

# 腹腔镜限量解剖性肝切除术的理念与实践

郑树国 旷钥文

陆军军医大学第一附属医院全军肝胆外科研究所, 重庆 400038

通信作者: 郑树国, Email: shuguoZh@tmmu.edu.cn

**【摘要】** 腹腔镜解剖性肝切除术已成为肝细胞癌的治愈性治疗措施之一, 从外科学和肿瘤学的角度, 都被证实能给患者带来微创和生存双重获益。我国肝细胞癌患者>80%合并肝硬化, 肝脏储备功能受损, 肿瘤常跨越肝段生长、累及多个肝段, 传统腹腔镜解剖性肝切除术因切除肝脏体积较大, 容易导致术后肝衰竭而应用受限。基于肝细胞癌的肿瘤生物学特性和传统腹腔镜解剖性肝切除术的局限性, 腹腔镜限量解剖性肝切除术的理念应运而生并用于实践。腹腔镜限量解剖性肝切除术又称保留肝实质的解剖性肝切除术, 是指以肿瘤病灶为中心, 以肿瘤门静脉流域为参考平面, 根据肿瘤所在位置及其与亚肝段和(或)肝段的解剖关系, 切除肿瘤及其所在亚肝段和(或)肝段门静脉流域, 其核心理念是在保证肿瘤学安全的前提下, 最大限度保留功能性肝实质。腹腔镜限量解剖性肝切除的手术方式包括解剖性亚肝段切除、肝段切除和保留肝实质的联合亚肝段和(或)肝段切除术, 其适应证主要是位于(亚)肝段之间的小肝癌或微小肝癌, 采用三维可视化、腹腔镜超声检查和吲哚菁绿融合荧光等导航技术, 通过多个亚肝段的拼接组合, 实现以肿瘤病灶为中心、以切缘为本的解剖性肝切除术, 可以达到既最大限度切除肿瘤门静脉流域的肝组织, 又最大限度保留功能性肝脏结构和体积的目的。目前腹腔镜限量解剖性肝切除术治疗肝细胞癌尚处于探索阶段, 其远期肿瘤学结果有待进一步研究。随着技术进步和理念更新, 腹腔镜限量解剖性肝切除术将成为肝细胞癌微创精准治疗的核心手段。笔者综合分析国内外相关研究, 深入阐述腹腔镜限量解剖性肝切除术的概念与发展沿革、理论和技术支持、肿瘤学安全性及发展趋势等方面的研究现状。

**【关键词】** 肝肿瘤; 限量肝切除; 解剖性肝切除; 外科; 外科手术; 腹腔镜检查

**基金项目:** 国家自然科学基金面上项目(81972303)

## Concept and practice of laparoscopic limited anatomical hepatectomy

Zheng Shuguo, Kuang Yuewen

Institute of Hepatobiliary Surgery, the First Affiliated Hospital of Army Medical University, Chongqing 400038, China

Corresponding author: Zheng Shuguo, Email: shuguoZh@tmmu.edu.cn

**【Abstract】** Laparoscopic anatomic hepatectomy has become one of the therapeutic measures for hepatocellular carcinoma (HCC), which has been proven to bring both minimally invasive and survival benefits to patients from both surgical and oncological perspectives. More than 80% of HCC patients in China are complicated with cirrhosis, and the liver reserve function is impaired. Tumors often grow across liver segments or involve multiple segments. However, the application of traditional laparoscopic anatomic hepatectomy is limited due to the large volume of liver resection, which is prone to lead to postoperative liver failure. Based on the bio-oncological characteristics of HCC and the limitations of traditional laparoscopic anatomical hepatectomy, the concept and practice of laparoscopic limited anatomical hepatectomy (LLAH) came into being. LLAH, also known as hepatic parenchyma-preserving anatomical hepatectomy, is based on the tumor lesion as the center, the portal territory with tumor as the reference plane, and anatomical relationship between tumor

DOI: 10.3760/cma.j.cn115610-20220506-00255

收稿日期 2022-05-06

引用本文: 郑树国, 旷钥文. 腹腔镜限量解剖性肝切除术的理念与实践[J]. 中华消化外科杂志, 2022, 21(5): 586-590. DOI: 10.3760/cma.j.cn115610-20220506-00255.



location and the sub-hepatic segment or hepatic segment as the principle to remove the tumor and its subsegment or hepatic segmental portal territory. Its core concept is to maximize the preservation of functional liver parenchyma on the premise of ensuring oncological resection. The main surgical procedures of LLAH include anatomical subsegmental resection, segmentectomy and combined subsegmental/segmental resection with preservation of liver parenchyma. Its main indication is small or micro hepatocellular carcinoma located between subsegments/segments. Navigation technologies such as three-dimensional visualization, laparo-scopic ultrasound, and indocyanine green fusion fluorescence are used to achieve anatomical hepatectomy with tumor and its oncological safety margin as the center through the splicing and combination of multiple subsegments/segments. The purpose of resection of the liver tissue in the portal territory with tumor and preservation of the functional liver structure and volume are achieved to the maximum extent after LLAH. At present, LLAH for HCC is still in the exploratory stage, and its long-term oncology results need to be further studied. However, with technological progress and concept update, LLAH will surely become the core method for minimally invasive and precise treatment of HCC. Combined with related researches at home and abroad, the authors describe the concept and development, theoretical and technical supports, oncological safety and development trends of LLAH.

【Key words】 Liver neoplasms; Limited hepatectomy; Anatomical hepatectomy; Surgery; Surgical procedures, operative; Laparoscopy

Fund program: National Natural Science Foundation of China (81972303)

腹腔镜解剖性肝切除术已成为肝细胞癌有效的治愈性治疗措施之一,从外科学和肿瘤学的角度,都被证实能给患者带来微创和生存双重获益<sup>[1]</sup>。我国肝细胞癌患者>80%合并肝硬化,肝脏储备功能受损,肿瘤常跨越肝段生长,传统腹腔镜解剖性肝切除术因切除肝脏体积较大,容易导致术后肝衰竭等并发症而应用受限<sup>[2-4]</sup>。基于肝细胞癌的肿瘤生物学特性和传统腹腔镜解剖性肝切除术的局限性,腹腔镜限量解剖性肝切除术(laparoscopic limited anatomical hepatectomy, LLAH)的理念应运而生并用于实践。LLAH 又称腹腔镜保留肝实质的解剖性肝切除术,是在保证肿瘤学安全的前提下,最大限度保留功能性肝实质的一种微创解剖性肝切除术手术方式,理论上具有围手术期及肿瘤学双重优势,有望成为肝细胞癌微创精准外科治疗的核心手段<sup>[5]</sup>。笔者综合分析国内外相关研究,深入阐述 LLAH 的概念与发展沿革、理论和技术支持、肿瘤学安全性及发展趋势等方面的研究现状。

### 一、限量肝切除术的概念与演进

随着器械设备的更新、解剖学和外科学的进步,肝切除技术和策略不断优化。限量肝切除概念的提出可追溯至 20 世纪 90 年代,由于多模式治疗的进步,结直肠癌肝转移(colorectal cancer liver metastases, CRLM)已成为西方国家肝脏外科最常见手术适应证,疗效也显著提高<sup>[6]</sup>。CRLM 患者 R<sub>0</sub>切除术后 5 年生存率>50%,10 年生存率约为 25%<sup>[7]</sup>。术后高复发率是 CRLM 外科治疗最常见的问题,复发后再次手术对延长患者的总生存时间也有重要作

用。已有的研究结果显示:肝切除术后并发症发生率与切除肝段数量及切除肝脏体积呈正相关;如果缺乏有效诱导剩余肝脏再生的手段,针对肝脏多发和(或)双侧转移病灶 CRLM 患者的大范围解剖性肝切除术将增加手术并发症发生率和病死率<sup>[8]</sup>。为降低术后肝功能衰竭发生率,切除更多转移灶,并允许未来再次切除,限量肝切除的概念应运而生,并逐步成为 CRLM 手术切除的重要策略。当时限量肝切除的手术方式主要为针对肝脏转移病灶的小范围楔形切除,其治疗 CRLM 的主要作用在于提高切除率,增加复发后的治疗选择,尤其是增加再次手术切除机会,从而延长患者生存时间;另一作用在于能有效降低术后并发症,如降低围手术期输血率,缩短 ICU 时间,并发症、围手术期死亡及肝功能不全比例均较低<sup>[9]</sup>。

随着对肝脏解剖学研究的深入和术中超声检查技术的应用,解剖性肝切除术在肝细胞癌的外科治疗上得到广泛应用与发展,手术并发症和病死率也下降至可接受水平。肝细胞癌患者普遍伴有肝硬化,解剖性肝切除术相对于其他手术方式需切除较多功能肝实质,有并发术后肝衰竭的风险,且不适用于肝脏储备功能受损及剩余肝脏体积不足患者,其应用和发展受到限制<sup>[3-4]</sup>。为避免“牺牲”大量肝实质,减少术后肝衰竭并发症,限量肝切除理念和技术逐渐应用于肝细胞癌的外科治疗,手术方式主要为沿肿瘤边界一定切缘的非解剖性肝切除术。20 世纪初,肝胆外科学者对解剖性肝切除术与非解剖性肝切除术治疗肝细胞癌的疗效进行对

比研究,其结果显示:解剖性肝切除术治疗肝细胞癌具有更好的远期肿瘤学结果,同时可以避免非解剖性肝切除术导致的无效肝组织残留及相关并发症<sup>[10-11]</sup>。上述研究结果进一步确定了解剖性肝切除术在肝细胞癌外科治疗中的核心地位。

近年来,腹腔镜肝切除术经历从简单到复杂,再到精准的探索、发展和优化过程,流程化、标准化、规范化的操作体系已形成。目前,开腹条件下能完成的肝切除手术方式,包括限量肝切除手术均可在腹腔镜下实施,腹腔镜非解剖性肝切除术以及解剖性亚肝段、肝段、联合肝段、肝区、半肝乃至更大范围的肝切除术已广泛应用于肝细胞癌的外科治疗,且安全、可行。随着技术和理念的更新,Ho 等<sup>[12]</sup>于 2013 年首次提出 LLAH 概念,其核心理念是在保证实施解剖性肝切除术的前提下,尽可能多地保留功能性肝实质。其优势在于仍保证解剖性肝切除,术后远期肿瘤学效果不劣于传统解剖性肝切除术,同时保留更多功能性肝实质,降低术后肝衰竭发生率,增加复发后再次手术切除的机会。

## 二、LLAH 的手术方式和适应证

LLAH 强调以肿瘤为中心,切除荷瘤亚肝段门静脉分支流域,以替代传统的大范围解剖性肝切除术,避免“牺牲”过多肝实质。其手术方式包括解剖性亚肝段、肝段切除以及肝实质保留的联合亚肝段、肝段切除术,实现解剖性切除的同时,仍遵守实质保留原则。在临床实践中,对位于肝中叶(肝 S4、S5、S8 段)的肝癌,传统的扩大左、右半肝或左、右三叶切除可以优化为解剖性肝中叶(肝 S4+S5+S8 段)切除,保留肝 S2、S3 及肝 S6、S7 段。Hjortsjo<sup>[13]</sup>基于门静脉分支流域及 Couinaud 的传统肝脏分段方法,将 S5、S8 段进一步分为前腹侧和前背侧段,这种新的流域分段方法可将解剖性肝中叶(肝 S4+S5、S8 段)切除进一步优化为限量肝中叶(肝 S4+S5、S8 段腹侧)切除。针对右半肝恶性肿瘤的传统解剖性右半肝切除术,可根据肿瘤大小及受累及门静脉分支流域情况优化为限量解剖性右前区(肝 S5+S8 段)、右后区切除(肝 S6+S7 段),右上区(肝 S7+S8 段)、右下区(肝 S5+S6 段)切除或右后区+前背侧段(肝 S6+S7+S5、S8d 段)切除等方式<sup>[14]</sup>。左半肝体积相对较小,传统观点认为左半肝恶性肿瘤行解剖性左半肝切除术简便、易行,通常不会发生术后肝衰竭并发症。但对于伴有肝硬化的左半肝恶性肿瘤,可发生肝脏萎缩-增生复合征,导致左、右半肝体积比例失衡,出现左半肝体积达到甚至超过右半肝的情

况,此时,也应根据肿瘤累及门静脉流域及肝静脉情况优化手术方式,行肝 S2/3 段切除、肝 S4 段切除或肝 S3+S4b 段等限量解剖性肝切除术,以保留更多肝实质<sup>[15]</sup>。

LLAH 的主要适应证是伴有肝硬化肝细胞癌,尤其是位于(亚)肝段之间的小肝癌或微小肝癌,如果肿瘤病灶位于亚肝段、肝段门静脉流域的中心,且肿瘤边缘距流域间分界线足够远(>1 cm),选择行荷瘤亚肝段、肝段的解剖性肝切除术可取得较好肿瘤学疗效。如肿瘤病灶位于肝段之间或跨越肝段生长时,选择行联合肝段的传统解剖性切除术,将“牺牲”较多肝实质,不适合肝脏储备功能及剩余肝脏体积不足者。如行非解剖性肝切除术,有可能残留经门静脉转移的微病灶。此时可选择以肿瘤病灶为中心、以荷瘤门静脉分支流域的解剖学边界为参考平面,通过多个亚肝段的拼接组合,行段间肿瘤病灶的限量解剖性切除术,达到既能最大限度切除荷瘤门静脉流域的肝组织,又能最大限度保留功能性肝脏结构和体积的目的。

## 三、LLAH 的理论基础和技术支持

LLAH 是一种解剖性肝切除术,以整块祛除肿瘤病灶及其潜在微小转移病灶和血管侵袭为特征,契合肝细胞癌经门静脉系统播散的肿瘤生物学行为,在切除肿瘤的同时,一并切除荷瘤门静脉分支流域肝段。理论上其可降低肝细胞癌随门静脉血流在荷瘤肝段播散转移的风险,更符合肿瘤学原则。此外,基于肝脏解剖学研究进展,肝脏分段以及以肝静脉作为段间解剖分界最初由 Couinaud 描述<sup>[16]</sup>。后来由 Takasak 进行深入研究,提出以 Glisson 蒂为本的分段方法及“锥体单元”的概念<sup>[17]</sup>。“锥体单元”是肝脏最小的可切除解剖单位,其基部在肝脏表面,顶端朝向肝门,每个肝段由 6~8 个“锥体单元”组成。根据 Takasak 的理论,限量解剖性肝切除术是切除荷瘤肝区及其滋养 Glisson 蒂构成的“锥体单元”。根据从外周 Glisson 蒂分支逐步到主 Glisson 蒂的方式优先选择解剖性亚肝段切除,其次是肝段切除,然后才是肝区和更大范围切除,可在实现根治切除的同时最低限度“牺牲”健康肝实质及管道结构。

由于肝细胞癌病情复杂多变,肝内脉管系统解剖结构复杂,变异较多,针对目标病灶及肝内管道系统的影像学评估及手术规划是 LLAH 治疗肝细胞癌的重要术前评估内容。基于薄层增强 CT 和(或)MRI 检查的三维重建可视化技术可全景式立



体展示肝脏、病灶及脉管系统的空间结构,清晰显示三维立体图像<sup>[18-19]</sup>。借助肝脏透明化和局部放大技术,通过不同角度和方位旋转,多维度展现目标病灶空间定位并透视门静脉、肝动脉、胆管和肝静脉汇合方式、走行及变异情况,对病灶、涉及脉管流域、剩余肝脏区段进行精确的定量容积分析,可实现虚拟仿真手术,规划最佳手术路径,指导手术操作,提高手术精确度和安全性。

离断肝脏平面的规划和决策是 LLAH 的关键技术环节。传统方法包括根据肝脏表面的解剖标识,腹腔镜超声检查确认标志肝静脉或肝蒂在肝脏表面的投影及走行以及“三线一面”,即依据目标肝蒂阻断后肝脏表面的缺血线、肝实质内的肝静脉及肝后下腔静脉三者形成的平面进行肝实质离断。但在某些情况下,LLAH 的离断肝脏平面与经典的 Couinaud 段间平面不吻合,此时依赖缺血线和肝静脉导向可能会误导离断肝脏平面。近年来,吲哚菁绿荧光融合影像检查引导的腹腔镜解剖性肝切除术,使外科医师能够对肝实质内部立体染色区域有更加快速、直接的理解<sup>[20]</sup>。肝段染色方法的选择可遵循:单一亚肝段或肝段染色尽量选用正染法,联合肝段采用鞘外解剖的反染法<sup>[21-22]</sup>。结合术前影像检查的三维重建门静脉系统,个体化了解肿瘤所在目标肝段的肝蒂供应情况,经荷瘤门静脉流域功能标定目标肝段范围,并确定支配肝蒂数量和穿刺部位。术中以腹腔镜超声检查全程确认管道结构并引导穿刺和离断,保证术前染色规划的正确实施。笔者经验为:使用吲哚菁绿荧光导航有利于肝实质深部段间平面和切缘的识别和确认,实时引导正确的离断肝脏平面,确保完整切除整个荷瘤门静脉分支流域肝组织及充分的切缘,并保证预留肝实质的血供和引流正常,对实现 LLAH 及手术规划和实际切除的高度一致性至关重要。

#### 四、LLAH 治疗肝细胞癌的肿瘤学安全性

目前,LLAH 治疗肝细胞癌肿瘤学安全性的最大质疑为是否增加肝内复发。肝细胞癌术后复发根据复发部位可以分为切缘旁局部复发和肝内非切缘旁远处复发。与传统解剖性肝切除术比较,LLAH 通常采用“窄切缘”切除,这是否会增加切缘旁复发,尚有争议。另外,保留更多的肝实质意味着“可能滋生肿瘤”的肝脏更多,剩余肝脏体积越多并非提示肝内非切缘旁复发更高。Berardi 等<sup>[23]</sup>的研究结果显示:55 例肝细胞癌患者行 LLAH 的 R<sub>0</sub> 切除率与传统解剖性肝切除术相当,但术中出血量更

少,术后住院时间明显缩短。Kurimoto 等<sup>[24]</sup>对 32 例行保留前腹侧或前背侧段的 LLAH 和 33 例行传统解剖性右前区(肝 S5+S8 段)切除术的肝细胞癌患者进行对比研究,其结果显示:两组患者术后 5 年总生存率及无病生存率比较,差异均无统计学意义。另有研究结果显示:大范围肝切除可诱导产生更多细胞因子,刺激肝脏再生同时,可能激发隐性肿瘤发展<sup>[25]</sup>。上述研究结果初步证明 LLAH 治疗肝细胞癌的肿瘤学安全性,但尚需大样本、前瞻性系统对比研究进一步证实其远期肿瘤学疗效。

LLAH 的核心理念是在病理学上完整切除肿瘤及荷瘤门静脉流域的肝组织,在生理学上最大限度保留功能性肝脏的结构和体积,其本质是一种优化的微创解剖性肝切除术手术方式。与非解剖性肝切除术比较,LLAH 能显著降低肝细胞癌术后局部复发;与传统的腹腔镜解剖性肝切除术比较,能保留更多体积的功能性肝实质,提高手术安全性。

#### 五、LLAH 的发展趋势和应用前景

目前 LLAH 的相关研究主要聚焦于其可行性分析、技术路线探索、术后短期效果评价等方面,如何精准规划和决策 LLAH 的切除范围,尤其是跨越肝段生长的肝细胞癌,如何以肿瘤为中心,确定支配肝蒂数量和穿刺部位,对荷瘤亚肝段、甚至亚亚肝段的门静脉流域进行染色和立体界面的确定,并实施精准切除,是目前亟待探索解决的问题。虽然有关 LLAH 的操作流程和临床应用尚未形成统一规范,但在肝细胞癌的外科治疗中,LLAH 理念非常重要。LLAH 手术方式中肝脏体积损失小,对肝功能影响小,手术安全性高,术后并发症低,而且保留更多肝实质能增加复发后进行再次切除的可能性,从而改善患者生存情况。同时转化治疗蓬勃发展,肝细胞癌的外科治疗策略应该从“保留患者所需的最少肝实质”逐步转变为“保留尽量多的肝实质”,使患者获益最大化。

#### 六、结语

近年来,以最小创伤侵袭,获得最大脏器保护和最佳康复效果的精准肝脏外科理念备受关注意<sup>[26-27]</sup>。LLAH 成为这一新理念的标志。尽管 LLAH 的临床应用尚处于探索阶段,但随着技术进步和理念更新,笔者相信其必将成为肝细胞癌微创精准治疗的核心手段。

**利益冲突** 所有作者均声明不存在利益冲突

## 参 考 文 献

- [1] Liao K, Yang K, Cao L, et al. Laparoscopic anatomical versus non-anatomical hepatectomy in the treatment of hepatocellular carcinoma: a randomised controlled trial[J]. *Int J Surg*, 2022[2022-05-04]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35525414/>. DOI:10.1016/j.ijssu.2022.106652.[Epub ahead of print].
- [2] El-Serag HB. Hepatocellular carcinoma[J]. *N Engl J Med*, 2011,365(12):1118-1127. DOI:10.1056/NEJMra1001683.
- [3] Tang A, Hallouch O, Chernyak V, et al. Epidemiology of hepatocellular carcinoma: target population for surveillance and diagnosis[J]. *Abdom Radiol (NY)*, 2018, 43(1): 13-25. DOI:10.1007/s00261-017-1209-1.
- [4] Morise Z, Wakabayashi G. First quarter century of laparoscopic liver resection[J]. *World J Gastroenterol*, 2017, 23(20):3581-3588. DOI:10.3748/wjg.v23.i20.3581.
- [5] 郑博文,郑树国.腹腔镜解剖性肝切除术治疗肝细胞癌的现状与思考[J/CD]. *肝癌电子杂志*, 2021,8(4):1-5. DOI:10.3969/j.issn.2095-7815.2021.04.001.
- [6] Gouillat C, Manganas D, Saguier G, et al. Resection of hepatocellular carcinoma in cirrhotic patients: longterm results of a prospective study[J]. *J Am Coll Surg*, 1999,189(3):282-290. DOI:10.1016/s1072-7515(99)00142-8.
- [7] Tomlinson JS, Jarnagin WR, DeMatteo RP, et al. Actual 10-year survival after resection of colorectal liver metastases defines cure[J]. *J Clin Oncol*, 2007,25(29):4575-4580. DOI:10.1200/JCO.2007.11.0833.
- [8] Matsumura M, Mise Y, Saiura A, et al. Parenchymal-sparing hepatectomy does not increase intrahepatic recurrence in patients with advanced colorectal liver metastases[J]. *Ann Surg Oncol*, 2016,23(11):3718-3726. DOI:10.1245/s10434-016-5278-0.
- [9] Memeo R, de Blasi V, Adam R, et al. Parenchymal-sparing hepatectomies (PSH) for bilobar colorectal liver metastases are associated with a lower morbidity and similar oncological results: a propensity score matching analysis[J]. *HPB (Oxford)*, 2016,18(9):781-790. DOI:10.1016/j.hpb.2016.06.004.
- [10] Feng X, Su Y, Zheng S, et al. A double blinded prospective randomized trial comparing the effect of anatomic versus non-anatomic resection on hepatocellular carcinoma recurrence[J]. *HPB (Oxford)*, 2017,19(8):667-674. DOI:10.1016/j.hpb.2017.04.010.
- [11] Cho JY, Han HS, Choi Y, et al. Association of remnant liver ischemia with early recurrence and poor survival after liver resection in patients with hepatocellular carcinoma [J]. *JAMA Surg*, 2017,152(4):386-392. DOI:10.1001/jama surg.2016.5040.
- [12] Ho CM, Wakabayashi G, Nitta H, et al. Total laparoscopic limited anatomical resection for centrally located hepatocellular carcinoma in cirrhotic liver[J]. *Surg Endosc*, 2013, 27(5):1820-1825. DOI:10.1007/s00464-012-2624-6.
- [13] Hjortsjo CH. The topography of the intrahepatic duct systems[J]. *Acta Anat (Basel)*, 1951,11(4):599-615.
- [14] Fujimoto J, Hai S, Hirano T, et al. Anatomic liver resection of right paramedian sector: ventral and dorsal resection [J]. *J Hepatobiliary Pancreat Sci*, 2015,22(7):538-545. DOI:10.1002/jhbp.249.
- [15] Kim YK, Han HS, Yoon YS, et al. Total anatomical laparoscopic liver resection of segment 4 (S4), extended S4, and subsegments S4a and S4b for hepatocellular carcinoma [J]. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*, 2015,25(5):375-379. DOI:10.1089/lap.2014.0443.
- [16] Couinaud C. Liver lobes and segments: notes on the anatomical architecture and surgery of the liver[J]. *Presse Med*, 1954,62(33):709-712.
- [17] Takasaki K. Hepatic resection using glissonean pedicle transection[J]. *Nihon Geka Gakkai Zasshi*, 1998,99(4):245-250.
- [18] Togo S, Shimada H, Kanemura E, et al. Usefulness of three-dimensional computed tomography for anatomic liver resection: sub-segmentectomy[J]. *Surgery*, 1998,123(1):73-78.
- [19] Takamoto T, Hashimoto T, Ogata S, et al. Planning of anatomical liver segmentectomy and subsegmentectomy with 3-dimensional simulation software[J]. *Am J Surg*, 2013,206(4):530-538. DOI:10.1016/j.amjsurg.2013.01.041.
- [20] Urade T, Sawa H, Iwatani Y, et al. Laparoscopic anatomical liver resection using indocyanine green fluorescence imaging[J]. *Asian J Surg*, 2020,43(1):362-368. DOI:10.1016/j.asjsur.2019.04.008.
- [21] Xu Y, Chen M, Meng X, et al. Laparoscopic anatomical liver resection guided by real-time indocyanine green fluorescence imaging: experience and lessons learned from the initial series in a single center[J]. *Surg Endosc*, 2020,34(10):4683-4691. DOI:10.1007/s00464-020-07691-5.
- [22] Wang X, Teh C, Ishizawa T, et al. Consensus guidelines for the use of fluorescence imaging in hepatobiliary surgery[J]. *Ann Surg*, 2021,274(1):97-106. DOI:10.1097/SLA.00000000000004718.
- [23] Berardi G, Igarashi K, Li CJ, et al. Parenchymal sparing anatomical liver resections with full laparoscopic approach: description of technique and short-term results[J]. *Ann Surg*, 2021,273(4):785-791. DOI:10.1097/SLA.00000000000003575.
- [24] Kurimoto A, Yamanaka J, Hai S, et al. Parenchyma-preserving hepatectomy based on portal ramification and perfusion of the right anterior section: preserving the ventral or dorsal area[J]. *J Hepatobiliary Pancreat Sci*, 2016,23(3):158-166. DOI:10.1002/jhbp.317.
- [25] Tanaka K, Shimada H, Matsumoto C, et al. Impact of the degree of liver resection on survival for patients with multiple liver metastases from colorectal cancer[J]. *World J Surg*, 2008,32(9):2057-2069. DOI:10.1007/s00268-008-9610-0.
- [26] 杨世忠,冯晓彬,董家鸿.精准外科理念指导下的肝癌外科治疗[J]. *精准医学杂志*, 2018,33(3):189-192,196. DOI:10.13362/j.jpmed.201803001.
- [27] 董家鸿. 肝细胞癌精准外科治疗[J/CD]. *肝癌电子杂志*, 2014,1(1):20-24.