

# 肝脏三维重建的图像美化对腹腔镜小肝癌定位的影响研究<sup>\*</sup>

谭凯<sup>1</sup> 赵瑶瑶<sup>2</sup> 贺小军<sup>1</sup> 杜锡林<sup>1</sup>

(空军军医大学第二附属医院 1. 普通外科; 2. 继续教务办公室, 陕西 西安 710038)

**【摘要】** 目的 探讨肝脏三维重建的图像美化对腹腔镜小肝癌定位的影响。方法 回顾性分析 2021 年 5 月~2022 年 6 月于空军军医大学普通外科二病区进行三维重建的病例。参考 CT、MRI 片源, 通过筛查后共有 12 名病例 14 个肝包膜下肝癌结节纳入研究分析。14 个肝癌结节位置如下: 肝 S8 段 2 个, S6 段 3 个, S5 段 1 个, S4 段 5 个, S3 段 2 个, S1 段 1 个。数字医学工程师或术者行肝脏三维重建, 将三维重建的图像作为图像组, 将术中探查的真实情况作为术野组。对比分析图像组与术野组, 工程师组与术者组的重建, 统计学方法采用 R×C 表的  $\chi^2$  检验。结果 图像组部分病灶不符合实际情况(50.0% vs 92.9%), 图像组与术野组对比有统计学差异( $P=0.033$ )。工程师与术者进行三维重建的对比, 无统计学差异( $P>0.05$ ), 但术者重建的三维图像更符合实际情况(83.3% vs 25%)。结论 在应用三维重建图像时, 参考 CT、MRI 二维图像同样重要。实施重建的工程师或影像科医师应与术者合作, 图像才能达到美学与实用的目的。

**【关键词】** 肝癌; 成像; 三维; 医学美学; 手术规划

**【中图分类号】** R735.7 **【文献标志码】** A **DOI:**10. 3969/j. issn. 1672-3511. 2022. 09. 026

## Study of image beautification of liver three-dimensional reconstruction effect on laparoscopic localization of small liver cancer

TAN Kai<sup>1</sup>, ZHAO Yaoyao<sup>2</sup>, HE Xiaojun<sup>1</sup>, DU Xilin<sup>1</sup>

(1. Department of General Surgery, The Second Affiliated Hospital of Air Force Medical University, Xian 710038, China;

2. Continuing Education Office, The Second Affiliated Hospital of Air Force Medical University, Xian 710038, China)

**【Abstract】** **Objective** To study image beautification of liver three-dimensional reconstruction effect on laparoscopic localization of small liver cancer. **Methods** A retrospective analysis of 3D reconstruction cases in the second ward of General Surgery Department of Air Force Military Medical University from May 2021 to June 2022 was performed. Referring to CT and MRI film sources, a total of 14 subcapsular liver cancer nodules in 12 cases were included in the study after screening. The 14 liver cancer nodules were located as follows: 2 in S8 segment, 3 in S6 segment, 1 in S5 segment, 5 in S4 segment, 2 in S3 segment, and 1 in S1 segment. Digital medical engineers or surgeons perform 3D liver reconstruction, and the 3D reconstructed images are regarded as the image group, and the real conditions explored during the operation are regarded as the operative field group. Digital medical engineers or surgeons perform 3D liver reconstruction, and the 3D reconstructed images are regarded as the image group, and the real conditions explored during the operation are regarded as the operative field group. The reconstruction of image group and operation field group, engineer group and operator group were compared and analyzed. **Results** Some lesions in the image group did not correspond to the actual situation (50.0% vs 92.9%), and there was a statistical difference between the image group and the surgical field group ( $P=0.033$ ). There was no statistical difference between the engineer and the surgeon in the three-dimensional reconstruction ( $P>0.05$ ), but the three-dimensional image reconstructed by the surgeon was more realistic (83.3% vs 25%).

基金项目: 陕西省自然科学基金基础研究计划(2020JM-337)

通信作者: 杜锡林, 主任医师, 教授, 博士生导师, E-mail: dxlin0705@163.com

引用本文: 谭凯, 赵瑶瑶, 贺小军, 等. 肝脏三维重建的图像美化对腹腔镜小肝癌定位的影响研究[J]. 西部医学, 2022, 34(9): 1386-1389, 1395.

DOI:10. 3969/j. issn. 1672-3511. 2022. 09. 026

**Conclusion** When we apply 3D reconstruction images, it is equally important to refer to CT and MRI 2D images. The engineer or radiologists who performs the reconstruction should work with the surgeon to achieve aesthetic and practical purposes in order to achieve aesthetic and practical purposes.

**【Key words】** Liver cancer; Imaging; Three-dimensional; Medical aesthetics; Surgical planning

目前,肝脏的三维重建在临床应用较为广泛,便于外科医生更好地理解肝脏病变与周围结构和肝脏的位置空间关系,有助于提高手术的安全性和疗效<sup>[1-6]</sup>。实施三维重建的技术人员主要有数字医学公司的工程师、影像科医师和外科医师<sup>[7]</sup>。我们平时使用的三维重建图像多经过图像美化修饰的环节,与术中实际情况有一定的差别,具体根据肝脏体积大小、管道粗细、肿瘤的位置等可分为多个类别。本次研究的目的是分析肝脏三维重建的图像美化对腹腔镜小肝癌定位的影响。研究对象为肝包膜下小肝癌,阐述图像美化对手术影响的初步经验。

## 1 资料与方法

### 1.1 纳入标准与排除标准 将 2021 年 5 月~2022

年 6 月空军军医大学第二附属医院普通外科二病区实施的 123 例经过三维重建的患者纳入分析。纳入标准:①符合肝癌诊断标准。②腹腔镜肝癌手术。③小肝癌(单个癌结节最大直径 $\leq 3$  cm)<sup>[8]</sup>。④CT 或 MRI 提示肝癌位于肝包膜下(图 1)。排除标准:①胃肠间质瘤、腹膜后脂肪肉瘤、副神经节瘤、神经鞘瘤、脾脏肿瘤、门静脉高压症。②肝血管瘤、肝囊肿、肝炎性假瘤。③中肝癌、大肝癌、巨块型肝癌。④腹部增强 CT 或 MRI 检查与手术时间间隔超过半个月的病例。⑤经放疗、介入、体表超声引导消融的小肝癌。本研究经过医院伦理委员会批准(批号:TDLL-第 202207-07 号)。经过筛查后共有 12 名病例 14 个肝癌结节纳入研究分析,患者一般情况,见表 1。



图 1 患者 MRI 图片

Figure 1 MRI image of the patient

注:A、B. 肝癌位于肝实质内;C. 肝包膜下肝癌

表 1 12 例病例的临床特征 $[\bar{x} \pm s, n(\times 10^{-2})]$

Table 1 Clinical features in 12 cases

临床特征	取值	临床特征	取值
年龄(岁)	61.2 $\pm$ 17.1	CNLC 分期	
性别		I a	7(58.4)
男	9(75.0)	II a	4(33.3)
女	3(25.0)	III b	1(8.3)
肝炎		BCLC 分期	
乙肝	9(75.0)	A	7(58.4)
丙肝	2(16.7)	B	4(33.3)
无病毒性肝炎	1(8.3)	C	1(8.3)
肝硬化		三维重建来源	
有	11(91.7)	工程师	7(58.4)
无	1(8.3)	术者	5(41.6)

注:CNLC 分期(中国肝癌诊疗指南分期 2022 版)

1.2 研究分组 通过入排标准筛查后,将三维图像上小肝癌的位置与术中探查的实际情况进行对比研

究。将三维重建的图像定为图像组,将术中探查的真实情况定为术野组,因两组研究的同一对象,不做差异因素分析。小肝癌在肝脏表面可识别,判断为肝包膜下,不可识别判断为肝实质内(图 2)。通过查阅手术视频、标本剖面图与手术记录,记录术中瘤体实际情况,研究团队将三维重建图像与术中实际情况进行比较。三维重建的图像根据重建人员不同,分为工程师组与术者组,两组差异因素分析无统计学差异,见表 2。肝脏分段采用 Couinaud 分段法<sup>[10]</sup>。

1.3 肝脏三维重建的片源要求与重建人员 片源质量要求详见《原发性肝癌三维可视化技术操作及诊疗规范(2020 版)》,MRI 也可以作为片源进行重建<sup>[11-13]</sup>,CT 或 MRI 动脉期重建动脉血管,门静脉期重建肝癌与肝,延迟期重建肝静脉,具体根据图像质量决定。重建软件为 Myrian 64V1 与 IPS(V3.1.7.0)

表 2 工程师组与术者组的差异因素比较

Table 2 Different factors between engineer group and operator group

组别	肿瘤数目	片源		肝硬化程度 <sup>[9]</sup>		肿瘤大小 ( $\bar{x} \pm s$ )
		MRI	CT	中-重	无-轻	
工程师	8	5	3	6	2	2.11±0.79
术者	6	5	1	5	1	2.21±0.51
$\chi^2/t$		-①		-①		-0.279
<i>P</i>		0.580		1.000		0.785

注:①. Fisher 确切概率法计算

软件。分别由数字医学软件公司的工程师和术者进行图像重建。

1.4 三维重建与图像美化的方法 ①重建人员在

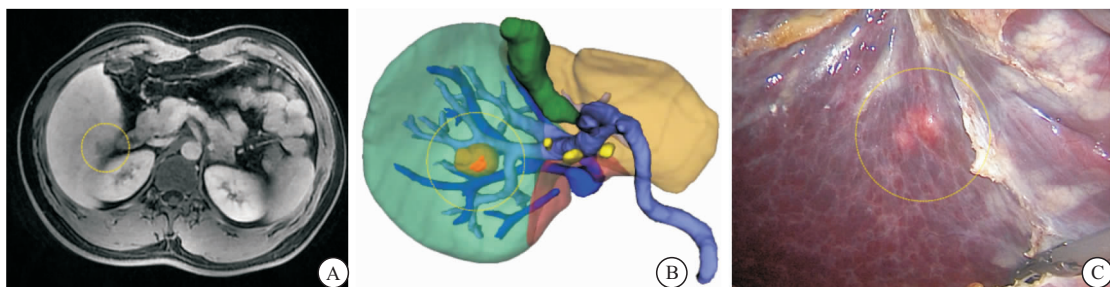


图 2 同一患者的 MRI 横断面, 三维重建和术野

Figure 2 MRI cross section, 3D image and surgical field of the same patient

注: A、B、C 均显示肝癌位于肝包膜下

1.5 统计学分析 采用 SPSS 25.0 软件进行统计学分析, 计量资料以( $\bar{x} \pm s$ )表示, 采用两独立样本 *t* 检验, 计数资料采用 R×C 表的  $\chi^2$  检验, 不满足  $\chi^2$  检验条件者用 Fisher 精确概率计算。使用 SPSS 25 统计软件, *P*<0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

14 个肝癌结节位置如下: 肝 S8 段 2 个, S6 段 3 个, S5 段 1 个, S4 段 5 个, S3 段 2 个, S1 段 1 个。CT 或 MRI 均提示小肝癌位于肝包膜下。三维重建图像提示小肝癌位于肝包膜下 7 个, 肝实质内 7 个。术中实际情况, 位于肝包膜下 13 个, 肝实质内 1 个。对于小肝癌的位置, 图像组与术野组对比有统计学差异(*P*=0.033), 工程师与术者进行三维重建的对比, 差异无统计学意义(*P*>0.05), 见表 3、4。

表 3 图像组与术野组的对比 [*n, n*( $\times 10^{-2}$ )]

Table 3 Comparison of the image group with the surgical field group

组别	肝癌位置	
	肝实质内	肝包膜下
图像组	7	7(50.0)
术野组	1	13(92.9)
统计值	-①	
<i>P</i>	0.033	

注:①Fisher 确切概率法计算

CT 或 MRI 横断面图上逐层勾勒出感兴趣区域(如: 肝脏、肿瘤等)的轮廓或涂抹感兴趣区域, 完成三维重建, 之后通过软件人工智能算法逐层扩大感兴趣区域的范围。②在增强 CT 或 MRI 的不同时像, 进行重建(比如在动脉期图像上重建动脉, 在门静脉期图像上重建肝脏、肿瘤、门静脉等), 然后将不同时像的图像进行融合。③通过软件人工智能算法识别相似的 CT 值区域自动成像。④间断一定的层数勾勒或涂抹感兴趣区域, 进行多层的成像, 直至完成整个重建。⑤以上过程包括对有明显差错的地方进行修改。

表 4 工程师与术者进行三维重建的对比 [*n, n*( $\times 10^{-2}$ )]

Table 4 Comparison of engineers and surgeons performing three-dimensional reconstructions

三维重建人员	肝癌位置	
	肝实质内	肝包膜下( $\times 10^{-2}$ )
工程师	6	2(25.0)
术者	1	5(83.3)
统计值	-①	
<i>P</i>	0.103	

注:①Fisher 确切概率法计算

3 讨论

肝脏三维重建的过程中涉及图像美化修饰的环节, 可能会引起三维图像与术中情况有一定的误差, 误差的原因是由于人工和人工智能所致<sup>[14-15]</sup>。《诊疗指南》要求应用过程中对体积、立体空间距离测量误差 $\leq 5\%$ <sup>[11]</sup>。对于腹腔镜视野下小肝癌的定位, 误差会引起手术规划的变化和繁琐的术前准备工作, 甚至可能因为准备不充分, 延期手术。

三维重建图像美化是让图像看起来更光滑的一个过程, 属于医学美学范畴<sup>[16-20]</sup>, 无论是被用于交流还是展示, 学者希望提供精美的图片。三维重建原始图像一般比较粗糙, 无美学可言, 如果采用多种图像美化的技术, 可能与真实情况明显不符。如何应对图像美化对术前规划和手术的影响, 目前尚未查阅到相关文献。本次回顾性研究分析, 主要探讨三维重建的

图像美化对腹腔镜视野下小肝癌的定位的影响,总结相关经验。

本次研究发现对于 CT 或 MRI 定位肝包膜下病灶,图像组与术野组有统计学差异,主要的原因是图像组为了制图更为精美,病灶与肝脏的位置关系不符合实际情况。有 1 例术前 MRI 阅片肝癌位于肝包膜下,但术中却发现位于肝实质内,原因是三维重建参考了 MRI 片的动脉期,肝肿瘤外的少量肝组织或瘤体假包膜因为动脉期的灌注异常,被识别为瘤体的一部分。这提示肝包膜下或临近肝包膜下肿瘤应在 CT、MRI 的门脉期或 MRI 肝胆期重建成像。

目前,肝脏三维重建制图最为精美的是日本富士公司,技术人员对重要的管道进行重建,人工智能根据数据库里面已有的标准数据进行匹配,重建 Glisson 4 级、5 级以及更细的分支,图像精美,但外科应用的价值与目前主流的数字医学公司进行的三维重建意义相当。本次研究发现对于定位肝包膜下肝癌,工程师与术者进行图像重建无统计学差异,但数字医学公司工程师重建的图像有 25% 符合实际情况,术者重建 83.3% 符合实际情况,数据上仍然有差异。因为单中心数量较少,扩大样本量之后,统计学计算结果会有差异。术者为了准确定位病灶,规划手术,在关键的区域重建更加符合 MRI 或 CT 原始片源。工程师因为缺乏手术的理念,重建的图像与实际情况符合率低于术者重建的。将包膜下病灶重建为肝实质内的,术者不仔细阅读原始片源,仅参考三维重建图像,误判病灶的位置,导致术前需要准备有助于定位的荧光腹腔镜系统、腹腔镜超声等<sup>[21-22]</sup>。

因为小肝癌手术操作回旋的余地较大,出现误差,尚可以术中处理,但以下的问题甚至会引起术式的变化:①重建后肝脏体积增大,残余肝体积增大,导致了不宜手术的情况实施了切肝手术,增加了术后肝功能衰竭的风险<sup>[23-25]</sup>。②病灶周围各种管道增粗,增加了术者的心理压力,导致了手术切除的肝组织范围小。③管道与病灶的关系,浸润或挤压,误判必然引起了术式的变化<sup>[14-15]</sup>。

本研究显示,术者进行三维重建的图像更接近术中情况,也更注重实用。术者进行重建的同时规划手术,对手术切缘和病灶定位有重要参考价值的解剖结构和脏器,遵循原始片源,进行局部的重点重建。

#### 4 结论

在应用三维重建图像时,参考 CT、MRI 二维图像同样重要。实施重建的工程师或影像科医师应与术者合作,图像才能达到美学与实用的目的。

#### 【参考文献】

- [1] KOKUDO N, TAKEMURA N, ITO K, *et al.* The history of liver surgery: Achievements over the past 50 years[J]. *Ann Gastroenterol Surg*, 2020, 4(2):109-117.
- [2] LI P, WANG M, YANG Y, *et al.* Preoperative three-dimensional versus two-dimensional evaluation in assessment of patients undergoing major liver resection for hepatocellular carcinoma: a propensity score matching study[J]. *Ann Transl Med*, 2020, 8(5):182.
- [3] 方驰华,张鹏,周伟平,等. 三维可视化技术用于多中心 1 665 例原发性肝癌精准诊治的回顾性研究[J]. *中华外科杂志*, 2020, 58(05):E011.
- [4] 谭凯,杜锡林,陈安,等. 术前基于三维可视化技术精准设计肝离断面在 ALPPS 中的应用[J]. *中华肝脏外科手术学电子杂志*, 2020, 9(02):158-163.
- [5] NAKAYAMA K, OSHIRO Y, MIYAMOTO R, *et al.* The Effect of Three-Dimensional Preoperative Simulation on Liver Surgery[J]. *World J Surg*, 2017, 41(7):1840-1847.
- [6] GILLIES D J, AWAD J, RODGERS J R, *et al.* Three-dimensional therapy needle applicator segmentation for ultrasound-guided focal liver ablation [J]. *Med Phys*, 2019, 46(6):2646-2658.
- [7] PASCHOLD M, HUETTL F, KNEIST W, *et al.* Local, semi-automatic, three-dimensional liver reconstruction or external provider? An analysis of performance and time expense[J]. *Langenbecks Arch Surg*, 2020, 405(2):173-179.
- [8] 中华人民共和国卫生部. 原发性肝癌诊疗规范(2011 年版)摘要[J]. *中华肝病杂志*, 2012(6):419-426.
- [9] 黄志勇,张二雷,陈孝平. 肝硬化程度分级与肝癌外科治疗决策: 同济经验[J]. *中华外科杂志*, 2019, 57(6):408-411.
- [10] BONNEL F, DUPARC F. Historical anatomy of hepatic segmentation: about 250 livers corrossions by Rapp (1953) and Couinaud (1953) in the Conservatory of Anatomy in Montpellier [J]. *Surg Radiol Anat*, 2020, 42(12):1407-1420.
- [11] 中华医学会数字医学分会,中国医师协会肝癌专业委员会,中国医师协会精准医学专业委员会,等. 原发性肝癌三维可视化技术操作及诊疗规范(2020 版)[J]. *中国实用外科杂志*, 2020, 40(09):991-1011.
- [12] FANG C, AN J, BRUNO A, *et al.* Consensus recommendations of three-dimensional visualization for diagnosis and management of liver diseases[J]. *Hepatol Int*, 2020, 14(4):437-453.
- [13] CAO S, LI H, DONG S, *et al.* Feasibility Study of Intelligent Three-Dimensional Accurate Liver Reconstruction Technology Based on MRI Data [J]. *Front Med (Lausanne)*, 2022, 9:834555.
- [14] 谭凯,杜锡林,刘周,等. 应用 CT 自带图像后处理软件测量联合肝脏分隔和门静脉结扎的分阶段肝切除术相关残余肝体积的常见错误分析[J]. *中华普通外科杂志*, 2020, 35(4):288-291.
- [15] 谭凯,杜锡林,陈安,等. 三维可视化技术在半肝离断面设计中的误差分析[J]. *中华肝脏外科手术学电子杂志*, 2020, 9(6):562-566.
- [16] 朱雯瑾. 医学美学在医院继续医学教育中的应用[J]. *中国美容医学*, 2019, 28(5):143-145.

- [15] KOLTE D, PARIKH S A, PIAZZA G, *et al.* Vascular Teams in Peripheral Vascular Disease[J]. *Journal of the American College of Cardiology*, 2019, 73(19):2477-2486.
- [16] 林观生, 马周鹏, 付文兵, 等. 对比剂不同团注方式对下肢动脉 CT 血管造影成像质量的影响[J]. *海南医学*, 2019, 30(7): 68-71.
- [17] 蒋严, 郭苗苗, 刁楠, 等. 双低技术联合基于原始数据的迭代重建在下肢动脉 CT 血管成像中的应用[J]. *实用放射学杂志*, 2019, 17(4):638-642.
- [18] KINGSTON M J, PERRIMAN D M, NEEMAN T, *et al.* Contrast agent comparison for three-dimensional micro-T angiography: A cadaveric study[J]. *Contrast Media & Molecular Imaging*, 2016, 11(4):319-324.
- [19] 孙伟航, 张鹭丹, 李巍. 256 层 CT 血管造影在下肢动脉硬化闭塞性病变诊断中的应用观察[J]. *血管与腔内血管外科杂志*, 2018, 4(5):27-31.
- [20] LEE T M, LIN C C, PENG B R, *et al.* Integration of taguchi analysis with phantom and innovative gauges: Optimization of the ct scan protocol for peripheral arterial occlusive disease (paod) syndrome[J]. *Journal of Mechanics in Medicine and Biology*, 2020, 20(9):204-212.
- [21] 刘衡, 冉启胜, 夏传江, 等. 下肢动脉血管造影技术对糖尿病患者末梢动脉准确显示的应用研究[J]. *重庆医科大学学报*, 2019, 44(10):1351-1354.
- [22] DA NKERL P, HAMMON M, SEUSS H, *et al.* Computer-aided evaluation of low-dose and low-contrast agent third-generation dual-source CT angiography prior to transcatheter aortic valve implantation (TAVI)[J]. *International Journal of Computer Assisted Radiology & Surgery*, 2016, 12(5):1-8.
- [23] GAZAFROUDI S, TAVAKKOLI M B, MORADI M, *et al.* Coronary CT angiography by modifying tube voltage and contrast medium concentration: Evaluation of image quality and radiation dose[J]. *Echocardiography*, 2019, 36(1):1391-1396.
- [24] 石倩倩, 陈伟彬. 低管电压联合高浓度低流率对比剂注射方案颈动脉 CTA 的可行性分析[J]. *放射学实践*, 2021, 36(2): 258-261.
- [25] 朱晓娥. 外周血管超声联合 CT 血管造影对于下肢动脉闭塞的价值诊断[J]. *中国 CT 和 MRI 杂志*, 2020, 18(5):150-152,157.
- [26] GUPTA A, DOSEKUN A K, KUMAR V. Carbon dioxide-angiography for patients with peripheral arterial disease at risk of contrast-induced nephropathy[J]. *World Journal of Cardiology (WJC)*, 2020, 12(2):76-90.
- [27] CHEN P A, HUANG E P, CHEN K T, *et al.* Comparison of four contrast medium delivery protocols in low-iodine and low-radiation dose CT angiography of the aorta[J]. *Clinical Radiology*, 2020, 75(10):797-810.

(收稿日期: 2021-09-27; 修回日期: 2021-12-06; 编辑: 张翰林)

(上接第 1389 页)

- [17] KREAM E J, JONES V A, TSOUKAS M M. Balancing medical education in aesthetics: Review and debate[J]. *Clin Dermatol*, 2022, 40(3):283-291.
- [18] SEIBER T. Ideal Positions: 3D Sonography, Medical Visuality, Popular Culture[J]. *J Med Humanit*, 2016, 37(1):19-34.
- [19] 赵婷. 人体解剖学教学中的美育视角[J]. *继续医学教育*, 2020, 34(9):45-47.
- [20] 刘海涛, 王玉珍, 王博, 等. 医学美学在医学生培养中的作用[J]. *医学与哲学(A)*, 2015, 36(11):81-83.
- [21] KOSE E, KAHRAMANGIL B, AYDIN H, *et al.* A comparison of indocyanine green fluorescence and laparoscopic ultrasound for detection of liver tumors[J]. *HPB (Oxford)*, 2020, 22(5):764-769.
- [22] RUSSOLILLO N, BORELLO A, LANGELLA S, *et al.* Comparison of laparoscopic ultrasound and liver-specific magnetic resonance imaging for staging colorectal liver metastases[J]. *Surg Endosc*, 2021, 35(7):3547-3553.
- [23] 杜锡林, 杨涛, 陈安, 等. 肝血流阻断技术在肝切除术中的应用评述[J]. *西部医学*, 2015, 27(7):961-963,970.
- [24] NAKANO Y, ITANO O, SHINODA M, *et al.* Predictive factors for liver volume and function recovery after resection using three-dimensional analysis[J]. *HPB (Oxford)*, 2020, 22(6): 845-854.
- [25] CAI W, FAN Y, HU H, *et al.* Postoperative liver volume was accurately predicted by a medical image three dimensional visualization system in hepatectomy for liver cancer[J]. *Surg Oncol*, 2017, 26(2):188-194.

(收稿日期: 2022-07-08; 编辑: 张翰林)