

# 自膨式金属支架治疗离体肝切除联合自体肝移植术后肝静脉流出道梗阻的安全性及有效性分析

游欣雨<sup>1,2</sup>, 刘涛<sup>1,2</sup>, 杨冲<sup>2</sup>, 左邦佑<sup>2</sup>, 程东辉<sup>2</sup>, 蒋佳朋<sup>2</sup>, 李鹏<sup>2</sup>, 郝建杰<sup>2</sup>, 张宇<sup>1,2</sup>

1. 西南医科大学附属医院肝胆外科, 四川 泸州 646000; 2. 四川省医学科学院·四川省人民医院(电子科技大学附属医院)肝胆胰外科, 四川 成都 610072

**【摘要】目的** 评估自膨式金属支架(self-expanding metallic stent, SEMS)治疗离体肝切除联合自体肝移植(ex vivo liver resection and autotransplantation, ELRA)术后肝静脉流出道梗阻(hepatic venous outflow obstruction, HVOO)的安全性和有效性。**方法** 纳入2018年1月至2025年2月于我院接受ELRA术后并发HVOO并行SEMS置入的7例患者,分析患者ELRA期间血管浸润、肝切除情况、血管重建以及支架置入前后的情况、并发症以及短期和长期预后。**结果** 7例患者中,1例于ELRA术中行左三肝段切除术,6例行右三肝段切除术。3例患者使用人工血管移植物进行下腔静脉(inferior vena cava, IVC)重建,4例患者接受部分IVC切除和牛心包补片重建。所有患者均于肝静脉(hepatic vein, HV)行广口流出道重建后接受HV-IVC端侧吻合术。1例患者使用同种异体静脉重建治疗肝静脉流出。ELRA后HVOO的中位时间为2.0(3.0,7.0)个月,其中1例患者出现左肝静脉(left hepatic vein, LHV)阻塞,6例出现右肝静脉(right hepatic vein, RHV)梗阻,肝静脉流出道中位狭窄率为90.0%(85.0%,100%)。支架置入后,中位狭窄率降低至5.0%(0,15.0%),7例患者腹水消退,肝功能指标(白蛋白、凝血酶原时间)显著改善。中位随访期26.0(11.0,38.0)个月。在随访期间1例患者出现再狭窄,其余未发生ClavienDindo III级或更高级别的并发症。**结论** SEMS在ELRA术后HVOO的治疗中显示出良好的安全性和有效性,但需要更大规模的研究来验证长期预后。

**【关键词】** 离体肝切除联合自体肝移植;肝静脉流出道梗阻;自膨式金属支架

**【中图分类号】** R619

**【文献标志码】** A

**【文章编号】** 1672-6170(2026)01-0121-04

**Analysis of the safety and efficacy of self-expanding metal stents in the treatment of hepatic venous outflow obstruction after ex vivo liver resection combined with autologous liver transplantation** YOU Xin-yu<sup>1,2</sup>, LIU Tao<sup>1,2</sup>, YANG Chong<sup>2</sup>, ZUO Bang-you<sup>2</sup>, CHENG Dong-hui<sup>2</sup>, JIANG Ji-peng<sup>2</sup>, LI Peng<sup>2</sup>, HAO Jian-jie<sup>2</sup>, ZHANG Yu<sup>1,2</sup> 1. Department of Hepatobiliary Surgery, Southwest Medical University Affiliated Hospital, Luzhou 646000, China; 2. Department of Hepatobiliary and Pancreatic Surgery, Sichuan Academy of Medical Sciences & Sichuan Provincial People's Hospital (Affiliated Hospital of University of Electronic Science and Technology of China), Chengdu 610072, China

**【Corresponding author】** ZHANG Yu

**【Abstract】Objective** To evaluate the safety and efficacy of self-expanding metallic stent (SEMS) in the treatment of hepatic venous outflow obstruction (HVOO) after ex vivo liver resection and autotransplantation (ELRA). **Methods** Seven patients who developed HVOO after ELRA and underwent SEMS placement in our hospital between January 2018 and February 2025 were enrolled. Vascular infiltration during ELRA, liver resection extent, vascular reconstruction and pre and poststent placement status as well as complications, and short and longterm prognosis were analyzed. **Results** Among the 7 patients, 1 underwent left trisectionectomy and 6 underwent right trisectionectomy during ELRA. Inferior vena cava (IVC) reconstruction was performed using artificial vascular grafts in 3 patients. Partial IVC resection and bovine pericardial patch reconstruction in 4 patients. All patients underwent wideorifice hepatic vein (HV) outflow reconstruction followed by HV-IVC endtoside anastomosis. One patient required allogeneic vein reconstruction for hepatic venous outflow. The median time from ELRA to HVOO was 2.0 (3.0,7.0) months. There were 1 case of left hepatic vein (LHV) occlusion and 6 cases of right hepatic vein (RHV) obstruction. The median hepatic venous stenosis rate was 90.0% (85.0%,100%). After SEMS placement, the median stenosis rate decreased to 5.0% (0,15.0%). Ascites resolved in all 7 patients, and liver function parameters (albumin and prothrombin time) significantly improved. The median followup period was 26.0 (11.0,38.0) months. During the followup period, 1 patient developed restenosis, and the rest occurred no ClavienDindo grade III or higher complications. **Conclusions** SEMS has good safety and efficacy in the treatment of HVOO after ELRA. However, larger studies are needed to validate longterm outcomes.

**【Key words】** Ex vivo liver resection and autotransplantation; Hepatic venous outflow obstruction; Self-expanding metal stent

- [18] Shi Y, Yan H, Yuan J, et al. Different patterns of inflammatory and angiogenic factors are associated with peritoneal small solute transport and peritoneal protein clearance in peritoneal dialysis patients[J]. BMC Nephrol, 2018, 19: 119.
- [19] Brimble KS, Walker M, Margetts PJ, et al. Meta-analysis: peritoneal membrane transport, mortality, and technique failure in peri-

- toneal dialysis[J]. J Am Soc Nephrol, 2006, 17(9): 2591-2598.
- [20] Herter J, Stübing F, Lüth V, et al. Bowel health, defecation patterns and nutrient intake following adoption of a vegan diet: a randomized-controlled trial[J]. Ann Med, 2024, 56(1): 2305693.

(收稿日期:2025-03-12;修回日期:2025-06-15)

(本文编辑:林 贇)

肝静脉流出道梗阻 (hepatic venous outflow obstruction, HVOO) 作为离体肝切除联合自体肝移植 (ex vivo liver resection and autotransplantation, ELRA) 术后最具挑战性的并发症之一, 显著影响患者围手术期恢复及远期生存质量。其病理机制涉及多因素相互作用, 包括吻合口纤维化反应、瘢痕组织过度增生以及血管内膜病理性增厚。临床观察表明, 若未及时干预, HVOO 可迅速进展为肝实质淤血、门静脉压力升高, 最终诱发急性肝功能衰竭。文献报道, 原位肝移植后 HVOO 发生率约为 0.5%~3.0%<sup>[1,2]</sup>, 而活体供肝移植及儿童劈离式肝移植中该比例上升至 2.7%~13.1%<sup>[3,4]</sup>。值得注意的是, ELRA 术后因移植物体积适配性差及复杂血管重建需求, HVOO 发生率可达 13.09%<sup>[5]</sup>, 显著高于常规肝移植术式。

针对 HVOO 的临床管理策略涵盖外科再吻合、系统性抗凝及血管介入治疗三大方向。近年来自膨式金属支架 (self-expanding metallic stent, SEMS) 因其独特的生物力学特性——包括微创置入、径向支撑力持久及血管顺应性优异——已成为改善肝静脉血流动力学的重要工具。SEMS 不仅能有效缓解狭窄段压力梯度, 还可通过抑制血管弹性回缩降低再狭窄风险, 从而减少二次手术需求。然而, 在 ELRA 这一特殊术式背景下, SEMS 的应用面临独特挑战: 移植物再生导致的解剖结构改变、复杂血管重建后的局部炎性反应等因素均可影响支架长期通畅性。本研究通过回顾性分析 ELRA 术后 HVOO 病例的临床资料, 系统评估 SEMS 在改善血流参数、控制再狭窄发生率及优化患者预后方面的综合效能, 旨在为制定个体化治疗策略提供循证医学依据。

## 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 本研究为单中心回顾性分析, 纳入 2018 年 1 月至 2025 年 2 月于四川省人民医院接受 ELRA 术后并发 HVOO 并行 SEMS 治疗的患者。纳入标准: 接受 ELRA 后诊断 HVOO; 接受 SEMS 治疗; 术后随访数据完整。排除标准: 临床记录不完整或缺少关键参数; SEMS 放置前接受过其他干预或手术修复。

**1.2 手术方法** 所有患者接受 ELRA。根据疾病位置, 相应部分的肝脏被切除, 均行血管重建。对于伴有严重的下腔静脉 (inferior vena cava, IVC) 或肝静脉 (hepatic vein, HV) 受侵者, 采用人工血管行 IVC 重建 (图 1a、1b), 并以自体或同种异体静脉行

HV 重建。对于轻度血管侵犯患者, 采用牛心包补片修补或直接缝合。所有患者均进行了 HV 流出道扩口重建 (图 1c), 随后进行 HV 与 IVC 的端侧吻合 (图 1d)。最后利用如肝圆韧带和三角韧带等残余结构固定肝脏, 以防止旋转和移位。

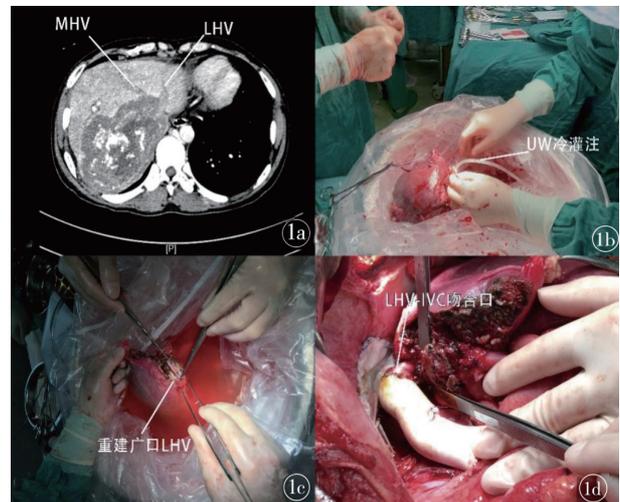


图 1 ELRA 的术前影像学和中关键步骤 a: ELRA 术前增强 CT 示肝包虫侵犯第二肝门; b: ELRA 术中在 UW 液灌注下注下进行病灶切除; c: 进行 LHV 流出道扩口重建; d: 完成人工下腔静脉置换、LHV-IVC 端侧吻合后

**1.3 HVOO 的诊断及随访** ELRA 术后 3 个月内每月复查一次, 之后每 6 个月复查一次, 进行包括增强 CT 和腹部多普勒超声的影像学检查, 以评估疾病的复发或自体移植肝流出道的变化 (图 2a)。利用实验室检测监测肝功能。对于 CT 或超声判断疑似 HVOO 或合并 Budd-Chiari 综合症类似的症状的患者, 行肝静脉流出血管造影明确诊断 (图 2b)。

**1.4 SEMS 放置** 诊断 HVOO 后, 所有患者在数字减影血管造影 (digital subtraction angiography, DSA) 的引导下接受了 SEMS 植入。通过右股静脉或颈静脉插入血管鞘, 并将导丝推进到肝静脉狭窄部位。根据狭窄区域的直径和长度, 精确植入适当大小的 SEMS。支架置入后, 进行血管造影以确保正确定位和血流畅通, 术中测量狭窄率明显缓解 (图 2c)。



图 2 患者 SEMS 植入前后影像学 a: SEMS 植入前 CT 示 LHV 流出道狭窄; b: DSA 示 LHV 流出道狭窄; c: SEMS 植入后 LHV 流出道狭窄明显缓解

**1.5 干预后管理及随访** 术后抗凝治疗包括低分子肝素皮下注射, 出院后改为口服利伐沙班。随访

【基金项目】四川省科技厅科研基金资助项目 (编号: 2022YFS0596)

【通讯作者】张宇

期间定期进行影像学和肝功能测试,评估支架通畅性和肝功能恢复情况。随访还监测再狭窄的发生率、额外干预的需求以及与支架相关的并发症,如出血、感染、血栓形成和支架移位。

**1.6 统计学方法** 使用 SPSS 26.0 统计学软件进行数据分析。连续变量以中位数(Q1, Q3)表示,采用秩和检验;分类变量以例数(%)表示,比较采用卡方检验。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 患者基本特性** 该研究共纳入 7 例患者,男 5 例,女 2 例,年龄 24~44 岁。所有患者均因患终末期肝泡棘球蚴病(hepatic alveolar echinococcosis, HAE)接受了 ELRA,并因术后并发 HVOO 接受 SEMS 治疗。患者基本临床特征及手术数据见表 1。

表 1 7 例 ELRA 术后并发 HVOO 患者的临床特征及手术信息

病例	年龄(岁)	性别	RLV/SLV (%)	自体肝移植类型	流出道重建方法	IVC 重建材料	狭窄发生时间(月)	狭窄位置	支架尺寸(mm)	随访时间(月)	再狭窄
1	32	男	45	左外叶	修补重建	牛心包补片	4	LHV	13×100	11	否
2	24	男	50	左外叶	修补重建	牛心包补片	2	LHV	12×40	62	否
3	27	男	82	右后叶	同种异体静脉移植	牛心包补片	31	RHV	13×100	32	否
4	43	女	44	左外叶	修补重建	人工血管	3	LHV	14×40	38	否
5	36	男	46	左外叶	修补重建	牛心包补片	3	LHV	10×80	26	是
6	44	男	77	左外叶	修补重建	人工血管	7	LHV	10×40	14	否
7	28	女	48	左外叶	修补重建	人工血管	2	LHV	12×40	8	否

RLV/SLV:残余肝脏体积/标准肝脏体积

**2.3 SEMS 植入的有效性与安全性** 所有患者在局部麻醉下通过右股静脉成功接受了 SEMS 植入。术后即刻评估显示 HV 流出道狭窄明显缓解。术后肝功能得以改善,特别是白蛋白水平升高,凝血酶原时间缩短,腹水得到缓解,流出道狭窄率明显降低( $P < 0.05$ )。见表 2。

表 2 HVOO 患者支架置入前后关键临床指标比较

指标	支架置入前	支架置入后	P
TBIL( $\mu\text{mol/L}$ )	14.5(14.4,17.4)	15.4(15.0,17.5)	0.735
AST(IU/L)	33.0(19.0,40.0)	28.0(23.0,38.0)	0.799
ALT(IU/L)	18.0(12.0,34.0)	17.0(12.0,44.0)	0.292
Alb(g/L)	32.5(21.6,34.6)	39.1(38.5,41.0)	0.018
PT(s)	16.3(14.6,16.6)	12.6(12.2,13.5)	0.017
腹水[n(%)]	6/7(85.7)	0/7(0)	0.031
流出道狭窄率(%)	90.0(85.0,100)	5.0(0,15.0)	0.016

随访期间,所有患者均接受定期影像学检查(包括增强 CT 或腹部多普勒超声)和肝功能监测。中位随访时间为 26.0(11.0,38.0)个月。1 例患者在 SEMS 植入后 12 个月出现再狭窄,并接受了球囊扩张和二次支架置入治疗。患者的流出道狭窄程度恢复到正常范围,没有发生进一步的并发症。除前面提到的再狭窄病例外,支架置入后未

ELRA 手术包括 6 例左外叶自体移植和 1 例右后叶自体移植。3 例患者需要人工血管进行 IVC 重建,4 例患者接受了部分 IVC 切除术和牛心包补片重建。6 例患者通过直接修补重建 HV 流出道,而 1 例患者接受同种异体静脉移植进行 HV 流出道重建。所有患者均行 HV 广口重建后与 IVC 或人工下腔血管进行端对侧吻合术。

**2.2 ELRA 术后 HVOO 情况** 7 例患者 ELRA 后发生 HVOO 中位起病时间为 2.0(3.0,7.0)个月。1 例患者为 RHV 梗阻,6 例患者为 LHV 梗阻(见表 1)。DSA 示中位流出道狭窄率为 90.0%(85.0%,100%)。所有患者均表现为肝功能障碍,6 例患者出现腹水。

发生严重并发症( $\geq$ Clavien-Dindo III 级)。所有患者在随访期间均存活。未观察到其他严重并发症,例如支架移位、感染或血栓形成。术后期间没有出现与支架相关的肝功能失代偿或其他全身并发症的情况。

## 3 讨论

作为突破性肝脏外科术式,ELRA 为传统不可切除的复杂肝病患者的根治可能。虽然该术式显著延长了终末期肝病患者的生存期并改善其生活质量,但 HVOO 作为其特有并发症,仍是制约临床疗效提升的关键因素。HVOO 引发的血流动力学紊乱可导致进行性肝功能恶化,临床表现为顽固性腹水、门脉高压及多器官功能障碍,严重威胁患者生命。

ELRA 术后 HVOO 的形成具有显著时相特异性:早期病例多与移植物体积受体空间失配、流出道缝合张力过高或急性血栓形成相关;而迟发型则以吻合口纤维化重塑、内膜过度增生为主要病理特征。值得注意的是,移植肝再生过程引起的脉管系统三维结构改变,可能通过剪切应力分布异常进一步加剧狭窄进程<sup>[6,7]</sup>。针对这一特殊病理生理过程,一系列创新技术包括:宽基底三角形流出道成形术<sup>[8]</sup>、

多支静脉共干重建术<sup>[9,10]</sup>以及改良的连续外翻缝合技术<sup>[11]</sup>可能有助于减少 HVOO 发生率。其中 Inomata 团队报道的水囊支撑法,通过维持移植解剖位置稳定性,为降低 HVOO 发生率提供了新思路<sup>[12]</sup>。

在临床表现方面,HVOO 与 Budd-Chiari 综合征具有高度相似性,但前者更多表现为移植特异性指标异常。影像学评估中,增强 CT 与多普勒超声联合应用可实现 92% 的敏感度与 81% 的特异度<sup>[13]</sup>,而肝静脉造影仍是确诊的金标准,HVOO 的早期诊断和适当治疗对于维持移植功能和患者生存至关重要<sup>[14]</sup>。

目前 HVOO 最重要的治疗策略包括药物治疗、手术干预和介入手术。华法林和肝素等抗凝剂用于预防由于肝静脉血流减少而导致的血栓形成。手术治疗包括再吻合、分流手术和再移植。对于早发性 HVOO,当粘连不严重且再次吻合的风险较低时,可以考虑手术。对于迟发性 HVOO,介入治疗通常是首选方法。一些学者认为球囊血管成形术是 HVOO 的一线治疗方法,如果反复球囊血管成形术失败,则需要置入支架<sup>[15-17]</sup>。然而,一些研究表明,根据 HVOO 的机制,单独进行球囊血管成形术会增加再狭窄的风险<sup>[18]</sup>,而支架的 5 年通畅率达到了 64%~82%<sup>[18,19]</sup>。SEMS 提供持久的径向支撑,保持血管通畅并防止再狭窄。与传统的球囊血管成形术相比,支架具有更好的适应性和使用寿命,有效预防再狭窄。在我们的研究中,所有 HVOO 患者都接受了 SEMS 治疗。结果显示,支架置入后,流出道狭窄率明显缓解,术后症状得到有效缓解。这也有助于防止反复住院并降低重复球囊血管成形术的成本。

综上,SEMS 可作为 ELRA 后 HVOO 的安全有效选择,尤其是在迟发性梗阻患者中,在改善流出道狭窄情况、降低再狭窄发生率和提高患者生活质量方面显示出显著疗效。尽管介入治疗的并发症发生率相对较低,但再狭窄在治疗过程中仍然是一个挑战。因此,定期的术后随访、及时的干预和个性化的治疗策略对于患者的长期预后至关重要。

#### 【参考文献】

[1] Astarcioglu I, Egeli T, Gulcu A, et al. Vascular complications after liver transplantation [J]. *Exp Clin Transplant*, 2023, 21(6): 504-511.

[2] Pitchaimuthu M, Roll GR, Zia Z, et al. Longterm followup after endovascular treatment of hepatic venous outflow obstruction following liver transplantation [J]. *Transpl Int*, 2016, 29(10): 1106-1116.

[3] Nagata R, Akamatsu N, Shibata E, et al. Metallic stents for hepatic venous outflow obstruction after living donor liver transplantation and their therapeutic effects [J]. *Transplant Proc*, 2024, 56(1): 125-134.

[4] Koc S, Akbulut S, Soyer V, et al. Hepatic venous outflow obstruction after living donor liver transplant: single center experience [J]. *Experimental and Clinical Transplantation*, 2021, 19(8): 832-841.

[5] Jiang T, Ran B, Guo Q, et al. Use of the ligamentum teres hepatis for outflow reconstruction during ex vivo liver resection and auto-transplantation in patients with hepatic alveolar echinococcosis: a case series of 24 patients [J]. *Surgery*, 2021, 170(3): 822-830.

[6] Jang JY, Jeon UB, Park JH, Kim TU, et al. Efficacy and patency of primary stenting for hepatic venous outflow obstruction after living donor liver transplantation [J]. *Acta Radiol*, 2017, 58(1): 34-40.

[7] Kitajima T, Kaido T, Iida T, et al. Left lobe graft poses a potential risk of hepatic venous outflow obstruction in adult living donor liver transplantation [J]. *Liver Transpl*, 2016, 22(6): 785-795.

[8] 易述红, 杨卿, 傅斌生, 等. 右半肝劈离式肝移植的简化“All in one”肝静脉重建方式的设计和临床应用 [J]. *器官移植*, 2022, 13(6): 764-769.

[9] Kitajima T, Kaido T, Iida T, et al. Left lobe graft poses a potential risk of hepatic venous outflow obstruction in adult living donor liver transplantation [J]. *Liver Transpl*, 2016, 22(6): 785-795.

[10] 田明武, 张宇, 邓绍平, 等. 异体血管重建肝静脉流出道在离体肝切除并自体肝移植术中的运用体会 [J]. *中国普外基础与临床杂志*, 2020, 27(7): 861-866.

[11] 李相成, 陈妍安澜, 李长贤. 肝门部胆管癌根治性切除术中的血管重建技术 [J]. *外科理论与实践*, 2023, 28(2): 104-109.

[12] Inomata Y, Tanaka K, Egawa H, et al. Application of a tissue expander for stabilizing graft position in living-related liver transplantation [J]. *Clin Transplant*, 1997, 11(1): 56-59.

[13] Koc S, Akbulut S, Soyer V, et al. Hepatic venous outflow obstruction after living donor liver transplant: single center experience [J]. *Exp Clin Transplant*, 2021, 19(8): 832-841.

[14] 加依达尔·胡玛尔汗. 离体肝切除联合自体肝移植术后肝静脉流出道梗阻的危险因素分析 [D]. 新疆医科大学, 2024.

[15] Ninomiya M, Ikeda T. Compressive stenosis of the left hepatic vein as a pathogenesis of postresectional liver failure: a case report [J]. *J Med Case Rep*, 2010, 4: 163.

[16] Kubo T, Shibata T, Itoh K, et al. Outcome of percutaneous transhepatic venoplasty for hepatic venous outflow obstruction after living donor liver transplantation [J]. *Radiology*, 2006, 239: 285-290.

[17] Sakamoto S, Egawa H, Kanazawa H, et al. Hepatic venous outflow obstruction in pediatric living donor liver transplantation using left-sided lobe grafts: Kyoto University experience [J]. *Liver Transpl*, 2010, 16(10): 1207-1214.

[18] Sastry UMK, Doddaiiah MS, Arunakumar P, et al. Percutaneous hepatic vein recanalization in pediatric Budd-Chiari syndrome 10 years' experience from a tertiary center [J]. *Ann Pediatr Cardiol*, 2023, 16(3): 168-174.

[19] Singh SK, Sen Sarma M, Yadav R, et al. Prognostic scoring systems and outcome of endovascular radiological intervention of chronic Budd-Chiari syndrome in children [J]. *Liver Int*, 2018, 38(7): 1308-1315.

(收稿日期: 2025-04-01; 修回日期: 2025-05-05)

(本文编辑: 彭羽)