



doi:10.3978/j.issn.1005-6947.2016.01.019
http://dx.doi.org/10.3978/j.issn.1005-6947.2016.01.019
Chinese Journal of General Surgery, 2016, 25(1):126-131.

· 文献综述 ·

联合肝脏离断和门静脉结扎的二步肝切除术研究进展

刘波 综述 金成, 顾元龙 审校

(南通大学第三附属医院 肝胆胰中心, 江苏 无锡 214041)

摘要

联合肝脏离断和门静脉结扎的二步肝切除术 (ALPPS) 作为一种新的外科手术方法, 给因传统手术后剩余肝脏体积不足而不能接受大范围肝切除术的患者带来了希望。该方法一经提出便得到肝外科学家们的青睐, 并在应用中不断地提出新的改进方法。早期的研究表明 ALPPS 的手术病死率和并发症发生率较高, 随着技术的发展, 已有零病死率报道。但是 ALPPS 后的远期治疗效果尚无明确报道。笔者复习相关文献就该技术的应用进行综述。

关键词

肝切除术 / 方法; 肝肿瘤; 剩余肝体积

中图分类号: R657.3

Associating liver partition and portal vein ligation for staged hepatectomy: research progress

LIU Bo, JIN Cheng, GU Yuanlong

(Center of Hepatopancreatobiliary Surgery, the Third Affiliated Hospital, Nantong University, Wuxi, Jiangsu 214041, China)

Abstract

Associating liver partition and portal vein ligation for staged hepatectomy (ALPPS), as a new surgical method, brings hope to patients who cannot tolerate extensive liver resection because of the low future liver remnant volume after the conventional resection technique. From the time this method was proposed, it has been favored by surgical scientists, and its improvements are continuously being made during practice. Initial results showed a relatively high incidence of complications and death of ALPPS. Recently, with the development of techniques, zero mortality has been reported. However, the long-term oncological result of ALPPS is still unknown. Here, the authors, based on literature review, address the application of this technique.

Key words

Hepatectomy/method; Liver Neoplasms; Future Liver Remnant

CLC number: R657.3

对于原发性肝癌或转移性肝癌, 根治性手术

是最有效的治疗手段, 有研究^[1]显示, 完整切除肿瘤所在肝段或肝叶可显著提高患者术后生存率和生存质量。围手术期肝衰是导致治疗失败的主要原因, 与肝衰直接相关的是残肝体积 (future liver remnant, FLR), 目前认为常规手术后, 肝功能正常的患者, 术后剩余肝脏不能低于30%, 有过化疗或者肝硬化的患者, 术后剩余肝脏不能低于40%^[2]。因此在肝脏外科过去20年的发展历程中, 获得更多的FLR一直是不断的推动肝脏外科的发

基金项目: 国家自然科学基金青年科学基金资助项目 (81301805); 江苏省无锡市医院管理中心联合攻关资助项目 (YGZX1305); 2015年度无锡市卫生局重大基金资助项目 (Z201503)。

收稿日期: 2015-10-12; 修订日期: 2015-12-16。

作者简介: 刘波, 南通大学第三附属医院住院医师, 主要从事肝胆胰外科疾病方面的研究。

通信作者: 顾元龙, Email: alan89515@163.com

展,出现了各种诱导FLR生长的方法,根据大量的研究^[3-4],门静脉闭塞(portal vein occlusion, PVO)结合二阶段肝切除的方法一直被认为是处理剩余肝脏不足的标准方法,但是由于此方法两次手术间隔时间较长(4~6周),约有20%~30%的患者由于病情发展或FLR增生不足而无法完成二阶段手术。近年来,联合门静脉结扎和肝脏离断的二步肝切除(associating liverpartition and portal veinligation for staged hepatectomy, ALPPS)方法被提出,该方法已经被证实可以快速有效的诱导肝脏增生,改变了人们对不可切除的概念的认识。但是随之而来的是其未知的安全性和长期肿瘤学结果相关质疑^[5]。本文将对ALPPS的研究进展作一综述。

1 ALPPS 历史

较大肝脏肿瘤切除术后肝衰竭一直是肝脏外科发展的瓶颈,外科医师不断地寻找新方法以保证足够的剩余肝脏。1980年Makuuchi^[6]首先提出了门静脉右支栓塞技术(portal vein embolization, PVE),促使左叶肝脏再生增大,从而安全实施右半肝或右三叶切除,并得到广泛的应用。随后,Adam和Clavien相继对此法进行改进,提出在第一步手术中楔形切除所有左侧肝脏的肿瘤并结扎门静脉右支(portal vein ligation, PVL),并取得了良好的效果^[7]。然而,上述方法共同的缺点为:(1)两次手术间隔时间较长(约4~6周),肿瘤继续进展的可能性较大。(2)术后残肝再生效果不满意,部分患者得不到再手术机会。(3)第1次手术后导致腹腔粘连,使再手术切除困难。2007年,德国Schlitt在手术治疗1例肝门部胆管癌的患者时发现,患者的左肝剩余体积太小,不利于术后恢复,于是决定仅行肝管空肠吻合,沿镰状韧带离断肝脏、结扎右门静脉,术后第8天CT检查意外发现左半肝再生增大明显,遂决定再行第二步扩大右半肝切除术,术后患者恢复良好,这被认为是首例ALPPS手术^[8]。2011年南非开普敦的第9届南非肝胆胰会议时Baumgart等^[9]首次用海报形式正式报道了3例患者行ALPPS的疗效,至此ALPPS法正式被提出。

2 经典 ALPPS 方法

经典ALPPS法包括两个阶段。第一阶段:门静脉结扎+肝脏离段。手术探查腹腔后,使用术中超声检查明确肝脏内肿瘤的正确位置及分布情况。如左侧有肿瘤则先行切除,然后切断、缝合门静脉右支,充分游离右半肝,分离第三肝门。切除胆囊,沿镰状韧带完全离段肝实质,经胆总管行胆道造影和注射染料找出肝断面胆管胆汁漏点加以缝合,结扎胆囊管。手术结束前把右肝蒂、肝静脉和胆囊管用黑丝线围绕,以便第2次手术时容易分辨。用医用塑料袋包裹右半肝,塑料袋内外分别留置引流管,关腹^[7]。第二阶段:残肝评估+右半肝切除。术前行CT检查确定剩余肝脏有无残余肿瘤以及肝脏增生是否足够。原切口进入,分离粘连后,切断和结扎右肝蒂,把引流管置入胆囊管内行胆道造影和测试断面胆汁漏,最后置入2根引流管后关腹^[7]。

3 肝脏再生机理

确切的肝脏再生机理尚不得而知,根据目前的研究,“体液、血流”改变理论被认为是促进肝脏再生的主要原因。首先,肝细胞的增生受到血流和体液变化的调节,特别对门静脉血流变化很敏感^[10]。单侧门静脉结扎或栓塞后,改变了另一侧血流变化,门静脉血流完全进入剩余肝脏,营养供应也增加,促进肝脏的增生。Wilms等^[11]通过对PVE和PVL之后的肝脏血管造影发现这些被栓塞的肝段形成了新的血管分支,这些再通的分支被认为是导致剩余肝脏再生不足的一个原因,ALPPS术中完全离断肝实质,有效阻止了血管分支形成,所以肝脏增生明显。其次,肝脏产生的细胞因子,生长因子和激素,在肝脏增生的起始,发展和终止的过程中起到了不可或缺的作用^[12]。门静脉结扎和肝脏离断对机体造成较强的刺激,并引起局部炎症反应,促使血液循环中多种细胞因子,如肿瘤坏死因子 α (TNF- α)及白细胞介素6(IL-6)分泌明显增加,启动肝细胞再生,并在肝细胞生长因子、转化生长因子、表皮细胞生长因子等多种细胞因子作用下协同激活G₀期肝细胞进入细胞周期循环,从而促进肝再生^[13]。

4 应用及改进

4.1 应用背景

ALPPS自第一次被提出以来,虽然其较高的并发症和病死率饱受争议,但这丝毫不影响肝胆外科医生对其的追求,国际上已有较多的临床报道,并创立了国际性研究网站(<http://www.alpps.net>)。2013年上海中山医院周俭等^[14]成功实施了国内首例ALPPS,并取得满意的治疗效果,此后国内相继出现大量报道。随着应用的增加,ALPPS也在被不断的改进。

4.2 不接触技术减少对肿瘤的挤压

肿瘤手术过程中对肿瘤的挤压有可能导致肿瘤细胞脱落而发生种植转移,因此术中应尽量避免对肿瘤的挤压,经典ALPPS方法是充分游离、完全离段肝脏,暴露出下腔静脉^[5],在此过程中难免会挤压到肿瘤组织。因此有学者提出了一个叫“混合ALPPS”的方法,通过减少对右半肝的操作来改善治疗效果^[15],并且被一些医学中心所接受^[16]。这种技术是在第一次手术时,完全用前入路的方法离断肝实质,不游离右半肝,不解剖肝十二指肠韧带,尽量减少挤压触碰肿瘤。Vennarecci等^[17]利用前入路结合绕肝带提拉法能减少肝脏游离过程中引起的出血,避免肿瘤破裂、播散以及压迫下腔静脉导致的循环不稳定等情况的发生。另外,随着腹腔镜肝切除技术越来越多的应用于临床,腹腔镜下可以减少对肝脏的挤压,同时可以减少术后组织的粘连,也有利于二阶段的手术^[18-19]。

4.3 肝脏止血带法 (ALTPS)

ALTPS (associating liver tourniquet and portal ligation for staged hepatectomy)是指通过肝后隧道穿行绕肝带捆绑肝脏取代肝脏实质离断^[20]。此法不仅有效阻断了左右肝脏间血流,还降低第一次手术复杂度,减少手术时间,并潜在的减少并发症的发生。Robles等^[21]报道了22例使用ALTPS患者,在平均7 d手术间期期内,FLR增长率达61%,术后肝衰竭发生率为22.7%,病死率为9%,平均随访6个月总生存率为100% (术后死亡2例未统计)。Cai等^[19]首次在完全腹腔镜下结合使用绕肝止血带完成ALPPS手术,进一步降低了腹腔粘连、感染的风险。

4.4 部分离断的ALPPS (P-ALPPS)

区别于传统的ALPPS肝脏完全离断,P-ALPPS (partial-ALPPS)法只离断肝实质至肝中静脉水平。Petrowsky等^[22]研究发现P-ALPPS与ALPPS术后可以取得相似的FLR增生,而P-ALPPS比ALPPS并发症及病死率更低。同期Alvarez等^[23]也得出相似的结论。相对于完全肝脏离段,部分离断手术创伤相对更小,手术时间短,一阶段手术不涉及肝中静脉,降低了手术难度,并减少肝脏淤血坏死的风险。

4.5 使用生物防粘连物质

经典的ALPPS在一阶段充分游离右肝并离断肝实质后建议用一个医用塑料袋包裹右肝,来减少组织粘连。在后续的报道中^[24],越来越多的外科医生认为医用塑料袋可能导致创面的渗出物及胆瘘引流不畅,增加感染的风险,有些患者由于病情的发展而无法行二阶段手术,但又不得不采用手术取出塑料袋,因此建议不使用或仅在断面放置生物防粘连物质。

4.6 其他改进

采用腹腔镜技术可以减少粘连有利于术后早期恢复^[18]。射频消融的方法离断肝实质可以降低手术复杂程度,在平均21.8 d的间隔期内FLR增加了62.3%^[25]。Gringeri等^[26]采用微波固化进行ALPPS,即联合门脉右支结扎和选择性对肝IV段进行微波固化,可增加对侧肝脏的血供和阻断了肿瘤侵入左肝的风险。还有对FLR肝段进行改进的尝试,包括包括右肝-ALPPS、段4-ALPPS、和单段ALPPS等^[27-28]。

5 存在的争议

5.1 手术安全性

ALPPS法短期内FLR体积增加效果取得了令人兴奋的结果,但是术后较高的并发症(40%~64%)和病死率(22%~29%)一直是饱受争议的重点^[7],并发症主要包括胆瘘和感染,这也是造成围手术期死亡的主要原因,可见ALPPS较传统手术更加复杂。术前完善的胆道系统检查,及术中仔细的胆管缝扎可以有效降低胆瘘的发生率,同时越来越多的外科医生摒弃使用医用塑料袋包裹法防粘连,有效的减少的感染发生几率。

腹腔镜技术的应用也为手术带来了便利,减少了组织粘连的发生,降低了二次手术的复杂程度,患者创伤小,更加有利于术后恢复,随着手术方法的改进,及更慎重的患者选择,目前已90 d零病死率的报道^[24],笔者认为目前ALPPS还处于初级研究阶段,经过技术不断的完善,并发症和病死率必将得到改善。

5.2 可否取代传统的二步肝切除法

ALPPS手术的推出旨在取代传统二步手术使更多无法行常规手术的患者得到治疗的机会。Shindoh等^[4]回顾性分析对比了25例ALPPS手术与144例PVE手术,发现FLR增生率分别是74%、62%,主要的并发症有差异(40% vs. 33%),胆瘘(24% vs. 5.8%)及感染发生率(20% vs. 0%) ALPPS明显高于PVE,与肝脏有关的病死率也较高(12% vs. 5.8%),但是没有统计学意义。另外,由于间隔期内肿瘤的发展或者肝脏增生不足,有27.8% PVE组患者没法完成二阶段手术,但他们认为肿瘤进展主要为肝外转移,并无证据证实其与肝内病灶未及时清除有关。Schadde等^[29]还对来自多中心的PVO(包括PVE和PVL)和ALPPS手术回顾性分析,发现ALPPS组相对于PVO组有更高的并发症和病死率(90 d病死率:15% vs. 6%,肝衰发生率:13% vs. 9%),更多的ALPPS组患者完成了整个手术(83% vs. 66%),术后12个月复发率不相上下(54% vs. 52%)。ALPPS法在FLR体积增加及完整手术完成率有明显的优势,但是仍然存在很多不足的地方,显然ALPPS要取代传统二步肝切除手术还有很长的路要走。

5.3 二次手术时机选择及肝功能的评估

根据目前文献^[5, 30-31]显示,在平均6~9 d内,残肝增生可达40%~160%,且在第1周内增长最快,Knoefel等^[31]通过CT监测肝实质密度发现:残肝在肝脏离断术前及术后3 d的CT值无明显差异,故而认为残肝是真正再生而非水肿。由于时间较短,腹腔感染较轻,且腹腔粘连较少,肿瘤进展几率也较低,所以部分学者主张尽早行二阶段手术,肿瘤越早切除能获得更好的结果^[32],也可以使更多的患者能够完成二阶段手术。有学者^[33]则认为应该根据患者肝功能及身体恢复情况选择手术时机。目前实施二次手术的依据主要是基于CT测定FLR的增长程度,同时配合实验室检查结果,

但是肝脏体积大并不代表肝功能正常,甚至实验室生化指标也与肝功能有矛盾之处,如Nadalin等^[34]曾发现活体肝移植后3个月,各项生化功能显示正常,但是肝脏半乳糖代谢能力下降了40%。如何评价剩余肝脏功能成为一个亟待解决的问题,有人^[35-36]提出核素显像法或者吲哚菁绿(ICG)法来评价肝功能,但是目前缺乏足够的临床数据,仍然需要进一步的研究。

5.4 远期效果

ALPPS作为一个新生的技术,还在初级发展阶段,虽然表现出了无限的潜力,但是在长期生存率方面仍然缺乏足够的支撑。且一阶段手术后并没有切除肿瘤,术中对肿瘤的挤压,以及术后机体的变化必然会对肿瘤的生物行为产生影响,增加了肿瘤复发转移的风险,早期的数据也显示不管是肝内还是肝外复发是真实存在的^[29],这些都影响患者的生存率。据目前的资料显示,接受ALPPS手术患者在180 d的中位时间内无瘤生存率是73%~95%,1年后减少为46%~60%,CRLM患者1、2年的无瘤生存率为59%、41%^[29, 37],数据并不是很理想,但相对于MD安德森中心PVE法术后2年的生存率为25%的数据,ALPPS至少可以提供一個可接受的肿瘤学结果^[38]。

5.5 合并病毒性肝炎/肝硬化患者是否适用

目前关于ALPPS报道的病例中70%是结肠癌转移性肝癌,并认为是ALPPS绝对适应证。原发性肝癌由于常合并肝硬化和血管侵犯,肝功能受损,术后肝脏再生能力有限,预后较差,有研究^[39]提示在轻度到中度的乙肝肝硬化合并肝癌患者中实施ALPPS,残肝体积的增生较无硬化的肝组织明显减慢,平均12 d增长58%。王志明等^[40]对4例合并硬化的肝癌患者研究结果显示,一阶段术后10 d的时间,FLR从术前的26.4%增加到40.1%,术后未见明显并发症,3个月内1例因血管侵犯、肝内复发死亡。通过慎重的患者选择,Chan等^[41]对17例原发性肝癌患者研究发现术后6dFLR平均增加48.7%,总的并发症为11.8%,病死率5.9%。其他还有一些取得成功个案报道^[22, 42-43],由于现有的报道较少,且肝硬化程度较轻,因此合并肝硬化特别是中重度肝硬化患者使用ALPPS术式还需要更多的临床研究。

6 展 望

作为一个新技术ALPPS为FLR不足的肝癌患者提供了一种治疗选择, 并已取得可观的结果, 虽然还存在许多不足的地方, 但是新事物的出现总会有一个争论期, 相信随着方法的不断改善, 研究的不断深入, 远期疗效将会更加明朗。

参考文献

- [1] Agrawal S, Belghiti J. Oncologic resection for malignant tumors of the liver[J]. *Ann Surg*, 2011, 253(4):656-665.
- [2] Clavien PA, Petrowsky H, DeOliveira ML, et al. Strategies for safer liver surgery and partial liver transplantation[J]. *N Engl J Med*, 2007, 356(15):1545-1559.
- [3] Balzan S, Belghiti J, Farges O, et al. The "50-50 criteria" on postoperative day 5: an accurate predictor of liver failure and death after hepatectomy [J]. *Ann Surg*, 2005, 242(6):824-829.
- [4] Shindoh J, Vauthey JN, Zimmiti G, et al. Analysis of the efficacy of portal vein embolization for patients with extensive liver malignancy and very low future liver remnant volume, including a comparison with the associating liver partition with portal vein ligation for staged hepatectomy approach[J]. *J Am Coll Surg*, 2013, 217(1):126-133.
- [5] Schnitzbauer AA, Lang SA, Goessmann H, et al. Right portal vein ligation combined with in situ splitting induces rapid left lateral liver lobe hypertrophy enabling 2-staged extended right hepatic resection in small-for-size settings[J]. *Ann Surg*, 2012, 255(3):405-414.
- [6] Makuuchi M, Thai BL, Takayasu K, et al. Preoperative portal embolization to increase safety of major hepatectomy for hilar bile duct carcinoma: a preliminary report[J]. *Surgery*, 1990, 107(5):521-527.
- [7] 刘允怡, 刘晓欣. 对“联合肝脏离断和门静脉结扎的二步肝切除术”的述评[J]. *中华消化外科杂志*, 2013, 12(7):481-484.
Liu YY, Liu XX. Comments on Associating liver partition and portal vein ligation for staged hepatectomy[J]. *Chinese Journal of Digestive Surgery*, 2013, 12(7):481-484.
- [8] de Santibañes E, Clavien PA. Playing Play-Doh to prevent postoperative liver failure: the "ALPPS" approach[J]. *Ann Surg*, 2012, 255(3):415-417.
- [9] Baumgart J, Lang S, Lang H. A new method for induction of liver hypertrophy prior to right trisectionectomy: a report of three cases[J]. *HPB (Oxford)*, 2011, 13(Suppl 2):1-145.
- [10] Mortensen KE, Conley LN, Nygaard I, et al. Increased sinusoidal flow is not the primary stimulus to liver regeneration[J]. *Comp Hepatol*, 2010, 9:2. doi: 10.1186/1476-5926-9-2.
- [11] Wilms C, Mueller L, Lenk C, et al. Comparative study of portal vein embolization versus portal vein ligation for induction of hypertrophy of the future liver remnant using a mini-pig model[J]. *Ann Surg*, 2008, 247(5):825-834.
- [12] Schlegel A, Lesurtel M, Melloul E, et al. ALPPS: from human to mice high lighting accelerated and novel mechanisms of liver regeneration[J]. *Ann Surg*, 2014, 260(5):839-847.
- [13] 苏丽娟, 阴正兴, 王文博, 等. 调控肝再生的胞内信号通路研究进展[J]. *国际遗传学杂志*, 2008, 31(5):351-355.
Su LJ, Yin ZX, Wang WB, et al. Advances in Research of Intracellular Signaling Pathways Regulating Liver Regeneration[J]. *International Journal of Genetics*, 2008, 31(5):351-355.
- [14] 周俭, 王征, 孙健, 等. 联合肝脏离断和门静脉结扎的二步肝切除术[J]. *中华消化外科杂志*, 2013, 12(7):485-489.
Zhou J, Wang Z, Sun J, et al. Associating liver partition and portal vein ligation for staged hepatectomy[J]. *Chinese Journal of Digestive Surgery*, 2013, 12(7):485-489.
- [15] Dokmak S, Belghiti J. Which limits to the "ALPPS" approach? [J]. *Ann Surg*, 2012, 256(3):e6. doi: 10.1097/SLA.0b013e318265fd64.
- [16] Chan AC, Robert P, Poon RT. Simplifying the ALPPS procedure by the anterior approach[J]. *Ann Surg*, 2014, 260(2):e3. doi: 10.1097/SLA.0000000000000736.
- [17] Vennarecci G, Levi Sandri GB, Ettorre GM. Performing the ALPPS Procedure by Anterior Approach and Liver Hanging Maneuver[J]. *Ann Surg*, 2016, 263(1):e11. doi: 10.1097/SLA.0000000000001007.
- [18] Machado MA, Makdissi FF, Surjan RC. ALPPS procedure with the use of pneumoperitoneum[J]. *Ann Surg Oncol*, 2013, 20(5):1491-1493.
- [19] Cai X, Peng S, Duan L, et al. Completely laparoscopic ALPPS using round-the-liver ligation to replace parenchymal transection for a patient with multiple right liver cancers complicated with liver cirrhosis[J]. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*, 2014, 24(12):883-886.
- [20] Robles Campos R, Parrilla Paricio P, López Conesa A, et al. A new surgical technique for extended right hepatectomy: tourniquet in the umbilical fissure and right portal vein occlusion (ALTPS). Clinical case[J]. *Cir Esp*, 2013, 91(10):633-637.
- [21] Robles R, Parrilla P, López-Conesa A, et al. Tourniquet modification of the associating liver partition and portal ligation for staged hepatectomy procedure[J]. *Br J Surg*, 2014, 101(9):1129-1134.
- [22] Petrowsky H, Györi G, de Oliveira M, et al. Is partial-ALPPS safer than ALPPS? A single-center experience[J]. *Ann Surg*, 2015, 261(4):90-92.
- [23] Alvarez FA, Ardiles V, de Santibañes M, et al. Associating liver partition and portal vein ligation for staged hepatectomy offers high

- oncological feasibility with adequate patient safety: a prospective study at a single center[J]. *Ann Surg*, 2015, 261(4):723-732.
- [24] Hernandez-Alejandro R, Bertens KA, Pineda-Solis K, et al. Can we improve the morbidity and mortality associated with the associating liver partition with portal vein ligation for staged hepatectomy (ALPPS) procedure in the management of colorectal liver metastases[J]. *Surgery*, 2015, 157(2):194-201.
- [25] Gall TM, Sodergren MH, Frampton AE, et al. Radio-frequency-assisted liver Partition with Portal vein ligation (RALPP) for liver regeneration[J]. *Ann Surg*, 2015, 261(2):e45-46.
- [26] Gringeri E, Boetto R, D'Amico FE, et al. Laparoscopic microwave ablation and portal vein ligation for staged hepatectomy (LAPS): a minimally invasive first-step approach[J]. *Ann Surg*, 2015, 261(2):e42-43.
- [27] Gauzolino R, Castagnet M, Blanleuil ML, et al. The ALPPS technique for bilateral colorectal metastases: three "variations on a theme"[J]. *Updates Surg*, 2013, 65(2):141-148.
- [28] de Santibañes M, Alvarez FA, Santos FR, et al. The associating liver partition and portal vein ligation for staged hepatectomy approach using only segments I and IV as future liver remnant[J]. *J Am Coll Surg*, 2014, 219(2):e5-9.
- [29] Schadde E, Ardiles V, Slankamenac K, et al. ALPPS offers a better chance of complete resection in patients with primarily unresectable liver tumors compared with conventional-staged hepatectomies: results of a multicenter analysis[J]. *World J Surg*, 2014, 38(6):1510-1519.
- [30] Li J, Girotti P, Königsrainer I, et al. ALPPS in right trisectionectomy: a safe procedure to avoid postoperative liver failure?[J]. *J Gastrointest Surg*, 2013, 17(5):956-961.
- [31] Knoefel WT, Gabor I, Rehders A, et al. In situ liver transection with portal vein ligation for rapid growth of the future liver remnant in two-stage liver resection[J]. *Br J Surg*, 2013, 100(3):388-394.
- [32] Abshagen K, Eipel C, Vollmar B. A critical appraisal of the hemodynamic signal driving liver regeneration[J]. *Langenbecks Arch Surg*, 2012, 397(4):579-590.
- [33] Kokudo N, Shindoh J. How can we safely climb the ALPPS?[J]. *Updates in Surgery*, 2013, 65(3):175-177.
- [34] Nadalin S, Testa G, Malagó M, et al. Volumetric and functional recovery of the liver after right hepatectomy for living donation[J]. *Liver Transpl*, 2004, 10(8):1024-1029.
- [35] Ulla M, Ardiles V, Levy-Yeyati E, et al. New surgical strategy to induce liver hypertrophy: role of MDCT-volumetry to monitor and predict liver growth[J]. *Hepatogastroenterology*, 2013, 60(122):337-342.
- [36] Lau L, Christophi C, Muralidharan V. Intraoperative Functional Liver Remnant Assessment With Indocyanine Green Clearance: Another Toehold for Climbing the "ALPPS" [J]. *Ann Surg*, 2015, 261(2):e43-45.
- [37] Schadde E, Ardiles V, Robles-Campos R, et al. Early survival and safety of ALPPS: first report of the International ALPPS Registry[J]. *Ann Surg*, 2014, 260(5):829-836.
- [38] Shindoh J, Tzeng C W, Aloia TA, et al. Portal vein embolization improves rate of resection of extensive colorectal liver metastases without worsening survival[J]. *Br J Surg*, 2013, 100(13):1777-1783.
- [39] 王征, 樊嘉, 周俭. ALPPS在肝脏外科的应用前景[J]. *肝胆外科杂志*, 2015, 23(1):1-2.
Wang Z, Fan J, Zhou J. Application of ALPPS in liver surgery[J]. *Journal of Hepatobiliary Surgery*, 2015, 23(1):1-2.
- [40] 王志明, 胡宽, 袁群刚, 等. 绕肝提拉法在联合肝脏离断和门静脉切断二步肝切除术中的应用[J]. *中国普通外科杂志*, 2015, 24(1):12-17.
Wang ZM, Hu K, Chang QG, et al. Application of liver hanging maneuver in associating liver partition and portal vein ligation for staged hepatectomy[J]. *Chinese Journal of General Surgery*, 2015, 24(1):12-17.
- [41] Chan AC, Poon RT, Chan C, et al. Safety of ALPPS Procedure by the Anterior Approach for Hepatocellular Carcinoma[J]. *Ann Surg*, 2016, 263(2):e14-16. doi: 10.1097/SLA.0000000000001272.
- [42] 洪德飞, 刘合春, 彭淑牖, 等. 联合肝脏离断和门静脉结扎二步肝切除术治疗肝硬化肝癌疗效分析(附1例报告)[J]. *中国实用外科杂志*, 2014, 34(8):739-743.
Hong DF, Liu HC, Peng SY, et al. Associating liver partition and portal vein ligation for staged hepatectomy for HCC with liver cirrhosis: A report of 1 case[J]. *Chinese Journal of Practical Surgery*, 2014, 34(8):739-743.
- [43] Xiao L, Li JW, Zheng SG. Totally laparoscopic ALPPS in the treatment of cirrhotic hepatocellular carcinoma[J]. *Surg Endosc*, 2015, 29(9):2800-2801.

(本文编辑 宋涛)

本文引用格式: 刘波, 金成, 顾元龙. 联合肝脏离断和门静脉结扎的二步肝切除术研究进展[J]. *中国普通外科杂志*, 2016, 25(1):126-131. doi:10.3978/j.issn.1005-6947.2016.01.019

Cite this article as: LIU B, JIN C, GU YL, et al. Associating liver partition and portal vein ligation for staged hepatectomy: research progress[J]. *Chin J Gen Surg*, 2016, 25(1):126-131. doi:10.3978/j.issn.1005-6947.2016.01.019