRI 具有优势。而融合 CT 及 MRI 成像结果并进行三维成像可视化,还需要三维软件的进一步改进。需要强调的是,三维可视化技术只是手术辅助工具,相较于传统影像学(CT、MRI)检查,该技术对于肿瘤与周围血管及脏器毗邻关系的显示度更优,特别对儿童肝脏及肾脏肿瘤外科手术中需评估保留残余脏器体积单位具有明显优势和临床指导价值。

本研究的新颖性在于开展了三维可视化技术在儿童肾母细胞瘤中的应用,相对于常规的腹部超

声及 CT, 三维可视化图像可以更准确地定位瘤灶, 患肾集合系统的侵犯程度也可得到清晰的显示, 这为患儿肾肿瘤保留肾单位的手术提供一定的依据。但本研究也存在一定的局限性, 由于儿童实体肿瘤发病率较低, 病灶散发, 三维重建可视化技术费用较高, 故本研究纳入的样本量较小, 随访时间较短, 尚无法评估三维重建技术对实体肿瘤患儿远期预后的影响。

**利益冲突** 所有作者声明不存在利益冲突

**作者贡献声明** 廖文戈负责研究的设计、实施和起草文章; 朱俊杰、张昊东进行病例数据收集及分析; 黄鸿、王志刚负责研究设计与配酿, 廖文戈、彭强对文章知识性内容进行审阅

## 参 考 文 献

- [1] Allen-Rhoades W, Whittle SB, Rainusso N. Pediatric solid tumors of infancy: an overview[J]. *Pediatr Rev*, 2018, 39(2): 57-67. DOI: 10.1542/pir.2017-0057.
- [2] El-Gendi A, Fadel S, El-Shafei M, et al. Avoiding liver transplantation in post-treatment extent of disease III and IV hepatoblastoma[J]. *Pediatr Int*, 2018, 60(9): 862-868. DOI: 10.1111/ped.13634.
- [3] Sato Y, Matsuhashi N, Sugie Y, et al. Total laparoscopic resection by medial-retroperitoneal approach using virtual navigation: two case reports of primary retroperitoneal schwannoma[J]. *World J Surg Oncol*, 2022, 20(1): 3. DOI: 10.1186/s12957-021-02483-0.
- [4] 韩善清, 房加高, 陈爱萍, 等. 基于三维可视化技术的后腹膜肿瘤精准手术切除[J]. *中国数字医学*, 2020, 15(1): 58-60. DOI: 10.3969/j.issn.1673-7571.2020.01.019.  
Han SQ, Fang JG, Chen AP, et al. Precise surgical resection of retroperitoneal tumor based upon three dimensional visualization technology[J]. *China Digit Med*, 2020, 15(1): 58-60. DOI: 10.3969/j.issn.1673-7571.2020.01.019.
- [5] 李曜, 王志恒, 李鹏鹏, 等. 三维可视化技术与公式法测定肝脏肿瘤体积的对比研究[J]. *腹部外科*, 2019, 32(1): 17-22. DOI: 10.3969/j.issn.1003-5591.2019.01.004.  
Li Y, Wang ZH, Li PP, et al. Comparative study of three dimensional visualization technology versus traditional formula for measuring liver tumor volume[J]. *J Abdom Surg*, 2019, 32(1): 17-22. DOI: 10.3969/j.issn.1003-5591.2019.01.004.
- [6] Li HJ, Fan WG, Zhu X. Three-dimensional printing: the potential technology widely used in medical fields[J]. *J Biomed Mater Res A*, 2020, 108(11): 2217-2229. DOI: 10.1002/jbm.a.36979.
- [7] Schmelz K, Toedling J, Huska M, et al. Spatial and temporal intratumour heterogeneity has potential Consequences for single biopsy-based neuroblastoma treatment decisions[J]. *Nat Commun*, 2021, 12(1): 6804. DOI: 10.1038/s41467-021-26870-z.
- [8] Anand S, Krishnan N, Goel P, et al. Utility of three-dimensional printing for preoperative assessment of children with extra-cranial solid tumors: a systematic review[J]. *Pediatr Rep*, 2022, 14(1): 32-39. DOI: 10.3390/pediatric14010006.
- [9] Sánchez-Sánchez Á, Girón-Vallejo Ó, Ruiz-Pruneda R, et al. Three-dimensional printed model and virtual reconstruction: an extra tool for pediatric solid tumors surgery[J]. *European J Pediatr Surg Rep*, 2018, 6(1): e70-e76. DOI: 10.1055/s-0038-1672165.
- [10] 范煦, 鹿洪亭, 周显军, 等. Hisense 计算机辅助系统辅助腹腔镜精准手术治疗儿童肾上腺区巨大肿瘤[J]. *临床小儿外科杂志*, 2020, 19(1): 50-53, 58. DOI: 10.3969/j.issn.1671-6353.2020.01.010.  
Fan X, Lu HT, Zhou XJ, et al. Hisense computer-aided system assisted laparoscopy for an accurate treatment of large adrenal tumors in children[J]. *J Clin Ped Sur*, 2020, 19(1): 50-53, 58. DOI: 10.3969/j.issn.1671-6353.2020.01.010.
- [11] Lewis RM, Pearson-Farr JE. Multiscale three-dimensional imaging of the placenta[J]. *Placenta*, 2020, 102: 55-60. DOI: 10.1016/j.placenta.2020.01.016.
- [12] Lupulescu C, Sun ZH. A systematic review of the clinical value and applications of three-dimensional printing in renal surgery[J]. *J Clin Med*, 2019, 8(7): 990. DOI: 10.3390/jcm8070990.
- [13] Li XH, Wen L, Liu J, et al. Three-dimensional printing-driving liver therapies[J]. *Curr Med Chem*, 2021, 28(33): 6931-6953. DOI: 10.2174/0929867328666210419124246.
- [14] 赵岷, 叶进冬, 李华丽, 等. 肝脏三维可视化重建技术在儿童复杂肝母细胞瘤肝切除术中的应用价值[J]. *临床肝胆病杂志*, 2021, 37(9): 2130-2135. DOI: 10.3969/j.issn.1001-5256.2021.09.025.  
Zhao D, Ye JD, Li HL, et al. Application of liver three-dimensional visualized reconstruction technique during hepatectomy for children with complicated hepatoblastoma[J]. *J Clin Hepatol*, 2021, 37(9): 2130-2135. DOI: 10.3969/j.issn.1001-5256.2021.09.025.
- [15] Huber T, Huettl F, Tripke V, et al. Experiences with three-dimensional printing in complex liver surgery[J]. *Ann Surg*, 2021, 273(1): e26-e27. DOI: 10.1097/SLA.0000000000004348.
- [16] 胡正飞, 吕世栋, 黄建锋, 等. 3D 空间测量与传统 CT 规划在肾肿瘤微创手术中的对比[J]. *南方医科大学学报*, 2018, 38(5): 606-611. DOI: 10.3969/j.issn.1673-4254.2018.05.017.  
Hu ZF, Lyu SD, Huang JF, et al. Three-dimensional spatial measurement versus conventional CT planning during laparoscopic nephrectomy for renal tumors[J]. *J South Med Univ*, 2018, 38(5): 606-611. DOI: 10.3969/j.issn.1673-4254.2018.05.017.
- [17] Wellens LM, Meulstee J, van de Ven CP, et al. Comparison of 3-dimensional and augmented reality kidney models with conventional imaging data in the preoperative assessment of children with Wilms tumors[J]. *JAMA Netw Open*, 2019, 2(4): e192633. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2019.2633.

(收稿日期: 2021-12-20)

**本文引用格式:** 廖文戈, 朱俊杰, 张昊东, 等. 三维可视化技术在儿童实体肿瘤手术中的应用价值研究[J]. *临床小儿外科杂志*, 2023, 22(7): 655-659. DOI: 10.3760/cma.j.cn101785-202112034-010.

**Citing this article as:** Liao WG, Zhu JJ, Zhang HD, et al. Application of three-dimensional visualization technology for pediatric solid tumors[J]. *J Clin Ped Sur*, 2023, 22(7): 655-659. DOI: 10.3760/cma.j.cn101785-202112034-010.