

肝脏三维重建技术在腹腔镜肝切除术中的应用价值

梁霄 茅棋江 梁岳龙 谢阳阳 翟淑亭

浙江大学医学院附属邵逸夫医院普外科, 杭州 310016

通信作者: 梁霄, Email: srrshlx@163.com

【摘要】 目的 探讨肝脏三维重建技术在腹腔镜肝切除术中的应用价值。**方法** 采用回顾性队列研究方法。收集 2014 年 1 月至 2018 年 12 月浙江大学医学院附属邵逸夫医院收治的 189 例肝癌患者的临床病理资料;男 142 例,女 47 例;平均年龄为 60 岁,年龄范围为 27~86 岁。189 例患者中,50 例行腹腔镜复杂肝切除术,其中 23 例术前行肝脏三维重建为复杂重建组,27 例术前行肝脏三维重建为复杂对照组;139 例行腹腔镜非复杂肝切除术,其中 25 例术前行肝脏三维重建为非复杂重建组,114 例术前行肝脏三维重建为非复杂对照组。观察指标:(1)肝脏三维重建脉管评估情况。(2)手术及术后情况。(3)典型病例分析。正态分布的计量资料以 $Mean \pm SD$ 表示,组间比较采用 t 检验;偏态分布的计量资料以 M (范围)表示,组间比较采用 Mann-Whitney U 检验。计数资料以绝对数或百分比表示,组间比较采用 χ^2 检验或 Fisher 确切概率法。**结果** (1)肝脏三维重建脉管评估情况:189 例患者中,48 例术前行肝脏三维重建。48 例患者脉管评估结果显示:肝动脉 Michels I 型 41 例,II 型 4 例,III 型、IV 型、VIII 型各 1 例;肝静脉 I 型 35 例,II 型 12 例,肝静脉走行不明确 1 例;门静脉 I 型 5 例,II 型 3 例,门静脉走行正常 38 例,门静脉走行不明确 2 例。(2)手术及术后情况:189 例患者中,50 例行腹腔镜复杂肝切除术,139 例行腹腔镜非复杂肝切除术。复杂重建组和复杂对照组患者手术时间、术中出血量分别为 (234 ± 64) min、 (289 ± 80) min,200 mL ($100 \sim 408$ mL)、500 mL ($400 \sim 800$ mL),两组比较,差异均有统计学意义($t = -2.474, Z = -2.981, P < 0.05$)。而两组患者术后并发症、术后住院时间分别为 8 例、13 例,6 d ($4 \sim 12$ d)、8 d ($6 \sim 13$ d),两组比较,差异均无统计学意义($\chi^2 = 0.911, Z = -1.634, P > 0.05$)。非复杂重建组和非复杂对照组患者手术时间、术中出血量、术后并发症和术后住院时间分别为 160.0 min ($117.5 \sim 221.0$ min)、157.5 min ($100.0 \sim 222.5$ min),100 mL ($75 \sim 200$ mL)、100 mL ($50 \sim 200$ mL),8 例、43 例,5 d ($4 \sim 8$ d)、6 d ($4 \sim 7$ d),两组比较,差异均无统计学意义($Z = -0.525, -0.797, \chi^2 = 0.289, Z = -0.011, P > 0.05$)。(3)典型病例分析:1 例 48 岁男性原发性肝癌患者通过术前肝脏三维重建流域模拟功能制订个性化肝脏切除方案;1 例 49 岁女性肝内胆管细胞癌患者通过三维重建模拟功能间接实现术中导航。**结论** 肝脏三维重建技术在肝切除术前评估中有利于精准肝切除术手术方案选择及个性化制订手术方案。尤其是在腹腔镜复杂肝切除术中,术前行肝脏三维重建可缩短手术时间、减少术中出血量。

【关键词】 肝肿瘤; 肝癌; 三维重建; 手术规划; 肝切除术; 腹腔镜检查

基金项目:浙江省自然科学基金一般项目 (LY18H160029)

DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-9752.2019.05.008

Application value of three-dimensional reconstruction technique in laparoscopic hepatectomy

Liang Xiao, Mao Qijiang, Liang Yue-long, Xie Yangyang, Zhai Shuting

Department of General Surgery, Sir Run Run Shaw Hospital, School of Medicine, Zhejiang University, Hangzhou 310016, China

Corresponding author: Liang Xiao, Email: srrshlx@163.com

【Abstract】 Objective To evaluate the application value of three-dimensional (3D) reconstruction technique in laparoscopic hepatectomy. **Methods** The retrospective cohort study was conducted. The clinicopathological data of 189 patients with liver cancer who were admitted to the Sir Run Run Shaw Hospital Affiliated to Zhejiang University School of Medicine from January 2014 to December 2018 were collected. There were 142 males and 47 females, aged from 27 to 86 years, with an average age of 60 years. According to the difficulty score of surgery, 50 of 189 patients underwent laparoscopic complex hepatectomy, including 23 with preoperative 3D reconstruction in the complex reconstruction group and 27 with no preoperative 3D reconstruction

in the complex control group; other 139 patients underwent laparoscopic non-complex hepatectomy, including 25 with preoperative 3D reconstruction in the non-complex reconstruction group and 114 with no preoperative 3D reconstruction in the non-complex control group. Observation indicators: (1) vascular assessment of patients who received 3D reconstruction; (2) surgical and postoperative situations; (3) typical case analysis. Measurement data with normal distribution were presented as $Mean \pm SD$, and comparison between groups was done using the t test. Measurement data with skewed distribution were presented as M (range), and comparison between groups was done using the Mann-Whitney U test. Count data were represented as absolute number or percentage, and comparison between groups was analyzed using the chi-square test or Fisher exact probability. **Results** (1) Vascular assessment of patients who received 3D reconstruction: 48 of 189 patients were performed preoperative 3D reconstruction. Vascular assessment of 48 patients showed 41 of hepatic arterial Michels I type, 4 of Michels II type, 1, 1, and 1 of Michels III, IV, VIII type, respectively. There were 35 belonging to hepatic venous I type and 12 belonging to hepatic venous II type and 1 with unclear distribution of hepatic vein. There were 5 and 3 belonging to portal venous I type and II type, 38 with normal distribution of portal vein, and 2 with unclear distribution of portal vein, respectively. (2) Surgical and postoperative situations: 50 of 189 patients underwent laparoscopic complex hepatectomy, and 139 underwent laparoscopic non-complex hepatectomy. The operation time and volume of intraoperative blood loss were (234 ± 64) minutes and 200 mL (range, 100–408 mL) in the complex reconstruction group, and (289 ± 80) minutes and 500 mL (range, 400–800 mL) in the complex control group, respectively, showing statistically significant differences between the two groups ($t = -2.474$, $Z = -2.981$, $P < 0.05$). Cases with postoperative complications and duration of postoperative hospital stay of complex reconstruction group were 8 and 6 days (range, 4–12 days), respectively, versus 13 and 8 days (range, 6–13 days) of complex control group. There was no significant difference ($\chi^2 = 0.911$, $Z = -1.634$, $P > 0.05$). The operation time, volume of intraoperative blood loss, cases of postoperative complications and duration of postoperative hospital stay were 160.0 minutes (range, 117.5–221.0 minutes), 100 mL (range, 75–200 mL), 8, 5 days (range, 4–8 days) in the non-complex reconstruction group, 157.5 min (range, 100.0–222.5 minutes), 100 mL (range, 50–200 mL), 43, 6 days (range, 4–7 days) in the non-complex control group, showing no significant difference between the two groups ($Z = -0.525$, -0.797 , $\chi^2 = 0.289$, $Z = -0.011$, $P > 0.05$). (3) Typical case analysis: one 48-year-old male patient with primary liver cancer developed a personalized hepatectomy plan through simulation function of vascular drainage area in 3D reconstruction. One 49-year-old female patient achieved indirect intraoperative navigation through emulation function of 3D reconstruction. **Conclusions** The 3D reconstruction of liver in preoperative assessment is beneficial to choice of surgical options and personalized surgical plan in the precise hepatectomy. Especially in the laparoscopic complex hepatectomy, preoperative 3D reconstruction can shorten operation time, and reduce volume of intraoperative blood loss.

【Key words】 Liver neoplasms; Liver cancer; Three-dimensional reconstruction; Surgery planning; Liver resection; Laparoscopy

Fund program: Natural Science Foundation of Zhejiang Province (LY18H160029)

DOI:10.3760/cma.j.issn.1673-9752.2019.05.008

据 WHO GLOBOCAN 最新统计,2018 年中国肝癌新增病例 392 868 例,死亡病例 368 960 例,其发病率及病死率均居我国所有癌症中第 3 位^[1]。手术仍是肝癌最主要的治疗方式。肝脏解剖学结构复杂,因此,术前充分了解肝脏解剖结构及评估功能性剩余肝脏体积对肝切除术患者预后具有重要指导意义。但根据术前 2D 影像学检查评估肝内脉管解剖情况并进行 3D 立体图像转变较困难。

近年来,随着现代影像学和手术技术的发展,数字化三维成像系统在术前规划中广泛应用^[2-3]。与常规影像学检查比较,数字化三维成像系统可实现肝脏的三维重建,在三维空间里直观了解肿瘤位置及其与周围血管、胆管的毗邻关系,以及进行术前虚拟肝脏切除术,评估剩余肝脏体积^[2,4]。数字化三维成像系统可协助外科医师制订最佳手术方案,减少术中出血量,降低术后胆汁漏及其他并发症发生率。目

前,利用计算机进行肝脏三维重建并指导精准肝切除术已成为治疗肝癌的一种新型技术体系^[5]。本研究回顾性分析 2014 年 1 月至 2018 年 12 月我科收治的 189 例肝癌患者的临床病理资料,探讨肝脏三维重建技术在腹腔镜肝切除术中的应用价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料

采用回顾性队列研究方法。收集 189 例肝癌患者临床病理资料,男 142 例,女 47 例;平均年龄为 60 岁,年龄范围为 27~86 岁。189 例患者中,50 例行腹腔镜复杂肝切除术,其中 23 例术前行肝脏三维重建为复杂重建组,27 例术前未行肝脏三维重建为复杂对照组;139 例行腹腔镜非复杂肝切除术,其中 25 例术前行肝脏三维重建为非复杂重建组,114 例术前未行肝脏三维重建为非复杂对照组。复杂重建组

及其对照组,非复杂重建组及其对照组患者的性别、年龄、腹部手术史、肝硬化、Child-Pugh A 级、乙型肝炎、AFP、Alb、TBil、ALT、AST、PT 比较,差异均无统计学意义($P>0.05$)。见表 1~2。本研究符合《赫尔辛基宣言》的要求。患者及家属均签署知情同意书。

1.2 纳入标准和排除标准

纳入标准:(1)手术方式为腹腔镜肝切除术。(2)术后病理学检查确诊为肝癌。(3)患者一般状况佳,可耐受全身麻醉和手术。(4)由同一组医师完成手术。(5)临床病理资料完整。

排除标准:(1)手术方式为腹腔镜联合肝脏离断及门静脉结扎的二步肝切除术(associating liver partition and portal vein ligation for staged hepatectomy, ALPPS)及肝门静脉栓塞后行肝切除术。(2)术后病理学检查诊断为良性病灶。(3)患者全身情况不能耐受全身麻醉及肝切除术。(4)临床病理资料缺失。

1.3 术前处理及肝脏三维重建

患者住院后完善相关检查,改善患者一般状况。对 ≥ 60 岁患者或有心肺疾病的患者需行超声心动图、肺功能及动脉血气分析等检查,必要时予以呼吸功能锻炼。患者肝功能达到 Child-Pugh B 级或 A 级后行手术治疗。术前 1 周停用抗凝剂。

肝脏三维重建:将厚度为 1.25 mm 的 CT 或 MRI DICOM 检查图像导入医学图像处理软件(Hexa Union 3D 和 INCOOL 软件),采用主动轮廓分割法和阈值分割法分割出目标三维图像,采用面绘制或体绘制建立目标肝实质及肝内各管道的三维模型。

1.4 观察指标和评价标准

观察指标:(1)肝脏三维重建脉管评估情况。(2)手术及术后情况:手术方式、手术时间、术中出血量、术后并发症发生情况、术后住院时间。(3)典型病例分析。

表 1 复杂重建组和复杂对照组肝癌患者一般资料比较

组别	例数	性别(例)		年龄($Mean \pm SD$, 岁)	腹部手术史(例)	肝硬化(例)	Child-Pugh A 级(例)	乙型肝炎(例)
		男	女					
复杂重建组	23	17	6	63 $\pm$ 12	8	1	23	6
复杂对照组	27	19	8	58 $\pm$ 12	11	5	25	9
统计值		$\chi^2 = 0.077$		$t = 1.364$	$\chi^2 = 0.187$	$\chi^2 = 1.210$	—	$\chi^2 = 0.311$
P 值		>0.05		>0.05	>0.05	>0.05	$>0.05^a$	>0.05
组别	例数	甲胎蛋白 [M (范围), $\mu\text{g/L}$]		白蛋白 [M (范围), g/L]	总胆红素 [M (范围), $\mu\text{mol/L}$]	丙氨酸氨基转移酶 [M (范围), U/L]	天冬氨酸氨基转移酶 [M (范围), U/L]	凝血酶原时间 [M (范围), s]
复杂重建组	23	4.2(2.3~79.0)		38.0(35.0~43.0)	14.2(8.2~22.4)	29.0(16.0~51.0)	30.0(23.0~35.0)	13.9(13.4~14.4)
复杂对照组	27	3.6(2.5~69.6)		38.0(34.0~40.0)	15.4(10.4~24.1)	36.0(21.0~56.0)	35.0(25.0~50.0)	13.9(12.9~14.6)
统计值		$Z = -0.100$		$Z = -1.119$	$Z = -0.711$	$Z = -1.178$	$Z = -1.237$	$Z = -0.100$
P 值		>0.05		>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05

注:复杂重建组患者腹腔镜复杂肝切除术术前行肝脏三维重建,复杂对照组患者腹腔镜复杂肝切除术术前未行肝脏三维重建;^a 采用 Fisher 确切概率法

表 2 非复杂重建组和非复杂对照组肝癌患者一般资料比较

组别	例数	性别(例)		年龄($Mean \pm SD$, 岁)	腹部手术史(例)	肝硬化(例)	Child-Pugh A 级(例)	乙型肝炎(例)
		男	女					
非复杂重建组	25	20	5	61 $\pm$ 11	6	1	25	9
非复杂对照组	114	86	28	60 $\pm$ 12	44	14	111	47
统计值		$\chi^2 = 0.236$		$t = 0.489$	$\chi^2 = 1.897$	$\chi^2 = 0.727$	—	$\chi^2 = 0.233$
P 值		>0.05		>0.05	>0.05	>0.05	$>0.05^a$	>0.05
组别	例数	甲胎蛋白 [M (范围), $\mu\text{g/L}$]		白蛋白 ($Mean \pm SD$, g/L)	总胆红素 [M (范围), $\mu\text{mol/L}$]	丙氨酸氨基转移酶 [M (范围), U/L]	天冬氨酸氨基转移酶 [M (范围), U/L]	凝血酶原时间 ($Mean \pm SD$, s)
非复杂重建组	25	5.0(2.6~47.2)		39 $\pm$ 5	14.6(12.1~21.4)	22.0(16.3~38.8)	24.5(20.3~36.8)	14.0 $\pm$ 0.8
非复杂对照组	114	10.2(3.4~380.5)		39 $\pm$ 4	14.8(11.5~20.6)	23.5(18.0~38.5)	28.0(21.0~40.0)	13.9 $\pm$ 1.3
统计值		$Z = -1.286$		$t = -0.273$	$Z = -0.351$	$Z = -0.665$	$Z = -0.854$	$t = 0.559$
P 值		>0.05		>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05

注:非复杂重建组患者腹腔镜非复杂肝切除术术前行肝脏三维重建,非复杂对照组患者腹腔镜非复杂肝切除术术前未行肝脏三维重建;^a 采用 Fisher 确切概率法

评价标准:肝切除术难度评分采用 Ban (DSS-B) 难度评分系统^[6]。综合考虑患者肿瘤的位置、大小、拟切除范围、Child-Pugh 分级以及与重要管道的毗邻关系进行评分,评分 ≥ 8 分定义为复杂肝切除术,评分 <8 分定义为非复杂肝切除术。肝脏内管道走行情况:肝动脉走行采用 Michels 标准分为 10 型^[7]。肝静脉变异分为 I 型:肝右静脉单独汇入下腔静脉,肝左静脉和肝中静脉先汇合后再注入下腔静脉;II 型:肝右静脉、肝中静脉及肝左静脉分别单独汇入下腔静脉。门静脉根据 Couinaud^[8]和 Atri 等^[9]方法分为正常型:门静脉主干在肝门处分为左支和右支;I 型变异:门静脉主干在肝门处呈三叉状直接分为左支、右前支和右后支;II 型变异:门静脉主干先发出右后支,继续向右分为左支和右前支;III 型变异:门静脉右支缺如;IV 型变异:门静脉左支水平段缺如。

1.5 统计学分析

应用 SPSS 23.0 统计软件进行分析。正态分布的计量资料以 $Mean \pm SD$ 表示,组间比较采用 t 检验;偏态分布的计量资料以 M (范围) 表示,组间比较采用 Mann-Whitney U 检验。计数资料以绝对数或百分比表示,组间比较采用 χ^2 检验或 Fisher 确切概率法。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 肝脏三维重建脉管评估情况

189 例患者中,48 例术前行肝脏三维重建。48 例患者脉管评估结果显示:肝动脉 Michels I 型 41 例,II 型 4 例,III 型、IV 型、VIII 型各 1 例;肝静脉 I 型 35 例,II 型 12 例,肝静脉走行不明确 1 例;门静脉

I 型 5 例,II 型 3 例,门静脉走行正常 38 例,门静脉走行不明确 2 例。

2.2 手术及术后情况

189 例患者中,50 例行腹腔镜复杂肝切除术,139 例行腹腔镜非复杂肝切除术。复杂重建组和复杂对照组患者手术时间、术中出血量比较,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。而两组患者术后并发症、术后住院时间比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$)。见表 3。非复杂重建组和非复杂对照组患者手术时间、术中出血量、术后并发症和术后住院时间比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$)。见表 4。

2.3 典型病例分析

病例 1:患者男,48 岁,诊断为原发性肝癌。二维影像检查示:肝 VIII 段占位性病变,静脉分支包绕,门静脉及肝静脉存在变异。见图 1。应用 Hexa Union 3D 软件进行术前重建,检查结果示肝 VIII 段占位性病变,近肝中静脉及肝 VIII 段门静脉分支,剩余肝脏无病灶。与二维影像检查结果基本一致,术中需切除肝 VIII 段+肝中静脉+肝 VIII 段门静脉。应用三维可视化软件模拟肝脏血流灌注,将肝脏体积按比例划分区域,得到每根血管的灌注区域。术前对模拟切除静脉后剩余肝脏缺血情况进行量化分析,可进一步提高肝脏手术的安全性和精准性。术前三维重建的流域模拟功能结果:切除肝 VIII 段+肝中静脉+肝 VIII 段门静脉后,大部分肝 IV 段组织无引流静脉,为失功能性肝脏体积,需考虑切除。见图 2。患者遂拟行肝 IV+VIII 段肝切除术。见图 3。手术按 3D 规划进行,借助术中超声检查,定位肝 VIII 段占位性病变、肝 VIII 段门静脉、肝中静脉及肝 IV 段门静脉后,离断肝

表 3 复杂重建组和复杂对照组肝癌患者行腹腔镜肝切除术术中及术后情况比较

组别	例数	手术时间 ($Mean \pm SD$, min)	术中出血量 [M (范围), mL]	术后并发症 (例)	术后住院时间 [M (范围), d]
复杂重建组	23	234 $\pm$ 64	200 (100~408)	8	6 (4~12)
复杂对照组	27	289 $\pm$ 80	500 (400~800)	13	8 (6~13)
统计值		$t = -2.474$	$Z = -2.981$	$\chi^2 = 0.911$	$Z = -1.634$
P 值		<0.05	<0.05	>0.05	>0.05

注:复杂重建组患者腹腔镜复杂肝切除术术前行肝脏三维重建,复杂对照组患者腹腔镜复杂肝切除术术前行肝脏三维重建

表 4 非复杂重建组和非复杂对照组肝癌患者行腹腔镜肝切除术术中及术后情况比较

组别	例数	手术时间 [M (范围), min]	术中出血量 [M (范围), mL]	术后并发症 (例)	术后住院时间 [M (范围), d]
非复杂重建组	25	160.0 (117.5~221.0)	100 (75~200)	8	5 (4~8)
非复杂对照组	114	157.5 (100.0~222.5)	100 (50~200)	43	6 (4~7)
统计值		$Z = -0.525$	$Z = -0.797$	$\chi^2 = 0.289$	$Z = -0.011$
P 值		>0.05	>0.05	>0.05	>0.05

注:非复杂重建组患者腹腔镜非复杂肝切除术术前行肝脏三维重建,非复杂对照组患者腹腔镜非复杂肝切除术术前行肝脏三维重建

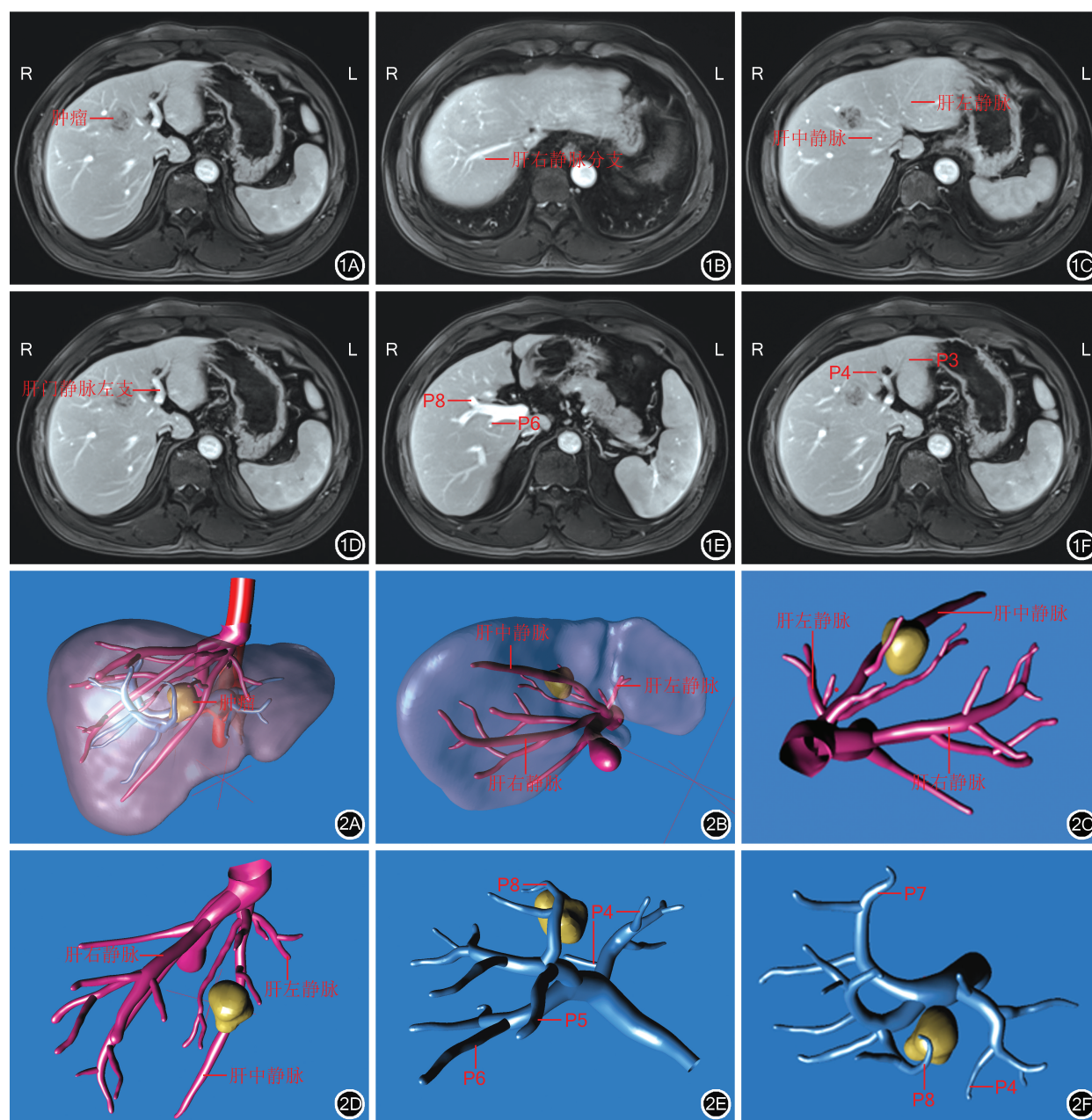


图1 病例1术前腹部增强MRI检查结果 1A:肝Ⅷ段占位性病变;1B:肝右静脉分支;1C:肝中静脉、肝左静脉分支;1D:肝门静脉左支;1E:肝Ⅵ、Ⅷ段门静脉属支(P6、P8);1F:肝Ⅲ、Ⅳ段门静脉属支(P3、P4) 图2 病例1腹部MRI检查三维重建肝脏肿瘤和血管结果 2A:三维重建示肝Ⅷ段占位性病变;2B:三维重建仰视观示肝右静脉、肝中静脉、肝左静脉;2C:三维重建俯视观示肝右静脉、肝中静脉、肝左静脉;2D:三维重建正面观示肝右静脉、肝中静脉、肝左静脉;2E:三维重建正面观示肝Ⅳ、Ⅴ、Ⅵ、Ⅷ段门静脉属支(P4、P5、P6、P8);2F:三维重建俯视观示肝Ⅳ、Ⅶ、Ⅷ段门静脉属支(P4、P7、P8)

实质,阻断肝Ⅷ段门静脉及肝Ⅳ段门静脉,术中保护肝Ⅴ段门静脉。手术过程与术前3D规划基本相同,手术顺利。

病例2:患者女,49岁,诊断为肝内胆管细胞癌。肿瘤位于右半肝,累及肝右静脉,行荧光导航下腹腔镜右半肝切除术。术前三维重建结果示肝中静脉存在2支较大分支。见图4。术者术中提前寻找并处理上述脉管,减少术中出血风险,提高手术精准性。

3 讨论

董家鸿和黄志强^[10]指出:精准肝切除可使肝癌患者获得最佳康复效果。近年来,随着计算机科技的快速发展,数字医学在外科领域中的应用成为新导向。疾病的诊断与治疗逐步向精准迈进,其中快速发展的数字化三维成像技术以CT、MRI等检查为基础,可实现二维CT检查等影像转换为三维可视化图像,呈现三维图像下的解剖结构和形态学改变,

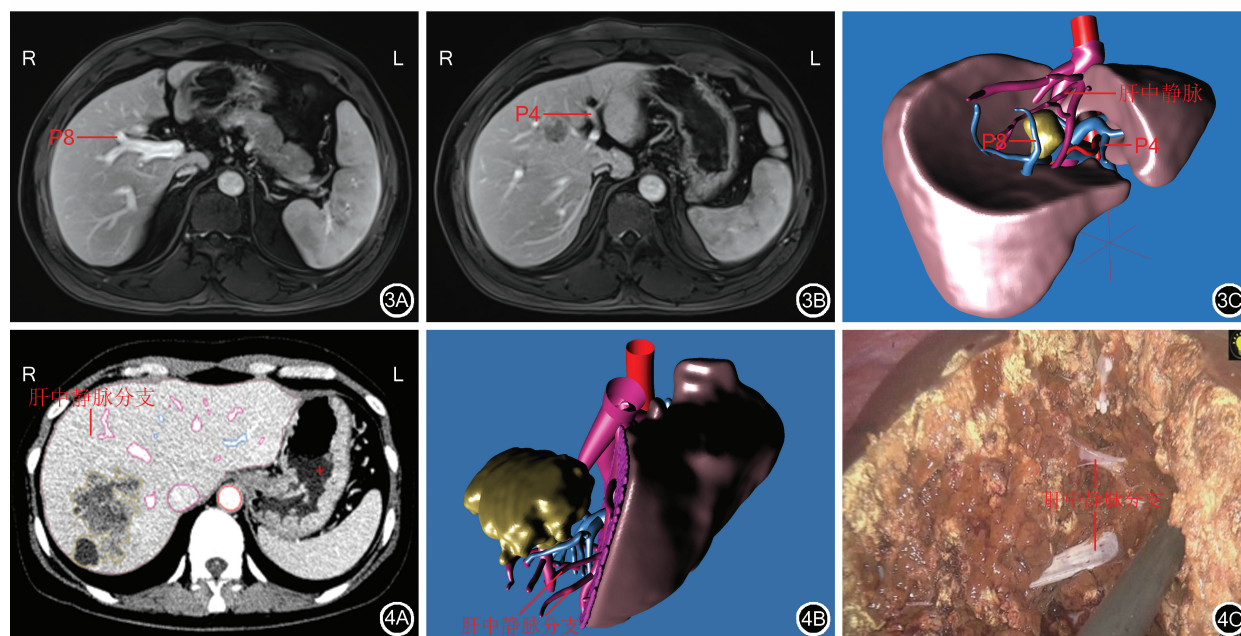


图3 病例1手术规划肝脏预切除范围 3A:患者术前腹部MRI检查示肝Ⅷ段门静脉(P8);3B:患者术前腹部MRI检查示肝Ⅳ段门静脉(P4);3C:三维重建进行术前虚拟手术规划,P4、P8分别为肝Ⅳ、Ⅷ段门静脉属支 图4 病例2术中检查情况及CT检查三维重建结果 4A:肝中门静脉分支;4B:三维重建肝中静脉分支;4C:三维重建导航下肝中静脉分支

对肝脏肿瘤的精准诊断与治疗具有重要意义。数字化三维成像技术作为一种形态学指导工具,目前已在肝脏外科领域得到广泛应用,肝脏外科开始迈入精准肝切除时代^[2-3,11]。

笔者中心于2014年开始采用数字化三维成像系统指导腹腔镜肝切除术,主要从术前风险评估、指导手术方案、术中间接手术导航、术后规避并发症等方面指导肝脏手术。

3.1 三维重建系统精准定位

在肝切除术中,充分了解肝脏解剖结构及评估有功能的剩余肝脏体积对患者的预后具有重要指导意义。根据术前影像学检查分析肝内复杂多变的管道解剖,完成二维图像到实体脏器立体图像的转变较困难,而三维重建技术可弥补这一缺点。Lamadé等^[12]的研究结果显示:与传统的CT、MRI检查等二维图像比较,临床医师利用三维可视化模型可明显提高肝脏肿瘤空间定位和肿瘤切除范围的准确性。

笔者中心利用三维重建技术对肝脏肿瘤患者进行肿瘤的空间定位,包括与重要管道的毗邻关系进行判断,同时对重要管道的变异情况尤其是第一肝门肝动脉、门静脉、肝静脉管道的走行进行观察。与患者肝脏解剖一致的立体图像可在手术医师脑中直观呈现,有助于手术规划及术中的安全操作。

3.2 术前风险评估

外科医师评估肝脏手术风险时,传统根据生化

指标、Child-Pugh分级及肝脏储备功能^[13-14]。但上述指标无法准确评估手术风险,肝切除术后肝衰竭比例较高。2011年国际肝病研究小组在采用新50-50标准法后指出11%的肝切除患者面临术后肝衰竭风险^[15]。而预防术后肝衰竭最有效的方式是避免术后剩余肝脏体积过小。Vauthey等^[16]发现肝切除体积>75%的患者术后肝衰竭发生率明显增加。Shoup等^[17]建议术后剩余肝脏体积>25%。Ferrero等^[18]认为:对肝功能正常的患者,其剩余肝脏体积>26.4%安全、可行,对已有肝功能异常或肝硬化患者,剩余肝脏体积应>31%。Wakabayashi等^[19]进一步研究提出肝功能异常患者剩余肝脏体积需>40%。黄志强^[20]结合我国肝癌患者情况,建议肝功能正常患者剩余肝脏体积>30%,而有肝功能异常、肝硬化患者剩余肝脏体积应>50%,避免术后发生肝衰竭。董家鸿等^[21]进一步将肝脏生化指标、肝脏储备功能等与肝脏体积结合评估手术风险。

应用三维重建技术,可通过计算机系统精确计算肝脏体积、标准肝脏体积、剩余肝脏体积,衡量患者手术风险,预测术后发生肝衰竭的可能性,为医师设计和优化肝切除术方案提供客观依据。笔者中心常规行肝脏储备功能试验,发现储备功能正常患者,剩余肝脏体积>30%标准肝脏体积是安全的。而对于肝硬化患者,剩余肝脏体积需>40%标准肝脏体积。患者剩余肝脏体积过小,判定无法耐受手术时

应首先考虑局部化疗、RFA 等非手术治疗方式。近年来,随着以 ALPPS 为代表的肝切除术的兴起,对于部分剩余肝脏体积过小的患者可以通过 ALPPS 或门静脉栓塞使剩余肝脏体积增生,从而获得手术机会^[22-25]。

3.3 虚拟手术个性化制订手术方案

三维重建软件最大优势在于制订个性化手术方案。基于三维重建软件,术者可通过反复演练,改变传统仅凭主观经验诊断、分析和设计手术方案的模式。通过脉管引流区域模拟等功能,尽可能多地保留管道及功能良好的肝脏实质,提高手术的精准性、安全性,给予患者最佳的医疗决策。通过精准模拟成功制订个性化手术方案。如上述第 1 例典型病例,患者为肝Ⅷ段占位性病变,肿瘤贴近肝中静脉及肝Ⅷ段门静脉分支,常规手术方案建议行肝Ⅷ切除,极有可能切除肝中静脉及肝Ⅷ段门静脉分支。但术前通过三维重建的流域模拟功能发现,切除肝Ⅷ段+肝中静脉+肝Ⅷ段门静脉后肝Ⅳ段无引流静脉,为失功能性肝脏体积,也需切除。因此,术前调整手术方案,为患者制订个性化手术方案,施行肝Ⅳ+Ⅷ段肝切除术,这是传统二维 CT 及 MRI 影像学检查无法实现的功能。

3.4 术中导航规避风险

三维重建技术可立体呈现肝脏解剖学结构,较传统的二维影像学更为清楚、直观地显示脉管走行,术者可更为直观了解肝内复杂脉管的变异、分布情况。同时,通过对肝脏进行多次虚拟切割,术者通过三维重建系统对患者肝脏病灶充分了解,有助于外科医师从整体上、多方位地观察评估病灶与重要脉管结构的关系和更加精细的术中操作,可有效地避开重要的管道结构,减少因对肝内结构及变异不熟悉造成术中出血、胆汁漏等术后并发症^[26]。本研究中第 2 例典型病例,患者右半肝占位性病变拟行右半肝切除术,术前行脉管定位发现该患者肝中静脉存在 2 支较大分支。为避免术中这 2 支分支的损伤,手术医师在离断肝脏时注意解剖并显露这 2 支脉管,减少术中出血风险,提高手术安全性和精准性。

3.5 三维重建技术在复杂肝切除术中的应用

肝脏解剖结构复杂,施行肝切除术存在潜在的风险,特别是施行复杂性肝切除术。复杂的肝脏手术中因肿瘤体积巨大及位置较深,术中暴露困难、毗邻重要脉管结构、切除范围过大、肝脏功能较差等,容易引发术中出血、胆汁漏、肝衰竭等并发症,手术

存在较大困难,需有经验的肝脏外科医师施行。

笔者中心研究 50 例行腹腔镜复杂肝切除术患者临床资料,其结果显示:术前行肝脏三维重建患者手术时间及术中出血量明显优于对照组。这得益于术前通过三维重建软件对手术进行多次预演,精确评估切除范围,术中注意脉管变异尤其第一肝门部重要脉管的变异,减少第一肝门部解剖时间,行区段性血流阻断,提前寻找脉管以规避脉管的损伤。这可缩短手术时间,减少术中重要脉管的创伤。但同时 139 例行腹腔镜非复杂肝切除术患者研究,其结果显示:术前是否行三维重建对手术时间及术中出血量没有显著影响。非复杂肝切除术患者行肝脏三维重建时可能更多观察肿瘤定位和细小脉管的毗邻等空间定位功能,尤其是多数患者采用全肝门阻断,三维重建对识别第一肝门重要脉管走行的意义有限。

综上,肝脏三维重建技术在肝切除术术前评估中有利于精准肝切除术手术方案选择及个性化制订手术方案。尤其是在腹腔镜复杂肝切除术中,术前行肝脏三维重建可缩短手术时间、减少术中出血量^[27-29]。但对非复杂肝切除术及较简单的肝脏手术,术前行三维重建的意义值得商榷。由于三维可视化技术来源于术前影像学资料,其反映肝脏解剖的精确结构仍依赖于 CT、MRI 等影像学技术的改进。同时,由于是术前资料,患者术中体位变化及呼吸改变尤其是气腹压力,均会改变肝脏解剖学结构,术中需引起注意。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] World Health Organization. International Agency for Research on Cancer. Lyon, 2018.
- [2] 方驰华,冯石坚,范应方,等.三维可视化技术在评估残肝体积及指导肝切除中的应用研究[J].肝胆外科杂志,2012,20(2):95-98. DOI:10.3969/j.issn.1006-4761.2012.02.007.
- [3] 王学栋.计算机辅助手术规划系统在精准肝脏外科中的应用研究[D].济南:山东大学,2013.
- [4] Nanashima A, Abo T, Sakamoto I, et al. Three-dimensional fusion images of hepatic vasculature and bile duct used for preoperative simulation before hepatic surgery [J]. Hepatogastroenterology, 2012,59(118):1748-1757. DOI:10.5754/hge11818.
- [5] 中华人民共和国卫生和计划生育委员会医政医管局.原发性肝癌诊疗规范(2017年版)[J].中华消化外科杂志,2017,16(7):635-647. DOI:10.3760/cma.j.issn.1673-9752.2017.07.001.
- [6] Ban D, Tanabe M, Ito H, et al. A novel difficulty scoring system for laparoscopic liver resection[J]. J Hepatobiliary Pancreat Sci, 2014,21(10):745-753. DOI:10.1002/jhbp.166.
- [7] Michels NA. Newer anatomy of the liver and its variant blood supply and collateral circulation[J]. Am J Surg, 1966,112(3):337-347.

- [8] Couinaud C. The liver: anatomic and surgical studies[M]. Paris: Masson, 1957: 71-118.
- [9] Atri M, Bret PM, Fraser-Hill MA. Intrahepatic portal venous variations: Prevalence with US[J]. Radiology, 1992, 184(1): 157-158. DOI: 10.1148/radiology.184.1.1609075.
- [10] 董家鸿, 黄志强. 精准肝切除——21 世纪肝脏外科新理念[J]. 中华外科杂志, 2009, 47(21): 1601-1605. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0529-5815.2009.21.001.
- [11] 董家鸿, 杨世忠, 段伟东, 等. 精准肝脏外科技术在复杂肝脏占位性病切除中的应用[J]. 中华外科杂志, 2009, 47(21): 1610-1615. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0529-5815.2009.21.003.
- [12] Lamadé W, Glombitza G, Fischer L, et al. The impact of 3-dimensional reconstructions on operation planning in liver surgery[J]. Arch Surg, 2000, 135(11): 1256-1261.
- [13] Fan ST. Methods and related drawbacks in the estimation of surgical risks in cirrhotic patients undergoing hepatectomy[J]. Hepatogastroenterology, 2002, 49(43): 17-20.
- [14] Imamura H, Sano K, Sugawara Y, et al. Assessment of hepatic reserve for indication of hepatic resection: decision tree incorporating indocyanine green test[J]. J Hepatobiliary Pancreat Surg, 2005, 12(1): 16-22. DOI: 10.1007/s00534-004-0965-9.
- [15] Rahbari NN, Garden OJ, Padbury R, et al. Posthepatectomy liver failure: a definition and grading by the International Study Group of Liver Surgery (ISGLS)[J]. Surgery, 2011, 149(5): 713-724. DOI: 10.1016/j.surg.2010.10.001.
- [16] Vauthey JN, Chaoui A, Do KA, et al. Standardized measurement of the future liver remnant prior to extended liver resection: methodology and clinical associations[J]. Surgery, 2000, 127(5): 512-519. DOI: 10.1067/msy.2000.105294.
- [17] Shoup M, Gonen M, D'Angelica M, et al. Volumetric analysis predicts hepatic dysfunction in patients undergoing major liver resection[J]. J Gastrointest Surg, 2003, 7(3): 325-330.
- [18] Ferrero A, Viganò L, Polastri R, et al. Postoperative liver dysfunction and future remnant liver: where is the limit? Results of a prospective study[J]. World J Surg, 2007, 31(8): 1643-1651. DOI: 10.1007/s00268-007-9123-2.
- [19] Wakabayashi H, Ishimura K, Okano K, et al. Application of pre-operative portal vein embolization before major hepatic resection in patients with normal or abnormal liver parenchyma[J]. Surgery, 2002, 131(1): 26-33.
- [20] 黄志强. 肝脏外科学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1981: 357-365.
- [21] 董家鸿, 郑树森, 陈孝平, 等. 肝切除术前肝脏储备功能评估的专家共识(2011 版)[J]. 中华消化外科杂志, 2011, 10(1): 20-25. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-9752.2011.01.006.
- [22] 蔡秀军, 彭淑牖, 虞洪, 等. 完全腹腔镜下行 ALPPS 治疗伴肝硬化的原发性肝癌可行性临床探讨[J]. 中国实用外科杂志, 2014, 34(7): 637-640. DOI: 10.7504/CJPS. ISSN1005-2208. 2014.07.17.
- [23] Kumar N, Duncan T, O'Reilly D, et al. Partial ALPPS with a longer wait between procedures is safe and yields adequate future liver remnant hypertrophy[J]. Ann Hepatobiliary Pancreat Surg, 2019, 23(1): 13-19. DOI: 10.14701/ahbps.2019.23.1.13.
- [24] 彭淑牖, 黄从云, 李江涛, 等. 末梢门静脉栓塞术在计划性肝切除手术中的应用初探[J]. 中华外科杂志, 2016, 54(9): 664-668. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0529-5815.2016.09.004.
- [25] Wang Z, Peng Y, Hu J, et al. Associating Liver Partition and Portal Vein Ligation for Staged Hepatectomy for Unresectable Hepatitis B Virus-related Hepatocellular Carcinoma: A Single Center Study of 45 Patients[J]. Ann Surg, 2018[Epub ahead of print]. DOI: 10.1097/SLA.0000000000002942.
- [26] Saito S, Yamanaka J, Miura K, et al. A novel 3D hepatectomy simulation based on liver circulation: Application to liver resection and transplantation[J]. Hepatology, 2005, 41(6): 1297-1304. DOI: 10.1002/hep.20684.
- [27] 李连海, 许惠玲, 王金榜. 肝脏 CT 三维重建评估肝门部胆管癌根治术临床应用研究[J]. 实用肝脏病杂志, 2018, 21(6): 947-950. DOI: 10.3969/j.issn.1672-5069.2018.06.029.
- [28] 周林, 史海达, 史宪杰, 等. CT 三维重建可视化系统在原发性肝癌肝切除中的应用[J/CD]. 中华肝脏外科手术学电子杂志, 2018, 7(6): 454-459. DOI: 10.3877/cma.j.issn.2095-3232.2018.06.006.
- [29] 王松平, 李建生, 马金良, 等. 三维重建技术在精准肝切除中的临床应用[J]. 世界华人消化杂志, 2014, 22(15): 2169-2174. (收稿日期: 2019-04-24)

本文引用格式

梁霄, 茅棋江, 梁岳龙, 等. 肝脏三维重建技术在腹腔镜肝切除术中的应用价值[J]. 中华消化外科杂志, 2019, 18(5): 439-446. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-9752.2019.05.008.

Liang Xiao, Mao Qijiang, Liang Yuelong, et al. Application value of three-dimensional reconstruction technique in laparoscopic hepatectomy[J]. Chin J Dig Surg, 2019, 18(5): 439-446. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-9752.2019.05.008.

· 读者 · 作者 · 编者 ·

本刊官方网站重要栏目简介

《中华消化外科杂志》官方网站(<http://www.zhxxhk.com>)由 10 余个精品栏目组成, 结合了远程审稿系统、手术演示、文字资讯、图片报道等内容。

外科天地: 以精品手术视频演示为主。“外科天地”不仅分享国内外著名医师的手术技巧, 同时还为读者提供交流和探讨手术心得的平台。

每期快报: 刊登最新一期的文章精华。读者可及时了解本刊最新一期的重点内容, 把握国内消化外科的发展趋势并下载自 2007 年以来本刊刊登的所有文章。

精华转载: 选载最新学术资讯, 传播前沿学术动态。通过该栏目, 读者可在第一时间获悉消化外科领域的研究动态, 开阔视野。欢迎各位同道访问《中华消化外科杂志》官方网站, 并留下你们宝贵的意见。