

劈离式肝移植的进展与展望

任钧楷¹, 张彤²

¹中山大学孙逸仙纪念医院胆胰外科, 广州 510120; ²厦门大学附属翔安医院普通外科, 厦门 361000

摘要: 目前肝移植仍然是治疗终末期肝病的唯一有效手段, 然而, 现有的肝移植供肝的数量不能满足大量需要肝移植的患者的需求。目前外科技术和医疗设备以及抗排斥药物的进步已经最大限度地扩大了供体池, 包括亲体肝移植 (living donor liver transplantation, LDLT)、ABO血型不相容肝移植、心脏死亡供体肝移植和劈离式肝移植 (split liver transplantation, SLT)。近年来, 劈离式肝移植成为肝移植领域的热门话题。这种肝移植方式可以将一个捐献者的肝脏分割成两个部分, 分别移植给两个需要肝移植的受者, 从而增加了肝脏的利用率。然而, SLT在技术上要求很高, 可能会导致围手术期并发症的增加, 并且可能会将一个高质量的供肝转变为两个边缘供肝。因此, 有必要对适合劈离的供肝进行评估, 并仔细筛选潜在的SLT受者, 以进一步增加SLT的数量和安全性。因此, 需要全面了解劈离式肝移植的优缺点, 以便更好地评估其在临床实践中的价值。本文将对目前劈离式肝移植在国内外的研究进展进行综合分析, 探讨其在临床实践中的应用和发展趋势。

关键词: 劈离式肝移植, 亲体肝移植, 尸肝肝移植

Progress of and prospects for split liver transplantation

Junkai Zhang¹, Tong Zhang²

¹Department of Biliary and Pancreatic Surgery, Sun Yat-sen Memorial Hospital, Guangzhou 510120, China; ²Department of General Surgery, Xiang'an Hospital of Xiamen University, Xiamen 361000, China.

Abstract: Right now, liver transplantation is still the only effective treatment for end-stage liver disease. However, the existing number of liver transplantation donors cannot meet the needs of a large number of patients who need a liver transplant. Current advances in surgical techniques and medical equipment and anti-rejection drugs have maximized the donor pool, including living-related liver transplantation, ABO-incompatible liver transplantation, cardiac death donor liver transplantation, and split liver transplantation. In recent years, split liver transplantation has become a hot topic in the field of liver transplantation. This form of liver transplantation can divide the liver of a donor into two parts and transplant them into two recipients who need a liver transplant, thus increasing the utilization of the liver. However, SLT is technically demanding, may result in increased perioperative complications, and may convert one quality donor into two marginal donors. Therefore, evaluation of donor livers suitable for splitting and careful screening of potential SLT recipients are necessary to further increase the number and safety of SLTs. Therefore, a comprehensive understanding of the advantages and disadvantages of split liver transplantation is needed to better assess its value in clinical practice. This article comprehensively analyzes the current advances in research on split liver transplantation at home and abroad and it explore trends in the procedure's use and development in clinical practice.

Keywords: split liver transplantation, living donor liver transplantation, deceased donor liver transplantation

1. 劈离式肝移植发展简史

Starzl于1963在一名3岁的胆道闭锁患儿身上进行了全球第一例原位全肝移植手术⁽¹⁾。在接下来的几十年里, 儿

童供肝短缺成为一个难题。20世纪80年代, Bismuth率先提出了减体积肝移植的方法, 使成人供肝移植植物能够用于儿童肝移植⁽²⁾。然而, 通过减体积的方法增加儿童的供肝来源, 却也变相加剧了成人受者的器官短缺。1988年, Pichlmayr依据Couinaud五叶八段分段法, 进行了全世界第一例劈离式肝移植, 实现了将一个供肝移植给两个受者即一个儿童和一个成人受者⁽³⁾。在不牺牲成人供肝来源的情况下, 增加了儿童供肝的数量, 在1岁以上的儿童受者中, SLT的发展与显著减少等候名单时间相关, 从192天到30天不等⁽⁴⁾。同年, Bismuth及其同事对两名成年受者进行了首次完全左/右半肝劈离手术, 两名受者都

收稿日期: 2023-8-1; 修回日期: 2024-1-10

基金项目: 无

通讯作者/Corresponding author: 张彤/Zhang Tong, E-mail: zhjeff72@sina.com

本文编辑: 沈艾

恢复了正常的肝功能,但都在移植后两个月内死亡,死因与手术技术无关⁽⁵⁾。这种劈离技术显著增加了成年人供肝。2002年,上海瑞金医院李宏为进行了国内首例劈离式肝移植尝试,手术顺利完成。由于围手术期管理经验欠缺及抗排斥药物等的限制,早期劈离式肝移植术后生存率并不理想。早在1990年, Broelsch就发表了一份关于30例劈离式移植结果的报告,25例儿童生存率为67%,5例成人生存率为20%⁽⁶⁾。有研究认为SLT会显著增加移植物丢失。Feng等人在2006年的报道显示,根据1998年至2002年美国器官移植受者科学登记系统(SRTR)的数据,在20023名成年患者中,SLT使移植物丢失的风险增加了52%⁽⁷⁾。英国移植登记处2000年至2014年间7929名患者的数据显示,SLT使移植物丢失的风险增加了60%⁽⁸⁾。近年来随着技术的进步,劈离式肝移植可获得和全肝移植相当的生存率,有研究表明SLT的1、3和5年移植物和受者生存率与尸肝移植(deceased donor liver transplantation,DDLT)组相比无显著差异⁽⁹⁾。

2. 供者的选择

在肝移植中,一些供者、受者因素已被证明会影响结果,如供者年龄、死亡原因、受者的暴发性疾病和冷缺血时间较长等⁽¹⁰⁾。与成人全肝移植相比,劈离式肝移植仍有风险。因此,针对SLT制定了严格的供者选择标准,只接受年轻、非肥胖和血流动力学稳定的供者。充分了解哪些供者适合SLT,将有助于更好地做出手术决策,并可能为促进SLT的政策提供信息。

SLT的供者选择是严格的,这意味着只选择最优质的供肝。Battula等人推荐的供者标准为:年龄小(<40岁)、体重正常(>50kg和<90 kg)、在ICU住院时间<5天、无脓毒症症状、肝功能检查轻度紊乱(转氨酶数值<2-3倍正常)⁽¹¹⁾。Liu等⁽¹²⁾为经典劈离式肝移植术推荐了以下供者标准:年龄<55岁且血流动力学稳定、ICU治疗时间<5 d、肝脏脂肪变性<30%、谷氨酰转氨酶<50 U/L、谷氨酸丙氨酸氨基转移酶<60 U/L和血清钠<160 mmol/L。尽管不同中心的标准不同,但这些标准都认识到年龄在肝缺血再灌注损伤中的重要性。目前,大多数关于SLT供者标准的讨论都集中在捐赠者的年龄上限上。Gao等人⁽¹³⁾报道了16例儿童供者的劈离式肝移植,其中8例来自7岁以下儿童供者,移植物和受者的存活率均为100%。中山大学附属第三医院牵头制定了劈裂式肝移植专家共识,其供者标准为:1.年龄<50岁;2.供肝重量(依据GRWR而定,成人受者GRWR>1.2%,儿童受者GRWR为2-4%);3. BMI<26 kg/m²;4. ICU住院时间<5 d;5.血流动力学稳定或低剂量升压药;6.肝脏脂肪变性比例<10%;7. AST/ALT<3倍正常上限;总胆红素<2倍正常上限;GGT<50 U/L;8.血清钠<160 mmol/L;9.冷缺血时间<10 h⁽¹⁴⁾。

3. 劈离方式

目前在劈离方式上主要有两种选择,在体劈离和离体劈离。1996年Rogiers X基于亲体肝移植供肝获取的经验,率先在一个循环稳定的已故供者中行在体劈离手术⁽¹⁵⁾。在体劈离是在供者血流稳定时进行肝门部的解剖和

肝实质的离断,作者认为原位劈离效果更好,主要和冷缺血时间缩短有关。在体劈离时能更清楚脉管结构,降低术后胆漏及出血等并发症的发生率。离体劈离是按正常肝脏获取流程获取到肝脏后,在冰浴的条件下进行后体劈离手术。相对于离体劈离,在体劈离的冷缺血时间相对更短,术中更清楚脉管结构以及IV段的灌注情况。其缺点在于,在体劈离仅适用于循环稳定的脑死亡供者,并且劈离手术的时间较长,可能会对同时获取的其他器官产生不利影响。通常,对于血流动力学稳定的供者,具有丰富经验的移植中心更倾向于在体劈离^(16,17)。目前的研究尚未证实两种劈离方式在术后并发症及受者和移植物生存方面的优劣,一项包含43例成人和儿童的离体SLT和20例原位SLT的单中心研究,结果表明5年受者或移植物的总体生存率无显著差异(成人:74% vs. 75%,儿童:59% vs. 86%)⁽¹⁸⁾。离体和体劈离的胆道和血管并发症也无显著差异。

4. 并发症及预后

4.1. 血管并发症

由于肝脏是肝动脉及门静脉双重供血,血液经肝静脉这一流出道进入下腔静脉。因此在移植时需要吻合多支血管。任何一支需要吻合的血管都可能发生血管并发症,而劈离式肝移植由于劈离的过程部分管道可能更细,在吻合时难度加大。

肝动脉并发症主要表现为急性肝动脉血栓形成、肝动脉狭窄及假性动脉瘤形成。急性肝动脉血栓形成可能与手术的技术、供受者ABO血型不合、冷缺血时间长及术后排斥反应有关。其术后表现多种多样,可能表现为转氨酶升高、胆漏及菌血症甚至急性肝衰竭。研究发现急性肝动脉血栓形成的中位时间为6.9天,因此大多数患者从术后第0天或第1天开始,在术后第1周常规进行彩色多普勒超声筛查肝动脉血供情况⁽¹⁹⁾。

肝动脉狭窄通常发生在肝动脉吻合处,其危险因素与急性肝动脉血栓形成有关,此外血管冗余或供者-受者大小不匹配导致的血管扭曲也可能引起肝动脉狭窄。肝动脉狭窄可能导致缺血、胆道并发症和移植物丢失。出现症状的中位时间为移植后100天⁽²⁰⁾。

假性动脉瘤形成是一种少见的并发症,可能与医源性损伤(钳夹、介入、穿刺)及感染有关⁽²¹⁻²³⁾。假性动脉瘤破裂可导致危及生命的腹腔内出血。通常可采取介入栓塞及手术切除。

与肝动脉并发症相比,门静脉并发症发生率较低,门静脉吻合时通常会采用“growth factor”(生长因子)的手术技术,一旦血流恢复,可以使门静脉扩张,可降低门静脉狭窄的发生率。门静脉并发症的患者可表现为转氨酶升高,或出现胃肠道出血、腹水等门静脉高压征象⁽²⁴⁾。门静脉狭窄通常见于门静脉吻合处,可能的原因有供受者血管口径不匹配及手术技术等方面的问题,多普勒超声可表现为狭窄处血流速度加快(PSV>125 cm/s)⁽²⁵⁾。门静脉血栓形成会降低移植物和移植后患者的生存率通常见于既往有门静脉血栓形成或高凝状态的受者,可选择手术、介入或抗凝等手段进行治疗。

肝静脉和下腔静脉狭窄在劈离式肝移植及亲体肝移

植等部分肝移植中更为常见,通常在移植后至少1年出现⁽²⁶⁾。由于劈离式肝移植通常采用背驮式,可能会因移植物流转而导致血管扭曲,从而引起急性流出道梗阻,并产生大量腹水的布加综合征的表现。肝静脉血栓形成也会引起类似的症状。

4.2. 胆道并发症

胆管狭窄包括吻合口狭窄和非吻合口狭窄,是最常见的胆道并发症。吻合口胆管狭窄通常位于吻合口处,其临床表现主要为梗阻性黄疸相关表现,治疗时通常采用内镜逆行胆管造影术(ERCP)联合支架置入或经皮引流⁽²⁷⁾。非吻合口胆道狭窄又称缺血性狭窄,通常是由于肝动脉血栓形成或胆管缺血性损伤引起的。非吻合口胆道狭窄位于吻合口的5 mm以上,肝外或肝内胆管均可发生非吻合口胆道狭窄,临床表现主要为黄疸及反复发热,非吻合口狭窄预后较差,由于其多灶性病变,高达50%的受者会导致移植物流失或死亡⁽²⁸⁾。

胆漏是肝移植早期并发症,大部分为吻合口的胆漏,也见于劈离式肝移植和亲体肝移植的肝脏断面。胆漏的临床表现主要为发热、腹痛等腹膜炎相关体征。术后引流管可见深黄色或黄绿色引流液,腹腔引流液检查胆红素水平高于血浆持续3天以上,或腹腔积液确认为胆汁。诊断通常需要经皮穿刺胆管造影术。小的胆漏可以保守治疗,但较大的胆漏可能需要经皮引流和/或支架置入⁽²⁹⁾。

4.3. 小肝综合征

小肝综合征(Small-for-size Syndrome, SFSS)多见于劈离及亲体等部分肝移植,通常对应的移植体与受体体重比(GRWR)小于0.8,或者移植体与标准肝体积之比小于40%。有研究认为亲体肝移植中移植体最小尺寸需要满足30-35%的受体标准肝体积或0.6-0.8%的GRWR^(30,31)。在高MELD评分的患者肝移植时需要更大体积的供肝。SFSS的临床表现主要为长期大量腹水、高胆红素血症、凝血功能障碍和肝性脑病。也可观察到如败血症、肾功能不全、胃肠功能障碍(肠梗阻)和出血等其他症状。有研究表明SFSS患者的1、3、5年生存率(分别为74.1%、67.9%和67.9%)与非SFSS患者的生存率(分别为83.5%、79.7%和77.0%)相当⁽³²⁾。目前SFSS的治疗可选择结扎脾动脉以降低门静脉压力,脾动脉结扎术可使门静脉压力降低11mmHg。也可通过流出道重建以避免移植肝充血,特别是在包括肝中静脉的右半肝移植的情况^(33,34),也可通过辅助性肝移植或者双供肝肝移植等方式。保守治疗,如积极的控制液体平衡,包括加强白蛋白及利尿治疗大量腹水、败血症的抗微生物治疗和营养治疗,都是减少或预防SFSS发展的重要方法。

5. 展望

5.1. 机械灌注

由于较长的冷缺血时间,离体劈离式供肝长期以来

都属于边缘供肝。目前机械灌注已经用于肝移植的器官维护,能最大程度减小器官保存过程中冷缺血带来的损伤。机器灌注可以在低温和恒温条件下进行,这使得在器官氧合和灌注时劈离肝脏成为可能。这结合了在体和离体技术的优点,最大限度地减少冷缺血时间。Guillaume等人报道了第一例低温机械灌注下完全左/右半肝的劈离手术,两个供肝均成功移植于一名4岁儿童和一名38岁成人受者⁽³⁵⁾。术后两个受者肝功能早期恢复,血清转氨酶低,6个月时,两名受者都存活,肝脏生物学指标正常,供肝功能正常。随后该中心进行了一项单中心前瞻性研究,在2018-2020年连续进行16例低温机械灌注下的离体劈离式肝移植,结果表明中位随访7.5个月期间未发生移植物流失或受者死亡,且在低温灌注下手术时间没有显著延长,但是缩短了供者冷缺血时间,延长了体外保存时间⁽³⁶⁾。

5.2. 腹腔镜肝移植

近年来腹腔镜肝移植是肝移植领域的热点之一,并且国内的各大移植中心也陆续开始尝试这一技术。腹腔镜手术越来越多地应用于各种手术领域,因为它比开放手术有优势,如腹部伤口减少、疼痛减轻、住院时间缩短。在肝移植的血管吻合时由于镜头的放大功能可以让术者放弃传统移植手术的显微镜。但是目前腹腔镜技术用于肝移植存在诸多争议,一方面是手术的安全性。肝移植手术的出血量较大,在开放手术时能迅速止血,但是在腹腔镜手术中视野受限以及腹腔镜下操作更困难,可能出现难以止住的大出血。二是腹腔镜操作可能导致手术时间延长,移植体的缺血时间延长,引起缺血再灌注损伤。韩国首尔大学报道了一例纯腹腔镜取肝+腹腔镜活体肝移植手术,患者病肝从脐下约12cm的横切口取出⁽³⁷⁾。供肝获取6 h,总手术时间16 h,肝静脉吻合时间42 min,门静脉吻合时间34 min,肝动脉吻合时间49 min,胆管吻合时间45 min。温缺血时间为84 min。患者于术后第11天出院,无并发症。目前也有劈离式供肝行腹腔镜肝移植的报道,Dokmak在2019-2021年选择了6例受者行腹腔镜肝移植术,其中2例全肝,3例减体积,1例为劈离式右半肝⁽³⁸⁾。术者选用脐上纵切口,中位手术时间为405(390-450) min。中位失血量为425(250-600) mL。只有接受劈离式供者的患者需要输1U红细胞。中位冷缺血和热缺血时间分别为438(360-575) min和35(30-40) min。中位无肝期为51(40-67) min。中位随访8(8-32) mon后,所有患者均存活,无晚期并发症。

在腹腔镜肝移植中受者的选择十分重要,一方面患者有腹水,肝脏相对萎缩,腹腔容积较大,同时移植肝的体积较小,有足够充分的操作空间。另一方面患者食管胃底静脉曲张或者存在分流,可以防止门静脉阻断时肠道淤血。腹腔镜肝移植技术目前可以用于选定的受者,促进早期康复,缩短住院时间。但是目前受限其技术,只能在经验丰富的移植中心进行尝试,在未来或许可以使用血管吻合器之类的新技术,简化手术操作,减少手术时间,使这一技术像其他腹腔镜手术一样得到普及。

综上所述,劈离式肝移植作为扩大供体池的重要方

式，临床意义在于不减少成人供肝的前提下，提供了儿童肝移植的供肝来源。劈离供肝的质量评估、供肝劈离的技术因素、供受者的匹配、OPO组织的协调合作是影响SLT的预后的重要因素。

利益冲突：所有作者均声明不存在利益冲突。

致谢：无。

作者贡献声明：无。

参考文献

1. T-E Starzl, T-L Marchioro, K-A Porter, *et al.* Homotransplantation of the liver. *Transplantation*, 1967;5:Suppl:790-803.
2. Bismuth H, Houssin D. Reduced-sized orthotopic liver graft in hepatic transplantation in children. *Surgery*. 1984;95:367-370.
3. Pichlmayr R, Ringe B, Gubernatis G, *et al.* Transplantation of a donor liver to 2 recipients (splitting transplantation) – A new method in the further development of segmental liver transplantation. *Langenbecks Arch Chir*. 1988;373:127-130. (in German)
4. Busuttill RW, Goss JA. Split liver transplantation. *Ann Surg*. 1999;229:313-321.
5. Strong RW. 1998 Distinguished Academician Lecture: hepatic resection – A Western perspective. *Ann Acad Med Singap*. 1999;28:330-335.
6. Broelsch CE, Emond JC, Whittington PF, *et al.* Application of reduced-size liver transplants as split grafts, auxiliary orthotopic grafts, and living related segmental transplants. *Ann Surg*. 1990;212:368-75; discussion 375-377.
7. Feng S, Goodrich NP, Bragg-Gresham JL, *et al.* Characteristics associated with liver graft failure: The concept of a donor risk index. *Am J Transplant*. 2006;6:783-790.
8. Collett D, Friend PJ, Watson CJ. Factors Associated With Short- and Long-term Liver Graft Survival in the United Kingdom: Development of a UK Donor Liver Index. *Transplantation*. 2017;101:786-792.
9. Gavriilidis P, Tobias A, Sutcliffe RP, *et al.* Survival following right lobe split graft, living- and deceased-donor liver transplantation in adult patients: a systematic review and network meta-analysis. *Transpl Int*. 2018;31:1071-1082.
10. McDiarmid SV, Anand R, Martz K, *et al.* A multivariate analysis of pre-, peri-, and post-transplant factors affecting outcome after pediatric liver transplantation. *Ann Surg*. 2011;254:145-154.
11. Battula NR, Platto M, Anbarasan R, *et al.* Intention to Split Policy: A Successful Strategy in a Combined Pediatric and Adult Liver Transplant Center. *Ann Surg*. 2017;265:1009-1015.
12. Liu H, Li R, Fu J, *et al.* Technical Skills Required in Split Liver Transplantation. *Ann Transplant*. 2016;21:408-415.
13. Gao W, Song Z, Ma N, *et al.* Application of pediatric donors in split liver transplantation: Is there an age limit? *Am J Transplant*. 2020;20(3):817-824.
14. 中华医学会外科学分会外科学术学组, 中华医学会外科学分会移植学组. 劈离式肝移植专家共识. *中华肝脏外科手术学电子杂志*, 2020;9:429-434.
15. Rogiers X, Malagó M, Gawad K, *et al.* In situ splitting of cadaveric livers. The ultimate expansion of a limited donor pool. *Ann Surg*. 1996 Sep;224:331-339; discussion 339-341.
16. Chan KM, Wang YC, Wu TH, *et al.* Encouraging Split Liver Transplantation for Two Adult Recipients to Mitigate the High Incidence of Wait-list Mortality in The Setting of Extreme Shortage of Deceased Donors. *J Clin Med*. 2019;8:2095.
17. Lee WC, Chan KM, Chou HS, *et al.* Feasibility of split liver transplantation for 2 adults in the model of end-stage liver disease era. *Ann Surg*. 2013;258:306-311.
18. Vagefi PA, Parekh J, Ascher NL, *et al.* Outcomes with split liver transplantation in 106 recipients: the University of California, San Francisco, experience from 1993 to 2010. *Arch Surg*. 2011;146:1052-1059.
19. Kutluturk K, Sahin TT, Karakas S, *et al.* Early Hepatic Artery Thrombosis After Pediatric Living Donor Liver Transplantation. *Transplant Proc*. 2019;51:1162-1168.
20. Abbasoglu O, Levy MF, Vodapally MS, *et al.* Hepatic artery stenosis after liver transplantation--incidence, presentation, treatment, and long term outcome. *Transplantation*. 1997;63:250-255.
21. Singh AK, Nachiappan AC, Verma HA, *et al.* Postoperative imaging in liver transplantation: what radiologists should know. *Radiographics*. 2010;30:339-351.
22. Itri JN, Heller MT, Tublin ME. Hepatic transplantation: postoperative complications. *Abdom Imaging*. 2013;38:1300-1333.
23. Bhargava P, Vaidya S, Dick AA, *et al.* Imaging of orthotopic liver transplantation: review. *AJR Am J Roentgenol*. 2011;196(3Suppl):WS15-25 Quiz S35-85.
24. Duffy JP, Hong JC, Farmer DG, *et al.* Vascular complications of orthotopic liver transplantation: Experience in more than 4,200 patients. *J Am Coll Surg*. 2009;208:896-903; discussion 903-5.
25. Humar A, Ganesh S, Jorgensen D, *et al.* Adult Living Donor Versus Deceased Donor Liver Transplant (LDLT Versus DDLT) at a Single Center: Time to Change Our Paradigm for Liver Transplant. *Ann Surg*. 2019;270:444-451.
26. Baheti AD, Sanyal R, Heller MT, *et al.* Surgical Techniques and Imaging Complications of Liver Transplant. *Radiol Clin North Am*. 2016;54:199-215.
27. Kaldas FM, Korayem IM, Russell TA, *et al.* Assessment of Anastomotic Biliary Complications in Adult Patients Undergoing High-Acuity Liver Transplant. *JAMA Surg*. 2019;154:431-439.
28. Sharma S, Gurakar A, Jabbour N. Biliary strictures following liver transplantation: past, present and preventive strategies. *Liver Transpl*. 2008;14:759-769.
29. Girometti R, Pancot M, Como G, *et al.* Imaging of liver transplantation. *Eur J Radiol*. 2017;93:295-307.
30. Kiuchi T, Kasahara M, Uryuhara K, *et al.* Impact of graft size mismatching on graft prognosis in liver transplantation from living donors. *Transplantation*. 1999;67:321-327.
31. Kaido T, Mori A, Ogura Y, *et al.* Lower limit of the graft-to-recipient weight ratio can be safely reduced to 0.6% in adult-to-adult living donor liver transplantation in combination with portal pressure control. *Transplant Proc*. 2011;43:2391-2393.
32. Soejima Y, Shirabe K, Taketomi A, *et al.* Left lobe living donor liver transplantation in adults. *Am J Transplant*. 2012;12:1877-1885.
33. Toshima T, Yoshizumi T, Shimokawa M, *et al.* Feasibility of All-in-One Venoplasty With a Venous Cuff Using an Opened Round Ligament for the Right Lobe Graft in Living Donor Liver Transplantation. *Liver Transpl*. 2019;25:171-175.
34. Uchiyama H, Yoshizumi T, Ikegami T, *et al.* Use of internal jugular vein grafts in reconstructing multiple venous orifices of right hepatic grafts without the middle hepatic vein trunk. *Liver Transpl*. 2017;23:110-116.
35. Rossignol G, Muller X, Mohkam K, *et al.* Full left/full right liver graft ex situ split during hypothermic oxygenated perfusion. *Pediatr Transplant*. 2022;26:e14284.
36. Rossignol G, Muller X, Hervieu V, *et al.* Liver transplantation

- of partial grafts after ex situ splitting during hypothermic oxygenated perfusion-The HOPE-Split pilot study. *Liver Transpl.* 2022;28:1576-1587.
37. Suh KS, Hong SK, Lee S, *et al.* Pure laparoscopic living donor liver transplantation: Dreams come true. *Am J Transplant.* 2022;22:260-265.
38. Dokmak S, Cauchy F, Aussilhou B, *et al.* Laparoscopic-assisted liver transplantation: A realistic perspective. *Am J Transplant.* 2022;22:3069-3077.
-
- 引用本文 / Article Citation:
- 任钧楷, 张彤. 劈离式肝移植的进展与展望. *医学新视角.* 2024;1(1):52-56. doi:10.5582/npjm.2023.01230
- Junkai Ren, Tong Zhang. Progress of and prospects for split liver transplantation. *The New Perspectives Journal of Medicine.* 2024;1(1):52-56. doi:10.5582/npjm.2023.01230