

# 劈离式肝移植技术及研究进展

赖彦华, 徐钰驹, 杨建荣

基金项目: 广西医疗卫生适宜技术开发与推广应用项目(编号:S2018086)

作者单位: 530021 南宁, 广西壮族自治区人民医院移植科, 广西门静脉高压防治研究重点实验室

作者简介: 赖彦华(1978-), 男, 医学博士, 副主任医师, 研究方向: 器官移植的基础与临床研究。E-mail: 1379771812@qq.com

通讯作者: 杨建荣(1966-), 男, 大学本科, 学士学位, 主任医师, 研究方向: 肝脏移植的临床研究。E-mail: 1637340358@qq.com



杨建荣, 中共党员, 广西壮族自治区人民医院党委书记, 主任医师, 教授, 硕士研究生导师, 肝胆腺体外科业务主任。从事肝胆腺体外科及肝移植临床工作30年, 擅长肝、胆、胰、脾、甲状腺、乳腺的腹腔镜手术及对肝癌、胆道、门静脉高压症等疾病的系统治疗, 有较丰富的临床经验。主要研究方向为肝胆疾病的基础与临床研究。2003年由国家教委公派到法国雷恩大学留学1年, 主要研修肝移植。回国后带领学科创新, 引进新技术、新项目, 在广西成功开展了肝移植手术, 是广西肝移植领域的开拓者和知名专家。2009年获“全国卫生应急先进个人”称号, 2016年、2017年分别获“广西先进工作者”、“全国五一劳动奖章”等荣誉。现任中国康复

医学会常务理事, 广西医学会普外分会常委, 广西医学会普通外科学分会加速康复外科学组委员, 广西中西医结合学会外科分会副主任委员, 广西医学会副会长, 广西医师协会常务理事, 广西医师协会第一届血管外科医师分会副主任委员, 中国老年医学学会理事会理事, 广西康复医学会会长, 广西医学会物理医学与康复学分会主任委员, 中华医学会物理医学与康复学分会委员, 广西康复质控中心主任, 《中国临床新医学》杂志副总编辑, 《广西医学》编委等。参与科研课题10余项, 其中主持国家科技支撑计划课题及省部级课题5项, 荣获广西自然科学奖、广西医药卫生适宜技术推广奖等6项。发表专业论文20余篇, 其中SCI收录3篇。

**【摘要】** 肝移植是目前晚期肝病患者唯一有效的治疗手段, 但是该术式仍受限于紧张的供肝数量, 使得大量等待移植的晚期肝病者错过了手术机会, 在此背景下劈离式肝移植应运而生, 提高了供肝利用率, 在一定程度上缓解了供肝的紧张。起步阶段劈离式肝移植受者的预后并不理想, 并发症发生率高, 随着技术的进步, 劈离式肝移植受者的生存率逐渐接近全肝移植受者, 且并发症发生率较前显著降低, 越来越多的移植中心已将劈离式肝移植术作为优先选择的术式。该文对劈离式肝移植技术及其研究进展作一综述。

**【关键词】** 脑死亡供体; 劈离式肝移植; 预后; 术后并发症

**【中图分类号】** R 657.3 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1674-3806(2020)12-1208-05

doi:10.3969/j.issn.1674-3806.2020.12.06

**The technique and research progress of split liver transplantation** LAI Yan-hua, XU Yu-ju, YANG Jian-rong.  
Department of Organ Transplantation, the People's Hospital of Guangxi Zhuang Autonomous Region, Guangxi Key Laboratory of Prevention and Treatment of Portal Hypertension, Nanning 530021, China

**【Abstract】** Liver transplantation is the only effective treatment for patients with advanced liver disease. However, the operation is still limited by the number of liver donors, which makes a large number of patients with advanced liver disease waiting for transplantation miss the opportunity of operation. In this context, split liver transplantation emerges as the times require, which improves the utilization rate of the donor liver and eases the tension of the donor liver to a certain extent. The prognoses of split liver transplantation recipients at the initial stage are not ideal, and they often have a high incidence of complications. With the advancement of technology, the survival rate of split liver transplantation recipients is gradually approaching that of total liver transplantation recipients and the incidence of complications is significantly lower than before. More and more transplantation centers have taken split liver transplantation as the preferred surgical procedure. In this paper, the technique and its research progress of split liver transplantation are summarized.

**【Key words】** Brain-dead donor; Split liver transplantation; Prognosis; Postoperative complications

肝移植是晚期肝病患者目前唯一有效的治疗手段。随着肝移植技术的发展、免疫抑制药物的进步和围术期管理及麻醉水平的提高,目前肝移植术后5年生存率已逾75%。因其在晚期肝病治疗中的有效性及不可替代性,而供肝数量有限,大量晚期肝病者加入肝移植等待名单,并在等待中死亡。我们尝试通过逐渐放宽供肝质控标准并积极推动活体肝移植发展来缓解肝源紧缺问题,但效果有限,这时劈离式肝移植的应运而生,很大程度上缓和了这一矛盾。

## 1 劈离式肝移植发展简史

1963年Starzl团队<sup>[1]</sup>完成了人类历史上首例同种异体肝移植手术。1984年Bismuth团队<sup>[2]</sup>首次将成人肝脏减体积至仅存左叶并将之用于儿童肝移植。至此,减体积肝移植逐渐成为了儿童肝移植的金标准。在此基础上,一肝两用的思路逐渐成熟明朗。劈离式肝移植术最早由Pichlmayr团队<sup>[3]</sup>报道,他们将左右供肝分别移植在1例63岁胆汁性肝硬化患者和1例先天性胆道闭锁症儿童身上。而Bismuth团队<sup>[4]</sup>几乎于同时期进行了劈离式肝移植,首次将1例供肝移植给2例成人受体。劈离式肝移植开展初期预后并不理想,芝加哥大学的Emond等<sup>[5]</sup>外科团队报道了其于1988-07~1989-05进行的18例劈离式肝移植手术,劈离式肝移植患者的术后存活率仅为67%,移植物存活率仅为50%,显著低于同期全肝移植患者。不仅如此,劈离式肝移植患者相对全肝移植患者的胆道并发症发生率显著增高。但是随着技术的逐渐成熟,20世纪90年代中期多个中心劈离式肝移植受者的1年存活率逐渐上升至约80%,胆道及血管并发症发生率相较起步阶段明显下降<sup>[6,7]</sup>。一项回顾性研究分析了1998~2010年间大量全肝、右半肝、左半肝移植成人病例,其术后5年生存率分别为71%、74%和67%,无显著差异<sup>[8]</sup>。在供体数量有限的框架下,劈离供肝一肝两用很大程度上缓解了供肝短缺的问题,并且随着移植术的日益完善,预后逐渐改善,并发症发生率降低,现已成为各大移植中心的常规术式。

## 2 劈离式肝移植方式

Couinaud分段是目前最为经典的肝脏分段方法,主要是通过Glisson系统在肝内的分布为基础,以肝静脉为分段界限。肝的各段均有Glisson系统的一个分支供血,并引流胆汁,而位于各段之间的肝静脉则引流相邻肝段的回血。此每一段可视为肝的功能解剖单位。劈离式肝移植正是基于Couinaud的分段理论,将所需肝段在尽量完整分离的同时尽可能

地保留必要的血管、胆管,以获得能够独立工作的劈离供肝。根据IV段归属可分为两种劈离方式:经典劈离式肝移植术将肝脏劈离为左外侧叶供肝(left lateral lobe)和扩大右叶供肝(extended right lobe)。左外侧叶供肝包括肝II、III段,扩大右叶供肝包括肝I、IV~VIII段<sup>[9]</sup>。扩大右叶供肝和左外侧叶供肝往往分别移植给1例儿童及1例成人受体(primary/adult, P/A)。另一种肝劈离方式为沿肝正中裂将肝脏分为完整左半供肝(包括I、II~IV段)及完整右半供肝(V~VIII段),完整的半肝往往移植给2例成人受体(adult/adult, A/A)。大量临床实践表明右半肝无论是否包括肝中静脉,移植术后肝功能及并发症发生率均无显著差异。通常情况下,考虑到肝IV段较容易缺血坏死,肝中静脉和肝左静脉共干情况较多(80%),故常将肝中静脉分配给左半肝,而肝后的下腔静脉则保留给右半肝。进行肝门的解剖以分离肝动脉、门静脉及胆管为目的,目前关于哪一半供肝应保留腹腔干和门脉主干仍存在争议,但因门静脉左支和肝右动脉较长,我们往往选择离断它们以利于术中血管吻合。而学者们普遍认为右肝的胆管需保留至胆总管。左侧劈离供肝进行移植常采用经典肝移植术式。左侧劈离供肝常用于儿童、矮小成人移植,因而进行左侧供肝移植时,则常采用背驮式肝移植术式,切除病肝时确保受体腔静脉完整,将肝静脉三支残端进行修整使其呈一倒三角形吻合口,继而将供肝体左肝静脉与之端端吻合,随后将供肝门静脉左支与受体门静脉进行端端吻合,将供肝左肝动脉与受体肝动脉进行端端吻合,随后使用Roux-en-Y胆管-空肠吻合术重建胆道。最后将供肝镰状韧带与受体膈肌缝合以固定供肝防止移植物扭转<sup>[9]</sup>。

## 3 劈离式肝移植供体和受体选择

据各大移植中心近些年的报道,劈离式肝移植与全肝移植的预后已十分相近<sup>[8,10-13]</sup>。但无论哪个中心,预后的改善都离不开供体、受体的严格选择。劈离式肝移植相较全肝移植供体的准入标准更高,Liu等<sup>[14]</sup>为经典劈离式肝移植术推荐了以下供体标准:年龄<55岁且血液动力学稳定,ICU治疗时间<5d,肝脏脂肪变性<30%,谷氨酰转氨酶<50U/L,谷氨酸丙氨酸氨基转移酶<60U/L和血清钠<160mmol/L。而针对完整左右肝劈离式肝移植,供体标准则更为严苛,要求供体体重应在70kg以上,年龄应<40岁,ICU治疗时间应<3d,肝脏脂肪变性应<10%。通常情况下扩大右叶供肝及完整肝右叶常用于体重较小的成人肝移植,肝左外侧叶

移植则常用于儿童肝移植,而完整肝左叶用于成人肝移植则存在较大的风险,需要更审慎地筛选受体。除移植受者类型外,劈离式肝移植选择受体还应规避一些危险因素,如移植物和受体的质量比(graft/recipient's weight ratio, GRWR)过小、年龄 > 50 岁、器官共享联合网络(United Network for Organ Sharing, UNOS) I ~ II A 级、二次肝移植等,以改善预后及降低并发症发生率<sup>[15]</sup>。

#### 4 供肝劈离方式

供肝劈离的方式分为离体和在体两种方式,无论离体还是在体供肝劈离,供肝的分离方式均以经典或改良劈离式肝移植术为框架,根据供肝及受者的解剖特异性进行微调。离体供肝劈离最早出现,供肝离体后需全程冰浴条件下采用 UW 液灌注保存,并在冰浴状态下完成肝脏的劈离。国内有中心报道<sup>[16]</sup>显示离体劈离式肝移植受者存活率接近全肝移植。针对不同供肝的解剖变异性,部分学者推荐通过术中胆管造影及血管造影来提前描绘供肝的血管、胆管解剖结构<sup>[6,17]</sup>。而有的学者则认为通过术中血管、胆管探条来探索供肝血管及胆管更为直接有效<sup>[17,18]</sup>。1992 年加利福尼亚大学洛杉矶分校学者初次尝试了在体劈离式肝移植,预后并不令人满意,仅有 1/4 的移植存活,其他移植则因早期器官无功能、多器官衰竭及移植扭转而丢失。随着技术的发展,在体劈离式肝移植因更好的预后逐渐得到大家认可<sup>[9,19]</sup>。在体供肝劈离类似活体供肝切取,在供体内完成肝静脉、肝动脉、门脉及胆管的结构分离,通过尝试阻断的方式明确肝脏的实际分段及血供情况,以此作为分离供肝的解剖学依据,切取左侧供肝后可术中观察分离面渗血、胆漏情况,即时处理以减少移植术中出血及降低术后胆漏并发症发生率。以上两种供肝劈离方式各有优缺点。在体供肝劈离相较于离体供肝劈离有以下优点:(1)减少冷缺血时间,左外叶获取时,右叶血流动力学稳定;(2)IV 段的灌注情况在取肝阻断时可以明确;(3)劈离断面可即时止血并缝扎胆管;(4)较短的后台准备时间使各中心共享移植成为可能<sup>[20]</sup>。但在体供肝劈离仍存在一定的局限性:(1)供体要求为血流动力学稳定的“脑死亡”患者;(2)供肝劈离手术所需时间较长;(3)供肝条件较为苛刻。除此之外,部分学者担心较长的手术时间及较大的出血量会对从同一供体获取的其他器官(肾脏、胰腺和心脏)的功能产生负面影响。有研究对此进行了深入的探讨,认为尽管在体劈离式肝移植增加了获取手术的时间和供

体失血量,但是对同台获取的其他器官功能没有明显的负面影响<sup>[18,21]</sup>。

#### 5 预后及术后并发症处理

研究表明劈离式肝移植、减体积肝移植及活体肝移植虽然显著减少了儿童肝移植等待者的等待时间,但是相较全肝移植预后更差且并发症发生率更高<sup>[22]</sup>。而有研究表明供肝类型是移植损失(死亡或重新移植)的独立危险因素,相较于全肝移植受者,劈离供肝和减体积供肝(相对风险分别为 1.74 和 1.77)具有较差的预后<sup>[15]</sup>。而近期的研究亦认为小儿全肝移植相比技术性肝移植具有更好的预后和更低的门脉及胆道并发症发生率<sup>[22,23]</sup>。劈离的左肝用于成人受体肝移植的复杂性被认为远超儿童肝移植,对于成人劈离式左肝移植术的预后各研究的结论不尽相同。有的中心认为通过合理的选择供体和受体可以极大程度地规避并发症,成人劈离式肝移植预后可以无限接近整肝移植<sup>[24,25]</sup>。有的中心则认为成人劈离式肝移植相较整肝移植有着更差的预后并伴随着更高的并发症发生率<sup>[26]</sup>。劈离肝右叶供成人受体进行移植不会造成不利影响。通过更好的患者选择和使用高质量的器官可以达到良好的效果。由于手术整个过程的复杂性,劈离式肝移植术后存在一定的并发症发生率,常见的并发症主要包括小肝综合征(small-for-size syndrome)、胆道并发症(胆漏、胆道狭窄)、血管并发症(肝动脉、门静脉和肝静脉血栓)、出血、感染、原发性器官无功能等<sup>[24,26~32]</sup>。早期报道,劈离式肝移植术后的并发症发生率高达 66.7%,而整肝移植术后的并发症发生率仅为 45.1%。其中,劈离式肝移植的胆道并发症发生率为 18.8%,高于全肝移植的 7.5%,劈离式肝移植门静脉血栓发生率(14.6%)高于全肝移植(3.6%)<sup>[22,33]</sup>。肝移植小肝综合征是指肝移植中由于植入的肝脏体积过小而导致功能上不能满足受体的需求,而出现的一种临床综合征。为预防小肝综合征的发生,我们需要评估供体、受体的肝体积,大量研究者对肝体积的计算公式进行了深入的探讨<sup>[34~38]</sup>,一方面为选择适合行劈离式肝移植的供体提供了依据,另一方面为选择供肝适配受体提供参考。目前常用移植与受体标准肝脏的体积比(graft volume/standard liver volume ratio, GV/SLV)和 GRWR 这两个比值来衡量移植物的大小是否适宜,目前认为供肝大小的安全界限:GV/SLV 为 30%~40%<sup>[39,40]</sup>,GRWR 为 0.6%~0.8%<sup>[41,42]</sup>。但在劈离式肝移植中,由于较长的冷缺血时间、肝 IV 段的缺血坏死等原因,其实际具有功

能的供肝体积要小于所测得供肝体积,这一标准更为严苛。研究认为 GRWR > 1% 时,劈离供肝方可满足受者的功能需要<sup>[43,44]</sup>。肝移植术后胆道并发症定义为肝移植术后发生的需要外科、介入、内镜治疗的胆漏或胆道狭窄。胆管并发症是肝移植术后的常见并发症,其发生率与受者预后息息相关。早期研究认为胆道并发症在劈离式肝移植中发生率较全肝移植更高,劈离式肝移植相比全肝移植术后受体总体胆道并发症发生率更高<sup>[45,46]</sup>。肝移植术后胆道并发症的发生一般考虑与供肝获取及移植手术、供肝的胆道灌注和冷缺血时间、巨细胞病毒(cytomegalovirus, CMV)或细菌感染、排斥反应等因素有关。供肝切取时,滞留在胆道内的胆汁对胆道具有破坏作用,可继发引起胆漏,因而术中胆道冲洗有重要意义。移植术中胆道吻合方式主要有胆道对胆道端端吻合和 Roux-en-Y 胆管空肠吻合,有研究表明胆管吻合术式并非影响胆道并发症发生率的决定因素<sup>[46]</sup>,吻合技巧才是直接决定胆道吻合口是否狭窄或发生胆漏的重要因素。移植肝胆管缺血再灌注损伤是肝移植术后胆道并发症发生的因素,而供肝热缺血及保存时间过长是术后早期胆漏的直接原因。据研究报告,感染 CMV 的肝移植受者更容易出现胆道并发症<sup>[47]</sup>。受体发生慢性排斥反应时,可直接对供肝的胆道及滋养血管进行免疫杀伤,继而引发胆道并发症。随着移植技术日渐成熟,诸如显微外科胆道重建术和胆汁肠内引流技术的发展可显著降低吻合口狭窄和胆漏的发生率<sup>[48]</sup>。劈离式肝移植术后血管并发症主要包括肝动脉、门静脉和肝静脉血栓,相对全肝移植术,劈离式肝移植术的血管重建更为复杂,分支血管的管径大小及解剖异型性都是造成血管并发症的潜在危险因素。一项回顾性研究表明劈离式肝移植受者的整体血管并发症发生率相较整肝移植受者多(分别为 19% 和 11%),而肝动脉血栓的总发生率在两者间没有显著差异<sup>[46]</sup>。控制劈离式肝移植术后血管并发症发生率被看作是一种改善移植预后的重要方式<sup>[46]</sup>。血管重建设计和血管吻合技术是影响血管并发症发生率的决定因素,除此之外,常规术后抗凝和严格的供体、受体筛选亦可一定程度上规避术后血管并发症。相较整肝移植,劈离式肝移植术的供肝因劈离创面存在更大的出血及胆管残端瘘的风险,在体劈离式肝移植术可在术中完成创面止血并修补胆道残端瘘,而离体劈离式肝移植则不具备这一技术优势,需要移植术中更严密的止血、创面检查以规避风险<sup>[25]</sup>。感染及原发性器官无

功能非劈离式肝移植术特有并发症,此处不再赘述。

## 6 展望

器官供需不平衡,器官短缺是目前制约国内器官移植事业发展的主要原因之一<sup>[49]</sup>。随着劈离式肝移植技术的日渐成熟,劈离式肝移植的解剖学基础研究及相关外科技术已达成较高程度的共识,尽管劈离式肝移植受体术后并发症发生率相对全肝移植更高,但受体术后生存率已无限接近全肝移植受者,考虑到当前供肝匮乏的现状,在供体条件允许的情况下,越来越多的移植中心已将劈离式肝移植术作为优先选择的术式。

## 参考文献

- 1 Starzl TE, Marchioro TL, Vonkaulla KN, et al. Homotransplantation of the liver in humans[J]. Surg Gynecol Obstet, 1963, 117:659-676.
- 2 Bismuth H, Houssin D. Reduced-sized orthotopic liver graft in hepatic transplantation in children[J]. Surgery, 1984, 95(3): 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[J]. Langenbecks Arch Chir, 1988, 373(2): 127-130.
- 4 Bismuth H, Morino M, Castaing D, et al. Emergency orthotopic liver transplantation in two patients using one donor liver[J]. Br J Surg, 1989, 76(7): 722-724.
- 5 Emond JC, Whittington PF, Thistlethwaite JR, et al. Transplantation of two patients with one liver. Analysis of a preliminary experience with 'split-liver' grafting[J]. Ann Surg, 1990, 212(1): 14-22.
- 6 Azoulay D, Astarcioğlu I, Bismuth H, et al. Split-liver transplantation. The Paul Brousse policy[J]. Ann Surg, 1996, 224(6): 737-746.
- 7 Rogiers X, Malagó M, Gawad K, et al. In situ splitting of cadaveric livers. The ultimate expansion of a limited donor pool[J]. Ann Surg, 1996, 224(3): 331-339.
- 8 Zimmerman A, Flahive JM, Hertl M, et al. Outcomes of full-right-full-left split liver transplantation in adults in the USA: a propensity-score matched analysis[J]. Int J Organ Transplant Med, 2016, 7(2): 69-76.
- 9 Busutil RW, Goss JA. Split liver transplantation[J]. Ann Surg, 1999, 229(3): 313-321.
- 10 Moussaoui D, Toso C, Nowacka A, et al. Early complications after liver transplantation in children and adults: are split grafts equal to each other and equal to whole livers? [J]. Pediatr Transplant, 2017, 21(4).
- 11 Doyle MB, Maynard E, Lin Y, et al. Outcomes with split liver transplantation are equivalent to those with whole organ transplantation[J]. J Am Coll Surg, 2013, 217(1): 102-112.
- 12 Cauley RP, Vakili K, Fullington N, et al. Deceased-donor split-liver transplantation in adult recipients: is the learning curve over? [J]. J Am Coll Surg, 2013, 217(4): 672-684. e1.
- 13 Battula NR, Platto M, Anbarasan R, et al. Intention to split policy: a successful strategy in a combined pediatric and adult liver transplant center[J]. Ann Surg, 2017, 265(5): 1009-1015.

- 14 Liu H, Li R, Fu J, et al. Technical skills required in split liver transplantation[J]. *Ann Transplant*, 2016, 21:408-415.
- 15 Ross MW, Cescon M, Angelico R, et al. A matched pair analysis of multicenter longterm follow-up after split-liver transplantation with extended right grafts[J]. *Liver Transpl*, 2017, 23(11):1384-1395.
- 16 朱志军, 朱理玮, 淮明生, 等. 体外劈离式肝移植 22 例临床分析[J]. *中华器官移植杂志*, 2010, 31(4): 199-202.
- 17 Otte JB, de Ville de Goyet J, Alberti D, et al. The concept and technique of the split liver in clinical transplantation[J]. *Surgery*, 1990, 107(6): 605-612.
- 18 Rela M, Vougas V, Muiesan P, et al. Split liver transplantation: King's College Hospital experience[J]. *Ann Surg*, 1998, 227(2): 282-288.
- 19 周健, 胡安斌, 何晓顺. 在体劈离式肝移植的外科技术进展[J]. *中华医学杂志*, 2013, 93(40): 3241-3243.
- 20 Rogiers X, Malago M, Habib N, et al. In situ splitting of the liver in the heart-beating cadaveric organ donor for transplantation in two recipients[J]. *Transplantation*, 1995, 59(8): 1081-1083.
- 21 Ramcharan T, Glessing B, Lake JR, et al. Outcome of other organs recovered during in situ split-liver procurements[J]. *Liver Transpl*, 2001, 7(10): 853-857.
- 22 Diamond IR, Fecteau A, Millis JM, et al. Impact of graft type on outcome in pediatric liver transplantation: a report from Studies of Pediatric Liver Transplantation (SPLIT)[J]. *Ann Surg*, 2007, 246(2): 301-310.
- 23 Ye H, Zhao Q, Wang Y, et al. Outcomes of technical variant liver transplantation versus whole liver transplantation for pediatric patients: a meta-analysis[J]. *PLoS One*, 2015, 10(9): e0138202.
- 24 Azoulay D, Castaing D, Adam R, et al. Split-liver transplantation for two adult recipients: feasibility and long-term outcomes[J]. *Ann Surg*, 2001, 233(4): 565-574.
- 25 Humar A, Ramcharan T, Sielaff TD, et al. Split liver transplantation for two adult recipients: an initial experience[J]. *Am J Transplant*, 2001, 1(4): 366-372.
- 26 Giacomoni A, Lauterio A, Donadon M, et al. Should we still offer split-liver transplantation for two adult recipients? A retrospective study of our experience[J]. *Liver Transpl*, 2008, 14(7): 999-1006.
- 27 Broering DC, Wilms C, Lenk C, et al. Technical refinements and results in full-right full-left splitting of the deceased donor liver[J]. *Ann Surg*, 2005, 242(6): 802-812.
- 28 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[J]. *Ann Surg*, 2013, 258(2): 306-311.
- 29 Renz JF, Emond JC, Yersiz H, et al. Split-liver transplantation in the United States: outcomes of a national survey[J]. *Ann Surg*, 2004, 239(2): 172-181.
- 30 Zamir G, Olthoff KM, Desai N, et al. Toward further expansion of the organ pool for adult liver recipients: splitting the cadaveric liver into right and left lobes[J]. *Transplantation*, 2002, 74(12):1757-1761.
- 31 Aseni P, De Feo TM, De Carlis L, et al. A prospective policy development to increase split-liver transplantation for 2 adult recipients: results of a 12-year multicenter collaborative study[J]. *Ann Surg*, 2014, 259(1): 157-165.
- 32 高伟, 朱志军, 魏林, 等. 劈离式肝移植术后胆管并发症[J]. *中华肝胆外科杂志*, 2011, 17(11): 912-915.
- 33 Hackl C, Schlitt HJ, Melter M, et al. Current developments in pediatric liver transplantation[J]. *World J Hepatol*, 2015, 7(11): 1509-1520.
- 34 Heinemann A, Wischhusen F, Püschel K, et al. Standard liver volume in the Caucasian population[J]. *Liver Transpl Surg*, 1999, 5(5): 366-368.
- 35 Herden U, Wischhusen F, Heinemann A, et al. A formula to calculate the standard liver volume in children and its application in pediatric liver transplantation[J]. *Transpl Int*, 2013, 26(12):1217-1224.
- 36 Kokudo T, Hasegawa K, Uldry E, et al. A new formula for calculating standard liver volume for living donor liver transplantation without using body weight[J]. *J Hepatol*, 2015, 63(4): 848-854.
- 37 Urata K, Kawasaki S, Matsunami H, et al. Calculation of child and adult standard liver volume for liver transplantation[J]. *Hepatology*, 1995, 21(5): 1317-1321.
- 38 Vauthey JN, Abdalla EK, Doherty DA, et al. Body surface area and body weight predict total liver volume in Western adults[J]. *Liver Transpl*, 2002, 8(3): 233-240.
- 39 Lo CM, Fan ST, Liu CL, et al. Minimum graft size for successful living donor liver transplantation[J]. *Transplantation*, 1999, 68(8): 1112-1116.
- 40 Kawasaki S, Makuuchi M, Matsunami H, et al. Living related liver transplantation in adults[J]. *Ann Surg*, 1998, 227(2): 269-274.
- 41 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[J]. *Transplant Proc*, 2011, 43(6): 2391-2393.
- 42 Selzner M, Kashfi A, Cattral MS, et al. A graft to body weight ratio less than 0.8 does not exclude adult-to-adult right-lobe living donor liver transplantation[J]. *Liver Transpl*, 2009, 15(12):1776-1782.
- 43 Ferla F, Lauterio A, Di Sandro S, et al. Split-liver full-left full-right: proposal for an operative protocol[J]. *Transplant Proc*, 2014, 46(7): 2279-2282.
- 44 Anderson RL, Francis WR, Lefever FR. Effect of dietary carbohydrate type and content on the response of male rats to dietary sodium saccharin[J]. *Food Chem Toxicol*, 1987, 25(4): 271-275.
- 45 Mourad MM, Algarni A, Lioussis C, et al. Aetiology and risk factors of ischaemic cholangiopathy after liver transplantation[J]. *World J Gastroenterol*, 2014, 20(20): 6159-6169.
- 46 Mabrouk Mourad M, Lioussis C, Kumar S, et al. Vasculobiliary complications following adult right lobe split liver transplantation from the perspective of reconstruction techniques[J]. *Liver Transpl*, 2015, 21(1): 63-71.
- 47 Halme L, Hockerstedt K, Lautenschlager I. Cytomegalovirus infection and development of biliary complications after liver transplantation[J]. *Transplantation*, 2003, 75(11): 1853-1858.
- 48 Heffron TG, Pillen T, Welch D, et al. Biliary complications after pediatric liver transplantation revisited[J]. *Transplant Proc*, 2003, 35(4): 1461-1462.
- 49 赖彦华, 杨建荣. 我国器官捐献现状及展望[J]. *中国临床新医学*, 2019, 12(10): 1045-1048.

[收稿日期 2020-11-18][本文编辑 吕文娟 余军]

#### 本文引用格式

赖彦华, 徐钰驹, 杨建荣. 劈离式肝移植技术及研究进展[J]. *中国临床新医学*, 2020, 13(12): 1208-1212.